

## **BUKTI PENERIMAAN HIBAH EKSTERNAL**

Judul : *Improving Public Understanding on Renewable Energy*

Sumber dana : Japan Society for Promotion of Science (JSPS) under KAKENHI tahun 2015-2018

Total biaya : JPY 14.950.000

Lampiran:

1. Surat keterangan kerjasama
2. Kuesioner pendukung penelitian
3. Luaran

February 1<sup>st</sup>, 2017

Dr. Zahrul Mufrodi  
Lecturer/Researcher in the Chemical Engineering Department,  
Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, INDONESIA

Dear Dr. Zahrul,

On behalf of all Takahashi Laboratory's members, I would like to acknowledge and thank you for your support and participation in our research works for improving public understanding on renewable energy technology. We also just wanted to share how much the works you (and probably your team) mean to us.

The research works are supported financially by Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) under KAKENHI Grant Number 15H05228 from 2015 until 2018 with total support of JPY ¥ 14,950,000 (fourteen million nine hundred fifty thousand Japanese yen).

We really appreciate that you have taken such an interest in our research works and are grateful for the way you (and probably your team) have stepped in the research works.

Looking forward to continued collaboration with you (and your team) in the near future.

Sincerely,



Fumitake Takahashi, Dr.Eng.

Associate Professor

Department of Transdisciplinary Science and Engineering

School of Environmental and Society, Tokyo Institute of Technology



# Penelitian untuk peningkatan pemahaman pada sains dan teknologi hidrogen sebagai sumber energi alternatif

Kuesioner ini ditujukan untuk mengetahui seberapa jauh mahasiswa Teknik Kimia memahami teks-teks dalam Bahasa Inggris yang terkait dengan sains dan teknologi hidrogen sebagai sumber energi alternatif. Di samping itu, ingin diketahui juga seberapa besar minat mahasiswa tersebut pada sains dan teknologi hidrogen. Selain itu, pengetahuan dan persepsi mereka juga ingin diketahui terhadap teknologi hidrogen.



Peneliti:

Zahrul Mufrodi, Dr. (Universitas Ahmad Dahlan)

Muhammad Kunta Biddinika, Dr.Eng (Tokyo Institute of Technology)

Lingkarkanlah ( O ) jawaban Anda pada jawaban pilihan dan isilah dengan jawaban pada isian sesuai kebutuhan.

## Latarbelakang responden:

1. Anda saat ini berada di Jurusan/Departemen Teknik Kimia semester .....
2. Apakah Anda saat ini sudah menentukan topik penelitian untuk tugas akhir?
  - a. Sudah
  - b. Belum
3. Apakah Anda pernah punya skor yang mengukur kemahiran Bahasa Inggris (English Proficiency)? Misalnya TOEFL (baik ITP maupun IBT) dan/atau IELTS?
  - ① Ya
  - ② Tidak
4. Mengenai publikasi ilmiah yang berupa jurnal (dalam Bahasa Indonesia) : *(pilih salah satu saja karena pilihan nomor 1 pasti memilih nomor 2 dan 3 juga. Demikian pula pilihan nomor 2 pasti memilih nomor 3 juga)*
  - a. Saya pernah menulisnya
  - b. Saya pernah membacanya
  - c. Saya pernah melihatnya sekilas
  - d. Saya tidak familiar dengannya
5. Mengenai publikasi ilmiah yang berupa jurnal (dalam Bahasa Inggris) : *(pilih salah satu saja karena pilihan nomor 1 pasti memilih nomor 2 dan 3 juga. Demikian pula pilihan nomor 2 pasti memilih nomor 3 juga)*
  - a. Saya pernah menulisnya
  - b. Saya pernah membacanya
  - c. Saya pernah melihatnya sekilas
  - d. Saya tidak familiar dengannya

**Persepsi responden tentang teknologi yang sedikit mengemisi karbon:**

(beri tanda centang ✓)

No.	Teknologi	Persepsi		
		Tdk pernah dengar	Pernah dengar	Mengetahuinya, meski tidak detil
1	Energi matahari ( <i>solar energy</i> )			
2	Energi nuklir			
3	Energi angin ( <i>wind energy</i> )			
4	Energi biomassa ( <i>biomass energy</i> )			
5	Kendaraan hibrida ( <i>hybrid vehicle</i> )			
6	Kendaraan bertenaga hidrogen ( <i>hydrogen-powered vehicle</i> )			
7	<i>Carbon capture, utilization, and storage (CCUS)</i>			
8	<i>Forest carbon sequestration</i>			

**Pengetahuan responden tentang teknologi hidrogen:** (beri tanda centang ✓)

No	Pernyataan	Ya	Tidak
1	Hidrogen merupakan bahan bakar		
2	Hidrogen lebih ringan daripada udara pada suhu ruangan		
3	Hidrogen berwujud cair pada suhu ruangan		
4	Hidrogen telah digunakan dalam balon udara Zeppelin		
5	Hidrogen telah digunakan dalam pesawat-pesawat terbang		
6	Hidrogen telah digunakan dalam berbagai kendaraan tipe bus		
7	Emisi mobil-mobil berbahan bakar hidrogen sama dengan mobil-mobil yang berbahan bakar konvensional (bensin, solar, dsb)		
8	Emisi mobil berbahan bakar hidrogen hanya karbondioksida (CO <sub>2</sub> ) saja		
9	Emisi mobil berbahan bakar hydrogen hanya berupa uap air saja		

**Persepsi responden tentang hidrogen:** (lingkarilah sesuai dengan persepsi Anda terhadap hidrogen dari pernyataan-pernyataan di bawah ini)

6. Menurut Anda, apakah hidrogen dengan air ada hubungannya ?
  - a. sangat berhubungan erat
  - b. ada hubungannya
  - c. biasa-biasa saja
  - d. tidak begitu berhubungan erat
  - e. sangat tidak berhubungan sama sekali
  
7. Menurut Anda, apakah hidrogen dengan bom ada hubungannya ?
  - a. sangat berhubungan erat
  - b. ada hubungannya
  - c. biasa-biasa saja
  - d. tidak begitu berhubungan erat
  - e. sangat tidak berhubungan sama sekali
  
8. Menurut Anda, apakah hidrogen dengan bahan bakar ada hubungannya ?
  - a. sangat berhubungan erat
  - b. ada hubungannya
  - c. biasa-biasa saja
  - d. tidak begitu berhubungan erat
  - e. sangat tidak berhubungan sama sekali
  
9. Menurut Anda, apakah hidrogen dengan bahan peledak ada hubungannya ?
  - a. sangat berhubungan erat
  - b. ada hubungannya
  - c. biasa-biasa saja
  - d. tidak begitu berhubungan erat
  - e. sangat tidak berhubungan sama sekali
  
10. Bagaimana pendapat Anda terhadap pernyataan ini: "hidrogen adalah bahan bakar yang ramah lingkungan"
  - a. sangat setuju sekali
  - b. setuju

- c. netral / biasa-biasa saja
  - d. tidak setuju
  - e. sangat tidak setuju
11. Bagaimana pendapat Anda terhadap pernyataan ini: “hidrogen adalah bahan bakar yang tidak habis-habisnya”
- a. sangat setuju sekali
  - b. setuju
  - c. netral / biasa-biasa saja
  - d. tidak setuju
  - e. sangat tidak setuju
12. Bagaimana pendapat Anda terhadap pernyataan ini: “hidrogen adalah bahan bakar yang dapat meledak”
- a. sangat setuju sekali
  - b. setuju
  - c. netral / biasa-biasa saja
  - d. tidak setuju
  - e. sangat tidak setuju
13. Bagaimana pendapat Anda terhadap pernyataan ini: “hidrogen adalah bahan bakar yang berbahaya”
- a. sangat setuju sekali
  - b. setuju
  - c. netral / biasa-biasa saja
  - d. tidak setuju
  - e. sangat tidak setuju
14. Bagaimana pendapat Anda terhadap pernyataan ini: “hidrogen adalah bahan bakar yang tidak aman”
- a. sangat setuju sekali
  - b. setuju
  - c. netral / biasa-biasa saja
  - d. tidak setuju
  - e. sangat tidak setuju
15. Bagaimana pendapat Anda terhadap pernyataan ini: “hidrogen adalah bahan bakar yang mahal”
- a. sangat setuju sekali
  - b. setuju
  - c. netral / biasa-biasa saja
  - d. tidak setuju
  - e. sangat tidak setuju
16. Bagaimana pendapat Anda terhadap pernyataan ini: “berinvestasi dalam teknologi hidrogen akan menjanjikan keuntungan di masa depan”
- a. sangat setuju sekali
  - b. setuju
  - c. netral / biasa-biasa saja
  - d. tidak setuju
  - e. sangat tidak setuju
17. Bagaimana pendapat Anda terhadap pernyataan ini: “membangun dan mengembangkan teknologi hidrogen akan menguntungkan bagi lingkungan”
- a. sangat setuju sekali
  - b. setuju
  - c. netral / biasa-biasa saja
  - d. tidak setuju
  - e. sangat tidak setuju
18. Bagaimana pendapat Anda terhadap pernyataan ini: “sebelum memanfaatkan hidrogen sebaiknya efek-efek negatifnya dihilangkan terlebih dahulu”
- a. sangat setuju sekali
  - b. setuju
  - c. netral / biasa-biasa saja
  - d. tidak setuju
  - e. sangat tidak setuju

19. Bagaimana pendapat Anda terhadap pernyataan ini: “bahan bakar fosil harus segera dikonversi ke hidrogen sesegera mungkin”
- sangat setuju sekali
  - setuju
  - netral / biasa-biasa saja
  - tidak setuju
  - sangat tidak setuju
20. Bagaimana pendapat Anda terhadap pernyataan ini: “konversi ke bahan bakar hidrogen dilakukan nanti saja setelah bahan bakar fosil habis”
- sangat setuju sekali
  - setuju
  - netral / biasa-biasa saja
  - tidak setuju
  - sangat tidak setuju
21. Bersediakah Anda memasang pembangkit listrik berukuran mikro yang berbahan bakar hidrogen di rumah Anda ?
- bersedia
  - tidak bersedia
22. Jika diminta untuk memilih, manakah mobil yang akan Anda kemudikan jika semua parameter kendaraan (kecepatan, harga kendaraan, kenyamanan, dsb) di bawah ini sama?
- mobil berbahan bakar hidrogen
  - mobil berbahan bakar konvensional (bensin, solar, dsb)
23. Jika diminta untuk memilih, taksi manakah yang akan Anda panggil jika semua parameter taksi (kecepatan, tarif penumpang, kenyamanan, dsb) di bawah ini sama?
- taksi berbahan bakar hidrogen
  - taksi berbahan konvensional (bensin, solar, dsb)
24. Jika diminta untuk memilih, taksi manakah yang akan Anda panggil dari pilihan-pilihan di bawah ini ?
- taksi berbahan bakar hidrogen (tarif penumpangnya lebih mahal)
  - taksi berbahan bakar konvensional (bensin, solar, dsb) (tarif penumpangnya lebih murah)
25. Jika diminta untuk memilih, taksi manakah yang akan Anda panggil jika tarif kedua taksi di bawah ini sama ?
- taksi berbahan bakar hidrogen (lebih pelan)
  - taksi berbahan konvensional (bensin, solar, dsb) (lebih cepat)
26. Jika diminta untuk memilih, bus manakah yang akan Anda naiki jika semua parameter bus (kecepatan, tarif penumpang, kenyamanan, dsb) dari pilihan-pilihan di bawah ini sama ?
- bus berbahan bakar hidrogen
  - bus berbahan bakar konvensional (bensin, solar, dsb)
27. Jika diminta untuk memilih, bus manakah yang akan Anda naiki dari pilihan-pilihan di bawah ini ?
- bus berbahan bakar hidrogen (tarif penumpangnya lebih mahal)
  - bus berbahan bakar konvensional (bensin, solar, dsb) (tarif penumpangnya lebih murah)
28. Jika diminta untuk memilih, bus manakah yang akan Anda naiki jika tarif kedua taksi di bawah ini sama ?
- bus berbahan bakar hidrogen (lebih pelan)
  - bus berbahan konvensional (bensin, solar, dsb) (lebih cepat)

## Abstrak 1

Judul: Alkaline hydrothermal de-ashing and desulfurization of low quality coal and its application to hydrogen-rich gas generation

This paper describes experimental research and a fundamental study of alkaline hydrothermal treatment of high-sulfur, high-ash coal from Banten, Java-Indonesia. Experiments were carried out on a laboratory-scale 0.5 L batch reactor. The alkaline hydrothermal treatment gave upgraded clean coal with low sulfur content (about 0.3 wt.%) and low ash content (about 2.1 wt.%). A zero-carbon dioxide and pure hydrogen gas were produced at 330 °C by introducing an alkali (sodium hydroxide, NaOH) to the hydrothermal treatment of raw coal. X-ray diffraction (XRD) and X-ray fluorescence (XRF) techniques were used to test for the removal or reduction of major inorganic elements in the coal, and changes in carbon-functional groups and their properties were determined by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and Carbon-13 of nuclear magnetic resonance (<sup>13</sup>C NMR) tests on the product of the hydrothermal upgrading and demineralization process.

1. Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas?

(tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:)

- ① Sangat mudah
- ② Mudah
- ③ Sulit
- ④ Sangat sulit

2. Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:

- ① Mudah untuk dipahami
- ② Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan
- ③ Sulit untuk dipahami

3. Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:

- ① Dipahami oleh setiap orang
- ② Dipahami oleh kebanyakan orang
- ③ Dipahami oleh sedikit orang saja

4. Jika tulisan di atas adalah abstrak dari sebuah tulisan di jurnal ilmiah, apakah Anda tertarik untuk membacanya lebih lanjut isi keseluruhannya?

- ① Ya (lanjut ke pertanyaan nomor 5)
- ② Tidak

5. Apakah Anda berminat untuk mengambil tugas akhir atau terlibat dalam penelitian dengan topik yang sama dengan abstrak di atas?

- ① Ya
- ② Sepertinya iya
- ③ Belum tahu
- ④ Sepertinya tidak
- ⑤ Tidak

## Abstrak 2

Judul: The effectiveness of bio-delignification empty fruit bunch of palm oil by *Aspergillus fumigatus* : Targeting for bio-hydrogen production

As the world's No. 1 producer of oil palm, Indonesia yields a huge amount of palm oil empty fruit bunch (EFB) as the biomass wastes. These EFB wastes are considered as a potential source of biofuel. Three fungal species isolated from different sources of indigenous Indonesian fungi (wood, bamboo, and oil palm empty fruit bunch) were evaluated for their capability to improve hydrolytic enzymes to biodegrade EFB and release sugars. The most potential fungus was obtained from EFB and identified as *Aspergillus fumigatus*. Bio-delignification using *A. fumigatus* was very effective for semisolid- or solid-fermentation in the short duration of 7 days. The lignin was reduced up to 4.19 % without significant reduction of cellulose and hemicellulose contents. This duration was considered optimal to maintain a high amount of cellulose-hemi cellulose in EFB and to allow the partial degradation of the lignin for accessible cellulase. The effectiveness of the cellulase to access EFB was examined by enzymatic saccharification. The result showed that the reducing sugar of enzymatic saccharification on biodelignified EFB reached 6.64 g/L, which was 40% higher than that for un-biodelignified EFB. The optimal EFB saccharification was 27 FPU/g EFB with the highest reducing sugar of 8.60 g/L. Furthermore, the resulting sugar, as an intermediate product, can be used to produce hydrogen by *E. aerogenes*.

1. Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas?

(tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:)

- ① Sangat mudah
- ② Mudah
- ③ Sulit

④ Sangat sulit

2. Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:

- ① Mudah untuk dipahami
- ② Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan
- ③ Sulit untuk dipahami

3. Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:

- ① Dipahami oleh setiap orang
- ② Dipahami oleh kebanyakan orang
- ③ Dipahami oleh sedikit orang saja

4. Jika tulisan di atas adalah abstrak dari sebuah tulisan di jurnal ilmiah, apakah Anda tertarik untuk membacanya lebih lanjut isi keseluruhannya?

- ① Ya (lanjut ke pertanyaan nomor 5)
- ② Tidak

5. Apakah Anda berminat untuk mengambil tugas akhir atau terlibat dalam penelitian dengan topik yang sama dengan abstrak di atas?

- ① Ya
- ② Sepertinya iya
- ③ Belum tahu
- ④ Sepertinya tidak
- ⑤ Tidak

### Abstrak 3

Judul: Possible application of biohydrogen technologies as electricity sources in Indonesian remote areas

A prototype system for hydrogen gas production from a biological system of facultative fermentation has been applied for electricity power supply. The prototype was designed for application in remote or isolated areas in Indonesia. The fermentation system, which was designed to be as simple as possible, includes the preparation of the microbial seed, the substrate material, the vessel and other required equipment, gas capture and purification, a converter, and transportation. The model experiment in the field undergoes several modifications depending on the biomass sources in the actual location, i.e., some areas have agroforestry, sugarcane, soy sauce and palm sugar wastes. The light intensity and temperature followed the natural conditions. The results indicated that a cultivation scale of 5–25 L per substrate does not affect the result, i.e., a hydrogen production of approximately 60–70% of the total gas produced. The hydrogen gas produced was converted into electricity sources to power fans and house lamps. However, the hydrogen power is not yet sustainable due to the batch fermentation system, the biomass supply and the local electrical system, which is conventional (not a grid system). We propose to merge the electrical system in those areas, i.e., combining the source of electrical power from wind, solar, biomass, ocean current and fossil fuel-based generators. The model of the electricity pool system is important for Indonesia because, geographically, Indonesia consists of more than seventeen thousand islands, where the electricity supply remains unstable.

1. Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? *(tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:)*
  - ① Sangat mudah
  - ② Mudah
  - ③ Sulit
  - ④ Sangat sulit
2. Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:
  - ① Mudah untuk dipahami
  - ② Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan
  - ③ Sulit untuk dipahami
3. Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:
  - ① Dipahami oleh setiap orang
  - ② Dipahami oleh kebanyakan orang
  - ③ Dipahami oleh sedikit orang saja
4. Jika tulisan di atas adalah abstrak dari sebuah tulisan di jurnal ilmiah, apakah Anda tertarik untuk membacanya lebih lanjut isi keseluruhannya?
  - ① Ya (lanjut ke pertanyaan nomor 5)
  - ② Tidak
5. Apakah Anda berminat untuk mengambil tugas akhir atau terlibat dalam penelitian dengan topik yang sama dengan abstrak di atas?
  - ① Ya
  - ② Sepertinya iya
  - ③ Belum tahu
  - ④ Sepertinya tidak
  - ⑤ Tidak

#### Abstrak 4

Judul: Photofermentative hydrogen production using *Rhodobium marinum* from bagasse and soy sauce wastewater

A marine photosynthetic bacterial consortium was studied for its capability of hydrogen production using treated soy sauce wastewater and bagasse as a sole carbon source. Denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) profiles showed that the dominant bacterium in the bacterial consortium was *Rhodobium marinum*. The effects of treatments of soy sauce wastewater were tested for hydrogen production. The feedstock treatments included dilution, sterilization, neutralization and by adding sodium bicarbonate and yeast extract. The maximal cumulative hydrogen production was achieved up to  $200 \pm 67$  mL H<sub>2</sub> in the medium containing soy sauce and  $41 \pm 16$  mL H<sub>2</sub> from the hydrolyzed bagasse as substrate.

1. Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas?  
(tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:)

- ① Sangat mudah
- ② Mudah
- ③ Sulit
- ④ Sangat sulit

2. Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:

- ① Mudah untuk dipahami
- ② Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan
- ③ Sulit untuk dipahami

3. Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:

- ① Dipahami oleh setiap orang
- ② Dipahami oleh kebanyakan orang
- ③ Dipahami oleh sedikit orang saja

4. Jika tulisan di atas adalah abstrak dari sebuah tulisan di jurnal ilmiah, apakah Anda tertarik untuk membacanya lebih lanjut isi keseluruhannya?

- ① Ya (lanjut ke pertanyaan nomor 5)
- ② Tidak

5. Apakah Anda berminat untuk mengambil tugas akhir atau terlibat dalam penelitian dengan topik yang sama dengan abstrak di atas?

- ① Ya
- ② Sepertinya iya
- ③ Belum tahu
- ④ Sepertinya tidak
- ⑤ Tidak

## Abstrak 5

Judul: Integrated biogas-microalgae from waste waters as the potential biorefinery sources in Indonesia

Microalgae can produce not only bioenergy (e.g. bioethanol, biodiesel, biogas, and hydrogen) but also other value products (e.g. paraffin, olefin, glycerol, protein, anti-oxidant, pigment, plastic, etc.). To reduce the production cost, we could utilize the waste water streams as the growth medium. Microalgae cultivation can also be integrated with biogas system from agricultural waste waters (e.g. tapioca waste, palm oil mill effluent, and other agricultural wastes).

1. Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas?  
(*tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:*)
  - ① Sangat mudah
  - ② Mudah
  - ③ Sulit
  - ④ Sangat sulit
2. Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:
  - ① Mudah untuk dipahami
  - ② Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan
  - ③ Sulit untuk dipahami
3. Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:
  - ① Dipahami oleh setiap orang
  - ② Dipahami oleh kebanyakan orang
  - ③ Dipahami oleh sedikit orang saja
4. Jika tulisan di atas adalah abstrak dari sebuah tulisan di jurnal ilmiah, apakah Anda tertarik untuk membacanya lebih lanjut isi keseluruhannya?
  - ① Ya (lanjut ke pertanyaan nomor 5)
  - ② Tidak
5. Apakah Anda berminat untuk mengambil tugas akhir atau terlibat dalam penelitian dengan topik yang sama dengan abstrak di atas?
  - ① Ya
  - ② Sepertinya iya
  - ③ Belum tahu
  - ④ Sepertinya tidak
  - ⑤ Tidak

## Abstrak 6

Judul: Optimal design of fuel-cell, wind and micro-hydro hybrid system using genetic algorithm

The target of stand-alone hybrid power generation system was to supply the load demand with high reliability and economically as possible. An intelligent optimization technique using Genetic Algorithm is required to design the system. This study utilized Genetic Algorithm method to determine the optimal capacities of hydrogen, wind turbines and micro-hydro unit according to the minimum cost objective functions. The minimum cost values to these two factors. In this study, the cost objective function included the annual capital cost, annual operation maintenance cost, annual replacement cost and annual customer damage cost. The proposed method will be used to optimize the hybrid power generation system located in Leuwijawa village in Central Java of Indonesia. Simulation results showed that the optimum configuration can be achieved using 19.85 ton of hydrogen tanks, 21x100 kW wind turbines and 610 kW of micro-hydro unit respectively.

1. Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas?

(tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:)

- ① Sangat mudah
- ② Mudah
- ③ Sulit
- ④ Sangat sulit

2. Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:

- ① Mudah untuk dipahami
- ② Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan
- ③ Sulit untuk dipahami

3. Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:

- ① Dipahami oleh setiap orang
- ② Dipahami oleh kebanyakan orang
- ③ Dipahami oleh sedikit orang saja

4. Jika tulisan di atas adalah abstrak dari sebuah tulisan di jurnal ilmiah, apakah Anda tertarik untuk membacanya lebih lanjut isi keseluruhannya?

- ① Ya (lanjut ke pertanyaan nomor 5)
- ② Tidak

5. Apakah Anda berminat untuk mengambil tugas akhir atau terlibat dalam penelitian dengan topik yang sama dengan abstrak di atas?

- ① Ya
- ② Sepertinya iya
- ③ Belum tahu
- ④ Sepertinya tidak
- ⑤ Tidak

## Abstrak 7

Judul: Life cycle inventory analysis of waste wood to hydrogen for domestic energy sector. Case study: Indonesia

This study analyzes the cradle to gate total CO<sub>2</sub> emission of the bio-hydrogen supply chain system in Indonesia. Waste wood from forestry area collected as a feedstock of hydrogen power plant in the capital city of forestry area. A life cycle inventory as part of life cycle assessment methodology is used to evaluate the emission of the new energy system. The system boundary includes harvesting, collecting, chipping, delivering the feedstock and energy conversion process. The objective of this study is to identify the key indicators to minimize the CO<sub>2</sub> emission of the supply chain system of the bio-hydrogen from wasted wood. The results showed that the 7% of the potential bio-hydrogen in Indonesia could supply domestic sector energy demand for 134 cities. The energy system produces  $5.89 \times 10^7$  t-CO<sub>2</sub>/years. The energy conversion process contributes 86% of the total emission. The new system can reduce the CO<sub>2</sub> emission about 95% of domestic sector in 134 cities in Indonesia.

1. Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas?  
(tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:)

- ① Sangat mudah
- ② Mudah
- ③ Sulit
- ④ Sangat sulit

2. Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:
  - ① Mudah untuk dipahami
  - ② Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan
  - ③ Sulit untuk dipahami
3. Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:
  - ① Dipahami oleh setiap orang
  - ② Dipahami oleh kebanyakan orang
  - ③ Dipahami oleh sedikit orang saja
4. Jika tulisan di atas adalah abstrak dari sebuah tulisan di jurnal ilmiah, apakah Anda tertarik untuk membacanya lebih lanjut isi keseluruhannya?
  - ① Ya (lanjut ke pertanyaan nomor 5)
  - ② Tidak
5. Apakah Anda berminat untuk mengambil tugas akhir atau terlibat dalam penelitian dengan topik yang sama dengan abstrak di atas?
  - ① Ya
  - ② Sepertinya iya
  - ③ Belum tahu
  - ④ Sepertinya tidak
  - ⑤ Tidak

## Kuesioner untuk menilai tulisan tentang energi terbarukan dari biomassa

### Cara mengerjakan:

Anda dimohon untuk membaca ke-70 tulisan di bawah ini, kemudian jawablah pertanyaan-pertanyaan yang terdapat di bawah setiap tulisan tersebut.

### Profil responden

Usia	15 tahun – 20 tahun	<input type="checkbox"/>
	21 tahun – 25 tahun	<input type="checkbox"/>
	26 tahun – 30 tahun	<input type="checkbox"/>
	31 tahun – 35 tahun	<input type="checkbox"/>

Disiplin ilmu	Teknik	<input type="checkbox"/>
	MIPA	<input type="checkbox"/>
	Ekonomi	<input type="checkbox"/>
	Sosial	<input type="checkbox"/>
	Pendidikan	<input type="checkbox"/>
	Kedokteran	<input type="checkbox"/>
	Sastra	<input type="checkbox"/>
	Psikologi	<input type="checkbox"/>

## Teks Nomor 1

### KONSEP TERPADU MANFAATKAN LIMBAH BIOMASSA

KEBAKARAN di areal hutan dan perkebunan hingga menimbulkan polusi asap yang meluas terutama di Sumatera dan Kalimantan - sampai menyeberang ke Malaysia dan Singapura, kini mereda dengan datangnya hujan.

Kebakaran hutan dengan penyebab multifaktor termasuk karena ulah manusia, memang bukan sekali ini saja membuat heboh. Sudah beberapa kali kebakaran hutan terjadi, di antaranya tahun 1982, 1991, dan 1994, dengan kerugian material - termasuk karena musnahnya ratusan ribu hektar hutan - yang tak ternilai.

Namun kalau tahun-tahun sebelumnya hutan lebih banyak terbakar, tahun ini yang paling banyak terbakar adalah perkebunan. Dari total areal kebakaran hingga Oktober yang mencapai lebih dari 132.000 hektar, yang terbesar adalah perkebunan (87 persen), sedang hutan yang terbakar hanya 9 persen dan ladang penduduk 4 persen.

Perkebunan rupanya memanfaatkan teknik bakar ini untuk membuka lahan. Pantauan satelit menunjukkan, titik panas (hot spot) berasal dari areal perkebunan seluas 114.840 hektar.

Pembakaran memang ekonomis karena pengusaha tak perlu membersihkan sisa kayu dan biomassa lain. Dengan dibakar, semua jadi abu. Tetapi dampak negatifnya yang luar biasa, membuat pemerintah melarang sistem pembukaan ladang dengan bakar ini.

#### Pemanfaatan biomassa

Untuk memecahkan masalah polusi asap akibat pembakaran limbah kehutanan dan perkebunan, disebut limbah biomassa itu, Deputi Bidang Pengkajian Kekayaan Alam BPPT memperkenalkan konsep Kawasan Terbatas Biomassa (KTB).

Konsep ini menurut Ketua Kelompok Konversi Energi dan Rekayasa BPPT Ir Bambang Suchahyo MSc, merupakan suatu terobosan untuk membantu semua pihak baik Pemda, pengusaha, dan masyarakat dalam menangani secara aktif dan preventif kebakaran dan pascakebakaran, serta mengembangkan teknologi pemanfaatan biomassa baik untuk energi maupun untuk bahan baku industri.

Limbah biomassa yang merupakan limbah jasad hidup, merupakan pembuangan alamiah oleh tumbuh-tumbuhan dalam proses daur hidupnya yaitu rontoknya daun, buah, ranting dan kulit batang.

Limbah biomassa dapat berasal dari hasil sampingan proses pemanfaatannya oleh manusia seperti tongkol jagung, kulit kacang, sekam padi, kulit kopi, sabut kelapa, serbuk gergaji, dan tatal kayu.

Teknologi pemanfaatan limbah biomassa tanpa membakar, jelas Bambang yang juga mencetuskan konsep itu, menekankan pada teknologi tepat guna dengan mengindahkan aspek lingkungan. Beberapa produk teknologi yang siap dimanfaatkan dan ditawarkan dalam konsep KTB, sesuai prinsipnya tanpa membakar hutan itu antara lain, teknologi gasifikasi untuk pembangkit listrik dan penggerak pompa,

teknologi pengolahan seresah untuk produksi kompos, teknologi pembriketan, teknologi pembuatan tungku biomassa, teknologi pengeringan dan karbonisasi, dan teknologi pembuatan karbon aktif.

Teknologi-teknologi itu dikembangkan BPPT bekerja sama dengan industri, yaitu PT Boma Bisma Indra (BBI) Surabaya, CV Mohab Jakarta, CV Frin Takaru Tegal, dan Yayasan Dian Mandala Yogyakarta. Selain itu juga melibatkan perguruan tinggi yaitu Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, Universitas Tanjung Pura Kalimantan Barat, dan Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung.

#### Kerja sama

Untuk menerapkan konsep KTB, diperlukan pembangunan sistem pemantauan dan komunikasi untuk koordinasi dengan beberapa fasilitasnya antara lain kawasan pengawasan yang ditentukan dan dapat berpindah-pindah sesuai urgensinya. Kawasan itu dapat berupa perkebunan, areal hutan, ladang, atau pemukiman penduduk.

Dengan kriteria antara lain merupakan daerah yang rawan kebakaran, daerah hutan lindung yang memiliki kandungan batubara, daerah binaan, dan daerah perkebunan yang memiliki potensi limbah biomassa yang besar.

Di kawasan itu lalu perlu didirikan stasiun lapangan (base camp atau kantor) sebagai pusat kegiatan, pusat informasi dan pengolahan data yang dikirim dari UPL (Unit Pengamat Lapangan). Tiap propinsi yang menerapkan KTB harus memiliki minimal satu stasiun lapangan yang berstatus sebagai KTB cabang atau KTB wilayah.

Untuk mengirimkan data ke stasiun pusat disebut KTB Pusat, di Gedung BPPT Jakarta yang sekaligus menjadi pusat informasi, di tiap KTB daerah dilengkapi unit komunikasi data satelit ke KTB Pusat. Selain itu di KTB wilayah dibangun bengkel kerja lapangan dan satuan kerja di lokasi yang terpencar-pencar.

Karena mencakup lingkup kegiatan yang luas, pelaksanaan KTB melibatkan Pemda, lembaga riset, dan masyarakat. Dalam penerapan konsep KTB ini, Pemda dan perusahaan pemilik HPH/HTI/konsesi lahan merupakan unsur sentral. Pemda berperan mengembangkan KTB secara luas dan terarah, termasuk memberi input pada Pemerintah Pusat tentang status sumber biomassa di daerahnya.

Lembaga penelitian dalam konsep KTB itu, BPPT bertugas menjadi motivator dan koordinator kerja sama dengan badan lain yang menangani penelitian, penanggulangan kebakaran, rancang bangun, dan rekayasa. Strategi penyelenggaraan KTB dilakukan selain melalui penelitian dan pengembangan iptek biomassa antar-instansi dan institusi pendidikan di dalam dan luar negeri, pemasyarakatannya melalui pengembangan usaha kecil, dan diklat tenaga lapangan dan profesional.

#### Banyak manfaat

Melalui pemanfaatan teknologi, KTB akan memberi manfaat bagi masyarakat melalui penyediaan tenaga listrik, produksi bahan bakar, bahan baku kimia, bahan baku konstruksi, produk pertanian, produk kehutanan, disamping upaya penanggulangan kebakaran.

Pemanfaatan biomassa untuk energi termasuk pembangkit listrik dan industri nantinya diharapkan dapat meningkatkan pendapatan daerah dan pasokan listrik kepada masyarakat dan industri yang merupakan konsumen listrik terbesar. Penggunaan biomassa sebagai alternatif energi juga akan mengurangi konsumsi bahan bakar minyak, sehingga devisa dapat dihemat.

Program pemasyarakatan teknologi dalam konsep KTB ini diharapkan dapat memotivasi dan mengubah sikap masyarakat di daerah terpencil dan pengusaha hutan. Selain itu dalam memanfaatkan biomassa oleh masyarakat, dilakukan upaya persuasif agar mereka menggunakan cara yang menghasilkan nilai tambah lebih tinggi.

Produk biomassa yang dihasilkan di daerah umumnya dipasarkan hanya untuk memenuhi konsumsi setempat dan nilai tambahnya rendah, demikian pula nilai jualnya. Seperti pengambilan tanah "gambut mentah" yang dijual untuk media tanam atau penyubur lahan. Pengambilan sisa penebangan untuk kayu bakar.

Selain itu karena kemampuan finansial pengusaha di daerah, teknologi yang digunakan seadanya dan tradisional, misalnya tungku tradisional dari tanah liat yang rendah efisiensi energinya.

Sementara itu teknologi biomassa di antaranya dengan sistem gasifikasi yang lebih tinggi efisiensi energinya mempunyai prospek untuk dikembangkan. Hal ini karena harga jual bahan bakar minyak bumi semakin meningkat, sehingga penggunaan bahan bakar alternatif termasuk biomassa menjadi layak untuk dimanfaatkan. Tidak meratanya distribusi pasokan dan kebutuhan energi listrik, memungkinkan pemanfaatan teknologi biomassa untuk sumber energi di lokasi di luar jangkauan PLN.

Eksplorasi biomassa merupakan kegiatan yang tidak melibatkan pekerjaan berisiko tinggi dibanding dengan eksplorasi minyak bumi, dan geotermal. Meski demikian pemanfaatannya masih sangat rendah dan belum maksimal dibanding potensi yang sangat tinggi.

**Kuesioner Teks Nomor 1**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 2

### UMM KEMBANGKAN ENERGI MANDIRI

#### Bisa Memenuhi 50 Persen Kebutuhan Listrik Kampus

Universitas Muhammadiyah Malang akan mengembangkan sumber energi listrik mandiri untuk memenuhi 50 persen kebutuhan energi listrik di kampus. Tiga sumber pembangkit listrik yang akan dikembangkan, yakni tenaga air, biomassa, dan tenaga surya.

Rektor UMM Muhajir Effendy mengemukakan, pembangkit tenaga air ditargetkan beroperasi pada akhir tahun ini. "Saat ini proyek itu dalam tahap persiapan tender pengadaan," ujar Muhajir, Rabu (21/2) di Malang.

Pembangkit akan diinstalasi di Sungai Brantas yang mengalir di area Kampus UMM. Pembangkit itu ditargetkan menghasilkan daya 130 kilowatt pada musim kemarau dan 260 kilowatt pada musim hujan. "Potensi daya itu dihitung berdasarkan data debit air Sungai Brantas selama 15 tahun terakhir. Karena berada di kawasan hulu Brantas, air akan tetap mengalir sepanjang tahun," tuturnya.

Adapun pembangkit listrik tenaga biomassa dan tenaga surya, menurut Muhajir, masih dalam tahap pengembangan. Pembangkit tenaga surya ditargetkan akan memasok kebutuhan listrik khusus untuk penerangan. Studi pembangkit listrik tenaga surya dan biomassa juga akan dimanfaatkan untuk pengembangan tenaga listrik di pedesaan.

Khusus energi biomassa, pengembangan akan dipusatkan di kompleks Agro UMM. Selama ini kompleks itu dimanfaatkan sebagai tempat praktikum program-program studi pertanian dan peternakan.

Ketua Tim Teknis Pembangkit Mikro Hidro UMM Suwignyo menuturkan, seluruh pembangkit itu diperkirakan bisa memenuhi 50 persen kebutuhan energi Kampus UMM pada siang hari. Di malam hari, kebutuhan energi bisa dipenuhi dari separuh daya pembangkit air. Dengan demikian, sisa daya yang diproduksi bisa dijual kepada PLN. "Itu akan menjadi sumber penghasilan bagi kampus," ujarnya.

Pembangkit itu juga akan difungsikan sebagai laboratorium, terutama untuk program-program studi teknik. Pengoperasian pembangkit antara lain membutuhkan tenaga ahli bidang elektro, mesin, dan hidrologi. "Itu juga bisa menjadi salah satu sarana magang bagi mahasiswa," kata Suwignyo.

Pengoperasian pembangkit itu juga menjadi ujian bagi UMM untuk proyek serupa yang akan dimanfaatkan untuk kepentingan publik. "Kami akan diberi tanggung jawab menyurvei lokasi-lokasi yang bisa dijadikan tempat instalasi pembangkit tenaga air," kata Suwignyo.

**Kuesioner Teks Nomor 2**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### Teks Nomor 3

#### KOMPOR BERBAHAN BAKAR SAMPAH

Gas metana memiliki dampak pemanasan global 21 kali lipat dahsyatnya dibandingkan dengan karbon dioksida. Gas ini banyak dihasilkan dari proses pelapukan biomassa di sekitar kita. Namun, daya rusaknya terhadap lapisan ozon mudah dikurangi dengan cara mengubahnya menjadi energi yang dikenal sebagai biogas atau gas bio.

Soelaiman Budi Sunarto, pendiri PT Agro Makmur di Kabupaten Karangnyar, Jawa Tengah, melakukan hal tersebut. Baru-baru ini ia berhasil merancang alat yang diberi nama albakos, singkatan dari alat biogas konsumsi sampah. Sampah dikonsumsi untuk menghasilkan energi.

Albakos berupa tungku pembakaran tertutup atau tidak sempurna (anaerob). Bahan bakarnya harus berupa sampah organik atau disebut biomassa yang kering, seperti jerami, sekam padi, ranting pohon, kayu, ataupun limbah organik lain (seperti kulit durian, kertas, atau potongan rambut dari tukang pangkas rambut).

Albakos, karya inovator yang pernah dianugerahi "Usaha Kecil dan Menengah Award" (2008), "Entrepreneur Award" (2006), "Agrobisnis Award" 2004 tingkat nasional, ini ukurannya tidak terlampau besar. Tinggi albakos 95 sentimeter, berdiameter 50 sentimeter, dan berbobot 60 kilogram.

Alat albakos mudah diaplikasikan. Bukan hanya untuk skala rumah tangga di pedesaan, melainkan juga warga perkotaan juga dapat mengadopsinya.

Biomassa di pedesaan sangat melimpah, seperti jerami dan sekam padi. Namun, di perkotaan juga mudah ditemui biomassa kering, seperti ranting pepohonan, kertas, atau rambut dari pemangkas rambut.

"Sampah berupa potongan rambut manusia itu sangat bagus menghasilkan biogas," kata Suryadi, peneliti dari Pusat Teknologi Limbah Radioaktif Badan Tenaga Nuklir Nasional (Batan), yang turut membantu kegiatan riset PT Agro Makmur.

#### Produksi listrik

Budi mengatakan, albakos dapat digunakan dengan cepat untuk menghasilkan biogas. Hanya menunggu sekitar tujuh menit, biogas dapat diperoleh dari albakos. Yaitu setelah sumber panas dirambatkan (bukan dibakar) pada biomassa kering di dalam albakos yang ditutup rapat-rapat. Biogas yang dihasilkan lalu dialirkan melalui pipa.

"Sampah kering 6 kilogram di albakos menghasilkan biogas yang dapat menyalakan kompor selama dua jam," ujar Budi.

Selain itu, biogas dari albakos bisa menyalakan generator listrik berkapasitas 1.000 watt. Namun, untuk membangkitkan listrik dengan generator, kandungan metana di dalam biogas harus dimurnikan terlebih dahulu dengan alat purifikasi.

"Purifikasi itu juga mudah dibuat sendiri," kata Suryadi.

Pembuatan alat purifikasi dengan cara mengaktifkan batuan bentonit atau zeolit supaya dapat mengikat senyawa selain metana di dalam biogas.

Senyawa di dalam biogas selain metana (46-50 persen), juga terdapat karbon dioksida (25-45 persen), hidrogen (1-5 persen), hidrogen sulfida (0-3 persen), nitrogen (0-0,3 persen), dan oksigen (0,1-0,5 persen).

Cara mengaktifkan bentonit atau zeolit dengan cara memanaskannya sampai suhu 300 derajat celsius. Bahan itu kemudian didinginkan dan dikemas dalam wadah tertentu sehingga menjadi alat purifikasi yang dihubungkan dengan pipa saluran biogas dari albakos. Biogas yang melewati alat purifikasi ini menjadi metana yang mendekati kadar murni untuk menggerakkan generator listrik.

"Untuk menunjang penyaringan metana murni, dibutuhkan membran kasa mikron yang mudah dibeli di toko-toko bahan kimia," ujar Suryadi.

Budi mengatakan, penggunaan biomassa, seperti sekam padi, dapat memberi pendapatan samping berupa abu bahan pupuk organik.

Menurut Suryadi, biogas dapat dihasilkan dengan albakos secara terus-menerus. Caranya adalah dengan selalu mengisikan biomassa kering secara berkesinambungan.

Albakos yang dirancang Budi sudah dipasarkan dengan harga Rp 4 juta. Satu unit albakos dilengkapi dengan dua kompor dan kipas angin kecil yang digerakkan dengan baterai berkapasitas 25 watt di bawah tungku.

"Supaya lebih sederhana, bisa dibuat dengan drum bekas. Ukuran yang lebih besar juga memungkinkan produksi biogas lebih banyak lagi," kata Suryadi.

**Kuesioner Teks Nomor 3**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

#### Teks Nomor 4

Energi: POTENSI BIOMASSA CAPAI 147 JUTA TON

Potensi biomassa mencapai 147 juta ton per tahun. Biomassa yang berasal dari jerami dan sisa panen, tanaman liar berkarbohidrat, dan kotoran hewan itu diperkirakan bisa menghasilkan energi 470 gigajoule atau setara dengan 130,5 MWh.

Hal itu disampaikan Ketua Yayasan Damandiri Haryono Suyono dalam peluncuran Biomassa Energy Center di Jakarta, Selasa (27/4) malam. "Indonesia tidak saja kaya minyak dan gas, tetapi juga kaya biomassa. Itu bisa menjadi sumber energi alternatif bagi warga di pedesaan," kata Haryono.

Ia menjelaskan sebagian besar biomassa di Indonesia belum dimanfaatkan. "Padahal, perlu dilakukan pengembangan biomassa sebagai sumber energi tanpa membahayakan sektor pangan kita," kata Haryono.

Di Indonesia terdapat berbagai penelitian penggunaan biomassa sebagai sumber energi, khususnya untuk tanaman atau tumbuhan bukan pangan. Pusat Penelitian Energi Terbarukan Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS), misalnya, meneliti pembuatan bioetanol dari tumbuhan bukan pangan.

Kepala Pusat Penelitian Energi Terbarukan UMS Kusmiyati mengatakan, penelitiannya sejak 2007 menyimpulkan bahwa tumbuhan iles- iles (*Amorphophallus muelleri*) dan suweg (*Amorphophallus paeoniifolius*) bisa diolah menjadi bioetanol dengan mudah. "Dua tumbuhan itu bahan bioetanol yang baik karena kandungan karbohidratnya 65 persen. Iles- iles dan suweg juga bukan lagi tumbuhan pangan," kata Kusmiyati di Jakarta, Selasa.

Bahan bakar alternatif

Menurut Kusmiyati, bioetanol dari iles-iles dan suweg berpotensi menjadi bahan bakar alternatif bagi masyarakat pedesaan. "Pembuatan bioetanol itu sederhana dan tidak membutuhkan banyak tenaga. Jika akan ditanam, iles-iles dan suweg juga bisa ditanam di bawah tegakan hutan, tidak membutuhkan lahan tersendiri," kata Kusmiyati.

Pusat Penelitian Energi Terbarukan kini tengah mengembangkan destilator sederhana berkapasitas 400 liter per hari agar bioetanol iles-iles dan suweg bisa diproduksi masyarakat pedesaan. "Kami juga sudah selesai membuat kompor khusus bioetanol itu," katanya.

Haryono Suyono menyatakan, penelitian seperti yang dilakukan Kusmiyati tersebar di beberapa lembaga penelitian. Kebanyakan hasil penelitian itu tidak diterapkan sehingga tidak menjawab kebutuhan sumber energi murah di pedesaan.

"Karena itulah sejumlah ahli dan perusahaan swasta dari Indonesia dan Belanda berinisiatif mendirikan Biomassa Energy Center. Ini bukan perusahaan, melainkan lembaga kajian yang akan mengumpulkan berbagai penelitian biomassa agar menjadi teknologi terapan bidang energi dan bisa diproduksi secara mandiri di pedesaan," kata Haryono.

Pendirian Biomassa Energy Center itu melibatkan Yayasan Damandiri, sejumlah ahli dari Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, para ahli dari sejumlah perguruan tinggi di Belanda, dan sejumlah perusahaan swasta di Indonesia dan Belanda.

**Kuesioner Teks Nomor 4**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 5

### BIOMASSA, SUMBER ENERGI POTENSIAL

Tiga Guru Besar ITS Dikukuhkan Pekan Depan

Biomassa seperti rumput, jerami, ampas tebu, dan tandan kosong sawit bisa menjadi sumber energi alternatif. Di Indonesia, bahan-bahan ini murah dan melimpah. Teknologi pengolahan biomassa menjadi bioetanol juga sudah tersedia.

Masalah biomassa disampaikan dua guru besar dari Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS) yang akan dikukuhkan pada Senin (18/10). Mereka adalah Guru Besar Bidang Teknologi Biokimia Prof Arief Widjaja dan Guru Besar Bidang Bioteknologi Pengolahan Limbah Prof Soeprijanto.

Arief akan menyampaikan orasi ilmiah berjudul "Aplikasi Teknologi Biokimia dalam Pengadaan Energi Terbarukan di Indonesia". Soeprijanto membawakan orasi ilmiah berjudul "Biokonversi Lignoselulose dari Residu Limbah Pertanian menjadi Biofuel melalui Hidrolisis Enzim dan Fermentasi".

"Selain glukosa dan pati, biomassa bisa menjadi sumber energi alternatif potensial. Bahannya berlimpah dan murah. Namun, pengolahannya memang lebih rumit ketimbang menggunakan glukosa atau pati," ucap Soeprijanto.

Impor enzim

Semua tanaman pada dasarnya bisa disebut biomassa. Biomassa terdiri atas polimer kumpulan gula yang kompleks. Ini karena biomassa mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin.

Enzim diperlukan untuk memecah ikatan ketiga kandungan itu. Selulosa dan hemiselulosa lalu dipecah kembali menjadi jenis gula yang lebih sederhana.

Penelitian Arief difokuskan pada degradasi selulosa dan hemiselulosa ini. Saat ini, kata Arief, sudah bisa diproduksi enzim untuk mendegradasi selulosa dan hemiselulosa. Produksi enzim sangat diperlukan sebab selama ini Indonesia mengimpor enzim dari luar negeri, terutama Amerika Serikat dan Jepang, dengan harga sangat mahal.

Biaya produksi enzim ini, kata Arief, bisa lebih rendah dari seperempat harga jual enzim impor. Bahkan, apabila diproduksi secara massal, Arief meyakini harga bisa ditekan sampai sepersepuluhnya.

Enzim yang diproduksi adalah selulase dan xilanase. Selulase berfungsi memecah selulosa menjadi glukosa, sedangkan xilanase memecah hemiselulosa menjadi gula xilosa. Gula sederhana (glukosa dan xilosa) ini bisa diolah menjadi bioetanol, energi terbarukan.

Kompresor

Selain Arief dan Soeprijanto, pada 18 Oktober juga dikukuhkan Prof Herman Sasongko, guru besar dari Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri ITS. Herman akan menyampaikan orasi ilmiah berjudul "Identifikasi Gejala Compressor Stall melalui Observasi Lanjut Zona Aliran 3-Dimensi".

Herman mengupas adanya abnormalitas aliran yang bisa berakibat fatal pada kompresor. Aliran ini dinamakan aliran sekunder, aliran yang ortogonal terhadap arah gerakannya akibat tenaga gerak aliran tidak mampu menahan induksi tekanan balik secara ortogonal.

Akibat abnormalitas aliran ini, misalnya, terjadi inefisiensi serius yang memboroskan bahan bakar mesin jet.

**Kuesioner Teks Nomor 5**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 6

### ENERGI BARU TERBARUKAN

#### Bisnis PLTU Biomassa Prospektif

Medan, Kompas — Pengembangan bisnis pembangkit listrik tenaga uap biomassa yang menggunakan bahan bakar cangkang sawit, sekam padi, dan jenis limbah biomassa lain kian prospektif seiring perbaikan harga listrik dan dukungan pendanaan dari perbankan nasional. Namun, pengembangan pembangkit berbasis biomassa itu terkendala keterbatasan pasokan cangkang sawit karena banyak diekspor.

Terkait dengan hal itu, pemerintah mendorong perusahaan perkebunan kelapa sawit milik negara dan swasta yang memakai pembangkit listrik tenaga diesel berbahan bakar minyak agar beralih ke pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) biomassa. Pembangunan PLTU biomassa yang ramah lingkungan itu diharapkan bisa mengurangi ketergantungan terhadap BBM untuk pembangkit listrik.

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Jero Wacik menyampaikan hal itu dalam peresmian PLTU biomassa berkapasitas 2 x 15 megawatt di Kawasan Industri Medan 3, Medan, Sumatera Utara, Senin (9/7). Dengan perbaikan harga listrik dari PLTU biomassa, harga cangkang sawit untuk pembangkit akan naik sehingga pengusaha kelapa sawit akan memilih menjual cangkang sawit di dalam negeri.

#### Terbarukan

Pembangkit listrik berbasis biomassa di Medan itu milik PT Growth Asia, anak perusahaan Growth Steel Group (GSG), dengan bisnis inti industri baja terintegrasi. Pembangkit itu dibangun tahun 2011 dan memakai bahan bakar dari energi terbarukan, yakni cangkang sawit, sekam padi, bonggol jagung, dan serbuk kayu.

CEO Growth Steel Group Fadjar Suhendra mengatakan, untuk membangun PLTU biomassa 2 x 15 MW, pihaknya menginvestasikan dana Rp 220 miliar. Dari total kapasitas daya, 10 MW di antaranya digunakan untuk produksi GSG, 20 MW dijual ke PLN wilayah Sumatera Utara. Sebanyak 70 persen materi pembangunan merupakan produk lokal, tetapi generator pembangkit masih diimpor dari China.

Setiap hari dibutuhkan sekitar 600 ton material organik yang dibakar dengan material utama berupa cangkang sawit, sekam padi, kayu karet, dan serbuk kayu. Harga material tersebut berkisar Rp 200 sampai Rp 600 per kilogram.

"Ampas ubi juga bisa digunakan sebagai bahan bakar, tetapi belum ada pemasoknya," kata Fadjar.

**Kuesioner Teks Nomor 6**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 7

Energi Terbarukan: Biomassa Hasilkan Listrik 49.000 MW

Pembangkit listrik tenaga biomassa mulai diminati pemerintah kabupaten/kota untuk mengatasi limbah sekaligus memenuhi kebutuhan listrik. Limbah pertanian dan sampah perkotaan berpotensi menghasilkan listrik hingga 49.000 megawatt.

Sepuluh kota merintis pembangunan PLT biomassa. Kapasitas listrik yang dihasilkan masih 460 MW. Tahun 2015, daya listrik akan meningkat jadi 690 MW.

Hal ini disampaikan Maritje Hutapea, Direktur Bioenergi pada Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jumat (13/7), di Jakarta, dalam jumpa media dalam rangka penyelenggaraan Konferensi dan Pameran tentang Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE Conex) 2012 pada 17-19 Juli.

Menurut Maritje, pemanfaatan biomassa sebagai energi menggantikan bahan bakar fosil akan terus didorong karena dapat mengatasi emisi gas rumah kaca. "Pemanfaatan limbah organik dapat menekan emisi gas metan yang mempunyai daya rusak lebih besar dibandingkan gas karbon. Daya rusaknya terhadap lapisan ozon mencapai 23 kali lipat gas CO<sub>2</sub>," ujarnya.

Salah satu upaya Kementerian ESDM untuk mendorong pemanfaatan energi terbarukan adalah penetapan tarif listrik yang layak dari pembangkit energi biomassa. Melalui Peraturan Menteri ESDM Nomor 4 Tahun 2012, ditetapkan listrik dari limbah pertanian sebesar Rp 656 per kilowatt akan dibeli PLN. Adapun PLT biomassa dari industri kayu dan sampah kota masing-masing dihargai Rp 975 dan Rp 1.050 per kWh.

Pihak swasta yang membangun PLT biomassa akan diberi insentif Pajak Barang Impor dan Pajak Pertambahan Nilai. Ada Peraturan Menteri Keuangan Nomor 21/2010 tentang Pembebasan Bea Masuk untuk Komponen Pembangkit Energi Terbarukan Impor dan Permenkeu Nomor 130/2011 tentang Pengurangan Pajak Perusahaan dan Pertambahan Nilai.

Dalam penetapan tarif baru listrik dari energi terbarukan, termasuk biomassa, kata Yani Witjaksono, Wakil Sekjen Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia (METI), Menteri ESDM menerima masukan dan hasil kajian METI. METI juga akan mempersiapkan usulan tarif listrik dari energi angin dan sel surya.

Sebagai produsen minyak sawit mentah terbesar di dunia, Indonesia memiliki potensi limbah perkebunan kelapa sawit sangat besar. Perhitungan sementara, dari biomassa itu dapat dibangkitkan listrik hingga 49.000 MW.

Saat ini, dari PLT biomassa di Sumatera Utara yang memanfaatkan limbah kelapa sawit dihasilkan listrik 30 MW.

**Kuesioner Teks Nomor 7**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## **Teks Nomor 8**

Listrik: Gasifikasi Biomassa Prospektif

Pembangkit listrik tenaga biomassa memiliki prospek yang baik di Indonesia. Wilayah yang berupa kepulauan dan bahan baku yang melimpah menjadikan pembangkit ini cocok untuk sejumlah tempat yang belum terjangkau listrik.

Terkait dengan hal itu, PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan General Electric (GE) menandatangani surat pernyataan berkehendak (LOI) untuk mengembangkan proyek percontohan di Sumba, Nusa Tenggara Timur. Surat pernyataan berkehendak tersebut ditandatangani Dirut PT PLN Nur Pamudji dan Chief Executive Officer GE Indonesia Handry Satriago di sela-sela The 19th Conference of the Electric Power Supply Industry, di Bali Nusa Dua Convention Centre, Nusa Dua, Bali, Senin (15/10). Teknologi yang ditawarkan GE untuk pembangkit tenaga listrik tersebut adalah gasifikasi biomassa terintegrasi. Proyek ini diharapkan bisa menghasilkan tenaga listrik sebesar 1 megawatt untuk masyarakat terpencil di Sumba.

”Kesuksesan proyek percontohan pembangkit listrik di Sumba dan pulau-pulau lainnya ini akan menunjukkan kelayakan teknis dan ekonomi dari perluasan jaringan listrik ke daerah terpencil dengan menggunakan bahan bakar biomassa,” kata Nur Pamudji.

Handry Satriago mengatakan, pembangkit listrik tenaga biomassa memiliki prospek yang bagus karena bahan baku untuk gasifikasi biomassa ada di Indonesia.

Direktur GE Power and Water Asia Pacific Kazunari Fukui dalam perbincangan dengan wartawan mengatakan, keuntungan pembangkit ini adalah emisi gas buang yang dikeluarkan relatif kecil ketimbang pembangkit menggunakan minyak bumi.

Di beberapa negara, seperti Kamboja, bahan baku yang digunakan adalah sekam padi, sedangkan India menggunakan bambu. Di beberapa negara lain, limbah pertanian digunakan untuk bahan baku.

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Jero Wacik ketika membuka konferensi itu mengatakan, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral berkomitmen memaksimalkan pemanfaatan sumber energi baru dan terbarukan untuk sektor energi tersebut.

**Kuesioner Teks Nomor 8**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 9

Kilas Ekonomi: PLT Biomassa Jagung Pertama di Indonesia

Menteri Badan Usaha Milik Negara Dahlan Iskan meresmikan pembangkit listrik tenaga (PLT) biomassa berbahan jagung yang pertama di Indonesia. Pembangkit listrik berkapasitas 500 kilowatt yang berada di Kecamatan Pulubala, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo, tersebut dibangun untuk memanfaatkan sumber daya jagung yang ada di Gorontalo. "PLT biomassa di Pulubala ini memang masih kecil jika dibandingkan dengan kebutuhan listrik masyarakat kita. Semoga PLT ini bisa menjadi awal bagi pembangunan PLT biomassa yang lain, yang tak hanya dari jagung, tetapi juga cangkang sawit, pelepah kayu, dan sebagainya," ujar Dahlan, di Gorontalo, Senin (21/7). Biaya pokok produksi listrik di Gorontalo menggunakan bahan bakar minyak adalah Rp 2.900 per kilowatt per jam. Jika menggunakan tongkol jagung, ongkos produksi bisa ditekan menjadi Rp 1.058 per kilowatt per jam. Kebutuhan listrik di Gorontalo mencapai 78 megawatt dengan 187.000 pelanggan.

**Kuesioner Teks Nomor 9**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## **Teks Nomor 10**

Energi Terbarukan: Lahan Pengembangan Biomassa Disiapkan

Kementerian Kehutanan siap menyediakan lahan penanaman pohon untuk bahan baku energi biomassa. Hal itu untuk menghasilkan sumber energi alternatif dalam penyediaan listrik.

”Bukan hutan alam yang dimanfaatkan, melainkan hutan tanaman. Potensinya besar, banyak lahan hutan tanaman terbengkalai,” kata Staf Ahli Menteri Kehutanan Bidang Lingkungan dan Perubahan Iklim Yetti Rusli dalam lokakarya ”Pengembangan Energi Terbarukan Berbasis Biomassa di Sektor Kehutanan”, Rabu (27/8), di Jakarta.

Kapasitas pembangkit listrik pada 2013 sebesar 47.128 megawatt. Untuk itu, Indonesia butuh 2 juta hektar (ha) hutan pohon bahan baku pembangkit listrik tenaga biomassa (PLTB). Angka itu berdasarkan potensi energi dari produksi hutan rakyat di Bangkalan, Madura, Jawa Timur, seluas 412 ha yang ditanami kaliandra. ”Jika dikonversi ke PLTB, menghasilkan daya 4-4,5 megawatt setahun,” ujarnya.

Ketersediaan pohon bahan baku PLTB bisa berkelanjutan. Sekali ditanam, pohon bertahan 20-30 tahun, dengan produktivitas 10.000-15.000 batang per ha untuk masa panen satu tahun. ”Dari 1 ha lahan, dihasilkan 64 ton biomassa per tahun,” ujarnya.

Menurut Direktur Bina Usaha Hutan Tanaman Direktorat Jenderal Bina Usaha Kehutanan Kemenhut Gatot Soebiantoro, hutan tanaman untuk pertukangan dan bioenergi akan dimanfaatkan di lahan 400.000 ha. Ada 35 pemegang izin usaha pemanfaatan hasil hutan kayu dalam hutan tanaman industri berminat menyediakan sumber energi bagi PT Perusahaan Listrik Negara.

Kepala Divisi Energi Baru dan Terbarukan PLN M Sofyan menyatakan, PLTB berbahan baku kayu pelet cocok dikembangkan di luar Jawa.

**Kuesioner Teks Nomor 10**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## **Teks Nomor 11**

Energi Terbarukan: Limbah Sawit untuk Atasi Krisis Listrik

Pembangkit listrik tenaga biomassa gas limbah cair pabrik kelapa sawit yang sanggup menerangi lebih dari 1.000 rumah tangga diresmikan Wakil Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Susilo Siswo Utomo, di Desa Rantau Sakti, Kecamatan Tambusai Utara, Rokan Hulu, Riau, Selasa (16/9). Pembangkit berkekuatan 1 megawatt itu menjadi proyek percontohan pemanfaatan limbah kelapa sawit sebagai energi terbarukan untuk mengatasi krisis listrik di Indonesia.

"Kita harus bangkitkan energi listrik baru dan terbarukan untuk membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak (BBM)," kata Susilo.

Saat ini, PLN membangkitkan 1.430 MW pembangkit listrik tenaga diesel. Konsumsi bahan bakar 7 juta kiloliter. Satu MW membutuhkan sekitar 4.000 kiloliter per tahun. Kalau dibangun 1 MW, bisa membantu mengurangi konsumsi 4.000 kiloliter. Bayangkan jika 29 MW di Rokan Hulu terbangun. Terjadi penghematan dan membantu negara.

Selama ini, pemerintah kesulitan memenuhi kebutuhan BBM warga, termasuk untuk transportasi dan listrik. Karena itu, pemerintah perlu menyediakan anggaran 120 juta dollar AS per hari untuk membeli BBM. "Pemerintah sangat concern mengurangi impor. Kita harus hemat BBM," kata Susilo.

Warga setempat berharap pembangkit listrik tenaga biogas itu membuat mereka mendapatkan listrik yang memadai dan lebih murah. "Kami berharap adanya pembangkit ini bisa membantu kami, tidak perlu nyari-nyari solar buat generator listrik," kata Surono (50), warga Rantau Sakti.

Penu Supeno, warga lain, menilai, selama ini listrik di desanya hanya menyala malam hari sekitar 12 jam. "Selama ini kalau siang mati, tidak ada listrik. Jadi, kami harap nanti sepanjang hari kami bisa menikmati listrik," kata transmigran asal Semarang.

Desa Rantau Sakti terletak sekitar 215 kilometer dari Pekanbaru. Pembangkit di desa itu dibangun dengan dana APBN sebesar Rp 28 miliar. Pembangkit ini akan mengolah limbah cair pabrik pengolah sawit (POME) dari pabrik di Desa Ranta Sakti berkapasitas 45 ton tandan buah segar per hari. Dari pembangkit ini diharapkan dihasilkan daya listrik sebesar 1 MW untuk kebutuhan 1.050 rumah tangga di desa itu.

Bupati Rokan Hulu Achmad mengatakan, krisis listrik sangat berkaitan dengan pengembangan ekonomi dan keamanan. "Kami sangat berharap krisis listrik di Rohul (Rokan Hulu) teratasi. Kami punya potensi cukup tinggi, masih ada 29 pabrik kelapa sawit. Yang mengolah 60 ton sawit saja bisa menghasilkan 1 MW, padahal ada pabrik berkapasitas 90 ton," kata Achmad.

Luas areal kebun sawit di Riau sekitar 2,2 juta hektar. Produksinya 36 juta ton tandan buah segar per tahun. Itu menghasilkan 16,25 juta meter kubik limbah cair. Jika diolah diperoleh 90 MW listrik.

**Kuesioner Teks Nomor 11**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 12

Kelistrikan: Pengembangan Biomassa dan Biogas Dipermudah

Pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral memberikan kemudahan bagi pengembang pembangkit listrik tenaga biomassa dan biogas. Kemudahan itu berupa kewajiban bagi PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) untuk membeli listrik dari pengembang dan menaikkan harga beli listrik biomassa dan biogas. Langkah itu bagian dari upaya pemerintah mendorong pemanfaatan energi baru terbarukan untuk listrik.

Hal itu terungkap dalam sosialisasi Peraturan Menteri (Permen) ESDM Nomor 27 Tahun 2014 tentang Pembelian Tenaga Listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa dan Biogas oleh PT PLN, Rabu (22/10), di Jakarta. Hadir dalam acara itu Direktur Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM Jarman, Direktur Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi Kementerian ESDM Rida Mulyana, serta kalangan perbankan dan swasta.

Permen ESDM ini merevisi Permen Nomor 4 Tahun 2012 tentang Harga Pembelian Tenaga Listrik oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) dari Pembangkit Listrik yang Menggunakan Energi Terbarukan Skala Kecil dan Menengah atau Kelebihan Tenaga Listrik.

"Beda Permen ESDM No 27/2014 dengan Permen ESDM No 4/2012 adalah harga jual listrik dari tenaga biomassa dan biogas ke PLN lebih tinggi. Selain itu, pada permen yang baru diatur lebih rinci tentang prosedur pembangunan pembangkit listrik tenaga biomassa dan biogas. Pada Permen No 4/2012 tidak jelas pengaturannya," ujar Rida.

Pada Permen ESDM No 4/2012, harga pembelian listrik tenaga biomassa dan biogas Rp 975 per kilowatt jam (kWh) jika terkoneksi pada tegangan menengah dan Rp 1.325 per kWh jika terkoneksi pada tegangan rendah.

Pada Permen ESDM No 27/2014, harga pembelian listrik biomassa lebih tinggi, yakni Rp 1.150 per kWh, jika terkoneksi pada tegangan menengah dan Rp 1.500 per kWh pada tegangan rendah. Untuk biogas, harga pembeliannya Rp 1.050 per kWh pada tegangan menengah dan Rp 1.400 per kWh pada jaringan tegangan rendah.

"Berdasarkan hitungan tim kami, harga pembelian listrik pada Permen ESDM No 27/2014 akan menguntungkan pengembang pembangkit biomassa dan biogas. Hitungan investasinya, untuk setiap 1 megawatt kapasitas pembangkit, dibutuhkan sekitar 3 juta dollar AS," kata Rida.

Menaikkan rasio

Jarman mengatakan, Permen itu diharapkan membantu menaikkan rasio elektrifikasi di Indonesia yang saat ini sekitar 80,5 persen. Pada 2020, rasio elektrifikasi di Indonesia ditargetkan bisa mendekati angka 100 persen. Rasio elektrifikasi adalah perbandingan jumlah penduduk yang menikmati listrik dibandingkan jumlah penduduk keseluruhan.

"Listrik tenaga biomassa dan biogas lebih hemat ketimbang menggunakan diesel. Ini cocok di daerah terpencil yang banyak menggunakan solar untuk pembangkit listrik tenaga diesel sehingga ongkos subsidiya bisa ditekan," kata Jarman.

Menurut Jarman, seiring bertambahnya jumlah penduduk dan angka pertumbuhan ekonomi, kebutuhan listrik di dalam negeri bisa lebih dari 6.000 megawatt per tahun. Pengembangan listrik biomassa dan biogas dapat membantu menambah pasokan kebutuhan listrik dalam negeri selain mengandalkan batubara dan minyak.

Potensi besar

Berdasarkan data di Kementerian ESDM, potensi biomassa di Indonesia sekitar 32.654 megawatt. Dari jumlah itu, baru 1.716,5 megawatt yang dimanfaatkan untuk listrik. Energi biomassa didapat dari limbah kehutanan, pertanian, kelapa sawit, industri kertas, dan industri tapioka.

Rida memaparkan, di Indonesia ada sekitar 800 pabrik pengolahan sawit. Jika satu pabrik menghasilkan listrik 1 megawatt dari limbah sawit, secara keseluruhan akan dapat dihasilkan listrik 800 megawatt dari limbah sawit.

Saat ini, pemakaian energi baru terbarukan (EBT) sekitar 5 persen dari seluruh bauran energi dalam negeri. Porsi terbesar berasal dari minyak (49 persen), disusul batubara (24 persen) dan gas (22 persen).

**Kuesioner Teks Nomor 12**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### **Teks Nomor 13**

Kelistrikan: Pembangkit Biomassa untuk Indonesia Timur

Pelaku usaha dari Indonesia bagian timur yang tergabung dalam Siner Energy menandatangani nota kesepahaman dengan Pemerintah Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan dan PT PLN Enjiniring untuk membangun pembangkit listrik tenaga biomassa. Pembangkit listrik berbahan bakar limbah kayu ini dinilai sesuai untuk daerah terpencil.

”Kerja sama ini juga dengan negara maju, seperti Amerika Serikat dan Uni Emirat Arab. Bahannya mudah, berupa kayu buangan yang ada di lahan terpencil,” kata Wakil Ketua Umum Kamar Dagang dan Industri (Kadin) Indonesia Bidang Koordinator Wilayah Timur Salahuddin Sampetoding se usai penandatanganan nota kesepahaman, di Jakarta, Jumat (21/11).

Menurut Salahuddin, saat ini sudah ada tawaran teknologi pembangkit listrik biomassa dari Jerman dan Tiongkok. Namun, masih akan dikaji oleh PT PLN Enjiniring sebagai konsultan pembangunan pembangkit listrik tenaga biomassa.

Direktur Utama PT Daya Kali Waktu Energi Riza Suarga mengatakan, bahan baku pembangkit listrik akan diambil dari tanaman *Gliricidia sepium* atau gamal dan kaliandra merah. Meski demikian, disesuaikan ketersediaan lahan dan bibit.

Riza menambahkan, pihaknya masih mengkaji kapasitas pembangkit listrik yang hendak dibangun. Lahan yang dibutuhkan diperkirakan 2.000 hektar.

”Saat ini, kebutuhan untuk satu kabupaten 4-7 megawatt. Bisa jadi kami akan membangun hingga 10 megawatt,” kata Riza.

Menurut Riza, nilai investasi pembangunan 10 megawatt sekitar 20 juta dollar AS. Selain itu perlu pengembangan lahan biomassa sekitar 5 juta dollar AS. Dengan demikian, biaya yang diperlukan mencapai 25 juta dollar AS atau sekitar Rp 300 miliar.

”Tarif listrik di Indonesia timur sekarang sekitar Rp 1.200 per kilowatt jam (kWh) atau 10 sen dollar AS. Perhitungan kami, dengan harga 8 sen dollar, sudah layak untuk dibangun,” kata Riza.

Direktur Utama PT PLN Enjiniring Zainal Abidin Sihite mengatakan, pembangkit listrik dari biomassa menjadi pilihan karena sifatnya yang terbarukan.

**Kuesioner Teks Nomor 13**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 14

### Manfaat Gambut Kurang Disebut

DENGAN terus menggali dan menggali potensi alamnya, Negeri Nusantara ini barangkali mampu menepis ancaman akan kekurangan sumberdaya energi hingga dapat bernafas lega menghadapi masa depan. Karena tanpa memasukkan minyak dan gas saja, berbagai potensi pembangkit energi lainnya baik yang tidak terbarukan maupun yang terbarukan masih termasuk melimpah. Sebut saja, batubara, panas bumi, air, angin, surya, termasuk biomassa semua ramai dimanfaatkan.

Namun ada satu yang terbilang langka disebut-sebut dan dipedulikan orang, yaitu gambut. Padahal tanah organik yang dapat menjadi bahan bakar ini sudah dikenal di Indonesia pada akhir abad ke 18 ketika ekspedisi Captain Merger menemukannya di Siak Sri Indrapura, Riau. Istilah gambut sendiri diambil dari nama sebuah kecamatan gambut di Kalimantan Selatan sedangkan di Kalbar lazim disebut sepuk.

Yang dinamai gambut atau sepuk ini tak lain dari bahan organik sisa tumbuhan yang terurai secara lambat sampai ribuan tahun dalam kondisi jenuh air. Lapisan gambut setebal satu meter terbentuk dari akumulasi lebih dari 1000 tahun dan 10 juta hektar tumbuhan rawa, 5 - 10 persen diperkirakan dapat dieksploitasi untuk industri. Unsur utama pembentuk gambut terdiri dari karbon, hidrogen, nitrogen, dan oksigen. Unsur lainnya aluminium, silisium, natrium, sulfur, fosfor, dan kalsium dalam bentuk terikat.

### Dianggap kendala

Meskipun telah dua abad lampau ditemukan dan populer di negara lain seperti Kanada, wilayah bekas Uni Soviet, AS, dan Finlandia, endapan gambut sampai akhir dasawarsa tujuh puluhan di Indonesia, menurut Siswadi Rahardjo dari PT Jaakko Poyry, dalam simposium teknologi Finlandia untuk efisiensi energi bulan lalu di Jakarta, belum dipandang sebagai sumberdaya, sebaliknya dianggap sebagai kendala dalam pembukaan lahan pertanian dan prasarana di sebagian besar dataran rendah pantai timur Sumatra dan Kalimantan.

Hambatan ini kemudian berusaha disingkirkan melalui berbagai penelitian, yang antara lain menunjukkan bahwa areal gambut seluas 26 juta hektar yang tersebar di Sumatra, Kalimantan dan Irian Jaya, mendudukkan Indonesia sebagai negara terbesar ke empat cadangan gambutnya di dunia setelah Kanada (170 juta ha), bekas Uni Soviet (150 juta ha) dan AS (40 juta ha).

Dengan cadangan ini, gambut menawarkan alternatif lokal yang sangat kompetitif untuk produksi energi. Gambut dapat menjadi pilihan energi yang penting di Indonesia untuk beberapa industri dan pembangkit daya, karena banyak pabrik khususnya di Sumatra dan Kalimantan terletak dekat dengan sumberdaya gambut.

Ini disimpulkan melalui proyek percobaan produksi gambut untuk bahan bakar pembangkit tenaga listrik di Palangkaraya pada tahun 1985 - 1987. Proyek yang dilaksanakan Departemen Pertambangan dan Energi Indonesia bekerjasama dengan Jaakko Poyry Energy Oy Finlandia menunjukkan bahwa produksi gambut dalam bentuk serbuk cocok untuk bahan bakar pembangkit listrik skala industri.

Pada tahun 1986, BPPT bekerjasama dengan VTT Tech dan IVO International Finlandia juga mengadakan penelitian mengenai potensi dan status tanah gambut di Indonesia, untuk mempersiapkan rencana induk pengembangan riset gambut di masa depan. Kerjasama ini mencakup evaluasi sumberdaya, manajemen operasi, produksi, proses dan pengelolaan gambut, termasuk pula pemasaran.

Finlandia sendiri negara yang cadangan gambutnya setingkat di bawah Indonesia (10 juta hektar), mensuplai industri dan instalasi pembangkit daya dengan bahan bakar gambut. Jumlah pasokan energi total dari gambut kira-kira 12 - 14 juta mWh pertahun, yang sama dengan satu juta ton lebih bahan bakar minyak.

Di Indonesia, perusahaan pertama yang menggunakan gambut untuk produksi energi adalah PT Indah Kiat Pulp dan Paper Corporation. Indah Kiat telah membangun Fluidized Bed Boiler khusus untuk penggilingan gambut. Produksi gambut dari areal seluas 30 hektar dimulai bulan Maret 1990 di Perawang, Riau Sumatra. Operasi pengeringan pertama dan pembersihan permukaan dimulai hanya setengah tahun sebelum produksi dimulai.

#### Potensi Gambut

Pada daerah gambut yang potensial di Sumatra dan Kalimantan beberapa keuntungan dalam penggunaan sumberdaya gambut dapat diraih. Gambut yang melimpah mudah di dapat, tidak mengalami fluktuasi harga, dan menghasilkan energi yang murah bahkan untuk pabrik yang kecil. Bahan bakar ini dapat mengganti penggunaan minyak dan gas, mudah terbakar dipadukan dengan limbah kayu, minyak, dengan efek lingkungan yang kecil. Pemanfaatan tanah organik ini berarti pula penyediaan lapangan kerja bagi penduduk pedesaan. Daerah yang tidak produktif dan sulit dijangkau ini dapat dikelola untuk kebutuhan yang berguna seperti pertanian.

Dalam mencapai daya guna tinggi, endapan gambut diproduksi untuk bahan bakar boiler yang uap panasnya dipakai untuk pembangkit listrik dan proses industri, misalnya dalam pengolahan hutan tanaman industri (HTI) dan perkebunan.

Selain sebagai sumberdaya untuk keperluan boiler pada industri, masih setumpuk lagi kegunaan gambut ini. Yaitu menjadi media semai pada pembibitan untuk HTI, perkebunan, dan pada hortikultura. Keunggulan gambut untuk media semai adalah bersih dan besar butir seragam. Karena ringan dan tidak rapuh sangat menguntungkan untuk pengangkutan. Daya serap airnya tinggi (40 - 50 persen). Setelah rawa dikeringkan, pemanenan gambut untuk hortikultura dilakukan dengan penggilingan permukaan atau abrading. Dengan teknik ini dapat dilakukan sekitar 15 kali panen pertahun, dengan hasil 500 meter kubik perhektar.

Gambut tropis dengan kandungan kayunya, tahan terhadap proses dekomposisi yang besar. Sekitar 10 - 20 persen dari volume total gambut, merupakan bahan baku yang baik untuk pembuatan arang atau kokas. Masyarakat sekitar danau Toba telah mulai memanfaatkan potensi ini dalam pembuatan arang. Karena sifatnya itu gambut digunakan pula sebagai bahan campuran pada industri kimia, dan lumpur bor.

Lahan bergambut tebal pada umumnya kurang produktif untuk pertanian atau kehutanan karena miskin hara. Setelah produksi gambut yang tersisa relatif tipis sekitar satu hingga dua meter. Pendalaman parit produksi atau pemompaan dari kolam pengendap akan memperkaya unsur hara dalam gambut tipis tersebut. Selanjutnya lahan ini dapat dimanfaatkan antara lain untuk pertanian, perkebunan, dan hutan tanaman industri.

Gambut merupakan faktor penting yang dapat mencegah kerusakan lingkungan akibat pengupasan topsoil atau lapisan atas yang subur, sehingga tidak dapat dimanfaatkan dalam waktu lama. Kerusakan lahan akibat pengupasan topsoil dapat terjadi pada persemaian skala besar.

Gambut sebagai sumber daya alam, dapat memberikan banyak manfaat, namun masih memiliki segi minus. Menurut Siswadi pengangkutan gambut basah untuk dikeringkan di tempat lain, yang selama ini diterapkan merupakan pemborosan baik biaya maupun waktu yang besar dibandingkan dengan pengeringan di lahan gambut dengan drainasi gaya berat dan memanfaatkan energi surya, sebelum diangkut. Selain itu penambangan gambut mengundang kekhawatiran terjadinya genangan atau kubangan yang merusak keindahan dan mengganggu lingkungan.

Karena itu, endapan gambut yang mempunyai sifat khas yang berbeda, rencana pemanfaatannya harus dilakukan secara teliti dan khusus. Keselarasan penataan waktu kegiatan sangat penting mengingat produksi gambut sangat tergantung pada kondisi iklim setempat, meliputi distribusi hujan harian, penyinaran matahari, dan kondisi air.

**Kuesioner Teks Nomor 14**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluakah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 15

### PLTD KOMERSIAL BERBAHAN BAKAR SEKAM DIOPERASIKAN

Sekam padi yang selama ini hanya menjadi limbah, kini bisa dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif sumber tenaga listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) komersial pertama yang menggunakan bahan bakar sekam padi diresmikan pengoperasiannya, Selasa (2/9), di kompleks penggilingan padi milik PT (Persero) Pertani di Desa Haurgeulis, Kecamatan Haurgeulis, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat.

PLTD berkekuatan 1 x 100 kilowatt (kW) yang dibangun PT Indonesia Power dan PT Pertani itu diresmikan oleh Direktur Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Ratna Arianti yang didampingi Direktur Utama PT Indonesia Power Firdaus Akmal.

Prinsip kerja PLTD berbahan bakar sekam padi itu adalah mencampurkan gas hasil gasifikasi sekam padi pada temperatur tinggi dengan bahan bakar minyak (BBM) di dalam ruang bakar motor diesel yang menggerakkan turbin untuk menghasilkan tenaga listrik.

Menurut Firdaus, pencampuran BBM dengan gas sekam padi dapat menghemat pemakaian BBM hingga 80 persen dari jumlah pemakaian semula, sehingga biaya operasional untuk membangkitkan listrik dengan daya yang sama dapat berkurang jauh. Sebagai gambaran, jika PLTD berkapasitas 100 kW dioperasikan penuh dengan menggunakan BBM, dibutuhkan 0,3 liter BBM per kWh (kilowatt hour). Sementara jika ditambahkan gas sekam padi, hanya dibutuhkan 0,06 liter per kWh ditambah sekam padi sebanyak 1,5 kg per kWh.

Menurut Firdaus, dengan potensi produksi sekam di seluruh Indonesia yang mencapai rata-rata 43 persen dari total produksi padi, yaitu sekitar 50 juta ton per tahun, maka potensi tenaga listrik yang dapat dihasilkan dari PLTD berbahan bakar sekam ini mencapai 1.600 megawatt (MW) per tahun.

Untuk sementara, PLTD itu baru dioperasikan untuk memenuhi kebutuhan listrik mesin-mesin penggilingan padi milik PT Pertani di Haurgeulis.

Ratna Arianti mengatakan, pemerintah sangat mendukung usaha-usaha pembuatan pembangkit listrik dengan sumber tenaga yang dapat terbarukan. Menurut dia, perkembangan teknologi kelistrikan di masa depan memang diarahkan untuk pemanfaatan sumber-sumber terbarukan, seperti tenaga angin, surya, biomassa, gelombang laut, dan mikrohidro atau PLTA skala kecil.

**Kuesioner Teks Nomor 15**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 16

### BIOMASSA SUMBER ENERGI BERPOTENSI

Dibandingkan energi lain yang terdapat di Indonesia, biomassa merupakan sumber energi terbesar yang dapat dimanfaatkan. Energi terbarukan ini dapat dikembangkan lewat Mekanisme Pembangunan Bersih (Clean Development Mechanism), yang mendorong kegiatan investasi dalam proyek pengurangan gas rumah kaca oleh negara maju, yang pelaksanaannya dilakukan di negara berkembang.

Demikian sambutan Wakil Kepala BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi), Dr Marzan Aziz Iskandar dalam acara pengukuhan para Ahli Peneliti Utama BPPT di Jakarta, Rabu (28/4). Prof Dr Umar Anggara Jenie selaku Ketua Majelis APU, mengukuhkan Amiral Aziz MSc, Dr Ir Petrus Panaka MSc, dan Dr Ir Yudhi Soetrisno Garno MSc.

Amiral Aziz adalah peneliti bidang kinerja sistem energi, konversi, dan konservasi energi. Petrus Panaka di bidang konversi kimiawi dan pembakaran bahan bakar, sedang Yudhi Soetrisno Garno meneliti manajemen kualitas perairan.

Menurut Marzan, di Indonesia terdapat berbagai potensi sumber daya energi terbarukan termasuk biomassa. Potensi energi ini sangat besar, 245,5 juta ton per tahun yang berasal dari limbah hutan, perkebunan, pertanian, dan sampah.

Strategis dikembangkan

Pengembangan potensi sumber daya energi biomassa, menurut Marzan menjadi sangat strategis jika dihubungkan dengan isu lingkungan, baik nasional maupun internasional. "Apalagi akhir-akhir ini sampah menjadi masalah krusial dan sulit diatasi dengan teknologi pengelolaan sampah konvensional," katanya.

Dari pengembangan konversi biomassa menjadi bahan bakar atau sumber energi, ada dua manfaat yang diharapkan yaitu pengadaan energi dan pembersihan lingkungan. Kedua hal tersebut menunjukkan strategisnya pengembangan konversi tersebut di Indonesia. Ia berharap penelitian, pengembangan, dan rekayasa di bidang ini bisa terus dilakukan untuk menjamin penyediaan energi yang menunjang pembangunan berkelanjutan.

Amiral mengemukakan, pengembangan proyek energi terbarukan di Indonesia masih terhambat oleh biaya pembangkitan yang lebih tinggi dibanding sistem pembangkit energi fosil. Karena itu pertumbuhan penggunaan energi terbarukan tidak bertambah secara signifikan. Peluang untuk mendapat hasil penjualan kredit rumah kaca dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan proyek energi terbarukan yang potensial di Indonesia seperti panas bumi, mikro hidro, biomassa, surya, dan angin.

Pengembangan proyek CDM kapasitas kecil untuk energi terbarukan berpeluang besar di Indonesia. Pada keputusan COP 7 disebutkan energi terbarukan untuk kapasitas tidak lebih dari 15 MW dan proyek energi yang mengemisi kurang dari 15 kiloton CO<sub>2</sub> per tahun akan mendapat perlakuan khusus untuk diterapkan segera melalui prosedur yang sederhana dan jalur yang cepat.

## Pasar karbon global

Laporan National Strategi Study on CDM yang dikeluarkan KLH pada tahun 2001 permintaan pasar karbon global sekitar 800 juta ton CO<sub>2</sub> per tahun, 125 juta ton di antaranya dapat dilakukan melalui CDM.

Lebih lanjut diuraikan Marzan, saat ini Indonesia masih memiliki cadangan bahan bakar fosil relatif besar. Minyak bumi sekitar 10 miliar barrel, gas alam 180 triliun kaki kubik, dan batu bara berkualitas baik 15 miliar ton.

Namun, jika kebutuhan sumber daya energi yang makin meningkat dengan bertambahnya jumlah penduduk dan intensitas pembangunan yang dilakukan hanya mengandalkan pada eksploitasi sumber daya tersebut, maka tanpa penemuan cadangan baru cadangan minyak akan habis sekitar 20 tahun dan gas alam 50 tahun.

"Hanya cadangan batu baralah yang masih dapat dimanfaatkan lebih dari 100 tahun," tambah Marzan.

"Oleh karena itu, perlu dipikirkan pengadaan energi alternatif yang dalam jangka pendek dapat menahan laju ekstraksi sumber daya energi fosil dan dalam jangka panjang dapat menjadi penggantinya," ujarnya.

**Kuesioner Teks Nomor 16**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 17

### UBAH BIOMASSA JADI BAHAN BAKAR

Pencabutan subsidi bahan bakar minyak di satu sisi merupakan musibah karena akan menaikkan biaya produksi.

Namun, di sisi lain menjadi berkah karena akan menghidupkan kembali upaya mencari sumber energi alternatif yang terbarukan, seperti yang dilakukan Robert Manurung dan timnya di ITB dengan eksplorasi minyak jarak dari tanaman jarak pagar (*Jatropha Curcs L*) untuk bahan bakar (Kompas, 15 Maret 2005).

Bahan bakar biologi tidak dapat mengganti sepenuhnya bahan bakar fosil karena luas lahan pertanian tidak cukup tersedia. Namun, konversi biomassa dari berbagai sumber (termasuk limbah) dapat menjadi sumber energi alternatif sehingga akan mengurangi ketergantungan pada minyak. Tantangan saintis tidak hanya menemukan cara baru menghasilkan bahan bakar yang bermanfaat tetapi juga membantu politisi agar membuat kebijakan bahan bakar yang berbiaya rendah.

Diperkirakan 75 persen berat kering biomassa (massa total organisme hidup) dedaunan dan kayu terdiri dari karbohidrat (gula, pati, hemiselulosa, dan selulosa). Beberapa proses kini telah diuji coba untuk mengonversi karbohidrat menjadi bahan bakar (Gambar 1), misalnya: 1, pembuatan minyak bio melalui pirolisis biomassa, 2, produksi alkana atau metanol melalui proses sintesis Fischer-Tropsch dari campuran gas CO dan H<sub>2</sub> yang diturunkan dari biomassa, dan 3, konversi gula dan metanol menjadi hidrokarbon aromatik dengan bantuan zeolit.

Konversi glukosa menjadi etanol adalah proses yang secara luas telah dilakukan untuk memproduksi bahan bakar cair biomassa. Namun, efisiensi energi yang dihasilkan pada proses itu masih belum ekonomis, karena nilai efisiensi energi (perbandingan antara nilai kalor etanol dan energi yang diperlukan untuk memfermentasi etanol), misalnya dari produksi etanol dari jagung adalah 1,1. Sekira 67 persen dari energi yang diperlukan untuk produksi etanol itu dikonsumsi untuk proses fermentasi/distilasi, yang separuhnya dipakai hanya untuk mendistilasi etanol dari air.

Bahan bakar kendaraan (bensin dan solar) memiliki struktur molekul dengan perbandingan atom hidrogen dan karbon sebesar dua (atau „CH<sub>2</sub>“). Etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) dapat dikonversi menjadi bahan bakar hidrokarbon („CH<sub>2</sub>“) melalui proses yang dikatalisis oleh zeolit.

Ada proses pembuatan bahan bakar cair lain dengan nilai efisiensi 2,2, yang sedikit lebih baik dari fermentasi etanol. Yaitu proses pembuatan alkana dari larutan karbohidrat yang melibatkan pemisahan spontan alkana dari air.

James A Dumesic dan timnya dari Departemen Teknik Kimia dan Biologi, Universitas Wisconsin, Madison, AS, telah berhasil mengubah sorbitol (gula alkohol dari glukosa) cair menjadi heksan. Dumesic menggunakan katalis yang mengandung asam (seperti SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan logam (seperti Pt atau Pd) berturut-turut untuk mengatalisis reaksi dehidrasi dan hidrogenasi. Hidrogen untuk reaksi ini dapat dihasilkan dari pembentukan ulang sorbitol fasa cair pada reaktor yang sama atau pada reaktor terpisah tanpa katalis logam yang berharga. Keseluruhan reaksi pembuatan heksan adalah reaksi pelepasan panas

(eksoterm), di mana 1,5 bagian pereaksi sorbitol ( $C_6H_{14}O_6$ ) dikonversi menjadi 1,0 bagian produk heksan ( $C_6H_{14}$ ).

Alkana yang dihasilkan dari dehidrasi/hidrogenasi karbohidrat di atas merupakan sumber bahan bakar yang terbarukan. Dan, bahan bakar ini menjadi pelengkap dari produksi biodiesel yang bersumber dari minyak-minyak tumbuhan dan lemak binatang. Sayangnya, sifat heksan yang mudah menguap membuat senyawa ini sebagai aditif bahan bakar bernilai rendah. Oleh karena itu, produksi bahan bakar cair berkualitas tinggi dari karbohidrat memerlukan pembentukan alkana rantai panjang. Ini akan mungkin dicapai dengan memperpanjang rantai karbon-karbon dari karbohidrat asal sebelum memprosesnya dengan dehidrasi/hidrogenasi fasa cair (HFC).

Dumesic dan timnya memperbaiki proses pembuatan alkana cair yang berantai panjang (dari C sampai C15) dari glukosa. Seperti yang diungkap dalam Science 3 Juni 2005, bahan bakar alkana rantai panjang yang dibuat dari karbohidrat berguna sebagai bahan bakar bebas sulfur. Perbaikan proses yang dilakukan tim Dumesic ini menghilangkan proses detilasi yang mahal, karena pemisahan produk hidrokarbon dari fase cair sangat sederhana.

Pada kondisi reaksi DHFC, ikatan glikosidik yang terdapat dalam gula disakarida misalnya akan terputus. Pembentukan ikatan karbon-karbon antara karbohidrat dan turunannya dapat dilakukan melalui berbagai rute reaksi kimia (Gambar 2, yang intinya lewat dehidrasi (dikatalisis asam) dan diikuti kondensasi aldol (dikatalisis basa) untuk membentuk molekul organik yang lebih besar. Pada proses DHFC, pereaksi organik yang larut dalam air tidak dapat dipakai untuk membuat alkana karena 20 sampai 50 persen pereaksi itu diubah menjadi arang di permukaan katalis.

Sistem reaktor empat fasa yang dirancang untuk reaksi DHFC terdiri dari 1, aliran masuk larutan mengandung pereaksi organik larut air, 2, aliran masuk alkana heksadekan, 3, aliran masuk gas  $H_2$ , dan 4, katalis padat ( $Pt/SiO_2-Al_2O_3$ ). Pada saat dehidrasi/hidrogenasi berlangsung, pereaksi organik cair menjadi lebih hidrofob, dan kemudian aliran alkana heksadekan menyapu spesies hidrofob itu dari katalis sebelum mereka mengubahnya menjadi arang.

Untuk pengesetan industri, alkana yang diproduksi dari hasil reaksi DHFC dapat didaur ulang ke reaktor dan digunakan untuk pereaksi organik. Selama proses dalam sistem reaktor empat fasa, heksadekan cukup stabil dan hanya sebagian kecil yang terurai menjadi senyawa yang berantai lebih pendek.

Jenis produk rantai alkana yang dihasilkan dalam DHFC ini tergantung dari masukan pereaksi organik yang ditambahkan untuk memperpanjang rantai. Penambahan furfural terhidrogenasi dalam reaksi kondensasi aldol menghasilkan alkana C9 dan C10.

Sementara, penambahan furfuralaseton (1:1) terhidrogenasi menghasilkan alkana C7 dan C8. Penambahan 5-hidroksimentilfurfural (HMF) dan aseton (1:1) yang dihasilkan dari fermentasi glukosa menghasilkan produk alkana C8 sampai C15.

Pengubahan karbohidrat alkana cair perlu tempat menyimpan hidrogen dalam jumlah besar, karena satu molekul hidrogen digunakan untuk mengubah tiap-tiap atom karbon dalam pereaksi karbohidrat menjadi alkana.

Produk alkana cair menahan 90 persen kandungan energi dari tulang punggung karbohidrat berperan sebagai pembawa energi efektif untuk kendaraan bermotor, mirip peran karbohidrat sebagai senyawa penyimpan energi senyawa penyimpan energi pada makhluk hidup.

Secara saintifik telah dibuktikan, bahan bakar cair dapat dibuat dari biomassa. Peningkatan lebih lanjut pada sisi teknologi masih perlu dilanjutkan, misalnya mengurangi reaksi pembentukan arang dan mengembangkan katalis baru yang stabil dan berumur panjang, agar biaya produksi dapat ditekan.

**Kuesioner Teks Nomor 17**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 18

BAHAN BAKAR ALTERNATIF BERBASIS BIOMASSA Prospek 100 Tahun ke Depan Kendala dan Tantangan

Tantangan Presiden Susilo Bambang Yudhoyono kepada para teknolog untuk mengembangkan teknologi tepat guna dan mencari solusi pengganti bahan bakar minyak baru perlu mendapat perhatian serius. Harapannya, dengan teknologi ini kesenjangan antara suplai dan permintaan BBM dapat teratasi.

Persoalan suplai dan permintaan memang menjadi salah satu sebab melonjaknya harga minyak dunia. Tidak hanya di Indonesia, tetapi juga hampir di semua negara di dunia. Untuk konteks Indonesia, dampak kenaikan harga menjadi dahsyat karena Indonesia hampir sepenuhnya bergantung pada minyak bumi dalam memenuhi kebutuhannya (Energy Information Agency, US-Department of Energy).

Dengan pertumbuhan perekonomian nasional antara 4-6 persen per tahun, kebutuhan akan energi nasional juga akan ikut melonjak karena pertumbuhan industri yang memerlukan sarana pendukung atau utilitas, seperti listrik, bahan bakar, dan air, untuk keberlangsungannya. Indikasi lain, misalnya, adalah peningkatan penjualan kendaraan bermotor roda empat hingga 33 persen di tahun 2004 (Malia Rochma, 2005).

Kembali ke persoalan melebarnya kesenjangan suplai dan permintaan untuk menguranginya, diperlukan dua langkah utama. Pertama adalah meningkatkan suplai. Kedua, mengurangi permintaan. Suplai dapat ditingkatkan dengan meningkatkan suplai BBM konvensional (BBM berbasis petroleum). Menstimulasi produksi BBM baru dan terbarukan, ketiga impor BBM.

Di sisi permintaan, pengurangan dapat dilakukan dengan penghematan penggunaan BBM konvensional. Menstimulasi penggunaan teknologi yang efisiensi dalam penggunaan BBM konvensional.

Kemampuan teknologi

Tulisan ini menitik beratkan pada stimulasi produksi BBM alternatif dan melihat kemampuan teknologi bangsa kita dalam menanggulangi persoalan BBM dengan penekanan pada pemanfaatan kekayaan biomassa (jasad hidup yang telah mati) nasional. Tulisan ini juga mengulas secara garis besar BBM alternatif apa saja yang diproyeksikan di pasaran global menjadi primadona hingga kurun waktu 100 tahun kedepan.

Berkaitan dengan itu perlu ditinjau ketersediaan sumber daya alam (SDA) dalam menjamin ketersediaan BBM untuk kurun waktu tersebut dan tren perkembangan teknologi global. Namun perlu diingat bahwa moda transportasi yang ada pada saat ini berbahan bakar hidrokarbon cair dari sumber yang tidak terbarukan (minyak bumi). Moda transportasi seperti ini masih akan mendominasi pangsa pasar transportasi dunia hingga 50 tahun ke depan. Oleh sebab itu, sumber hidrokarbon (HC), selain minyak bumi, perlu dimobilisasi pemanfaatannya dengan penekanan pada sumber HC yang terbarukan.

Sumber hidrokarbon selain minyak bumi hanya tersedia tiga macam, yakni gas bumi, batu bara, dan biomassa. Dari ketiga sumber energi tersebut, hanya biomassa yang memiliki karakter "dapat

diperbarui". Ketersediaannya pun di negara kita sangat berlimpah, yaitu sebesar 434.000 GW atau setara 255 juta barrel minyak bumi (Indonesian Energi Outlook, PSE-UI, 2002).

Pada Konferensi Dunia Biomassa untuk Energi dan Perubahan Cuaca yang ke-2 di Roma, Italia (tahun 2003), Volkswagen-ExxonMobile menyebutkan, berdasarkan jenis bahan bakar dan otomotif yang akan mendominasi pasar, dunia akan dihadapkan pada empat generasi bahan bakar transportasi. Generasi pertama adalah generasi BBM berbasis petroleum (minyak bumi) yang diperkirakan akan mendominasi hingga tahun 2010.

Generasi kedua, generasi BBM mix atau campuran antara BBM terbarukan dan BBM petroleum yang saat ini sedang kita masuki, dan diperkirakan akan bertahan hingga tahun 2050. Masa ini ditandai dengan komersialisasi bio-diesel (pengganti minyak petro-diesel) dan bio-etanol (pengganti minyak bensin). Generasi ketiga adalah generasi BBM terbarukan "Advance Synthetic Fuel", seperti Flash Pyrolysis Oil (bio-oil), Fischer Tropsch (FT) Methanol, dan Hydro-Thermal Upgrading Oil (HTU).

Selain teknologi pembuatannya lebih sulit, biaya untuk memproduksinya lebih tinggi. Produk ini baru akan ekonomis pada kisaran tahun 2050-2100. Setelah itu ketika minyak bumi benar-benar habis (setelah tahun 2100), maka hidrogen (sebagai generasi keempat) akan menjadi andalan, mengingat bahan ini memiliki nilai kalori yang tertinggi (143 MJ/kg) di antara sumber energi lainnya. Nilai kalori satu liter hidrogen setara dengan empat kali nilai kalori lima liter bensin atau empat liter diesel.

Siap untuk generasi kedua

Pada prinsipnya bangsa kita telah siap memasuki era generasi kedua BBM. Beberapa perguruan tinggi seperti ITB, BPPT, PPKS (Pusat Penelitian Kelapa Sawit), dan Universitas Trisakti telah menjadi pionir dalam riset BBM generasi kedua ini. Beberapa pabrik bio-diesel dan bio-etanol bahkan telah beroperasi secara komersial walaupun masih dalam skala kecil. Namun, feasibility ekonomis kedua BBM ini akan sangat ditentukan oleh bagaimana pemerintah meregulasi harga BBM.

Dapat disadari dan diperkirakan bahwa fasilitas dan sarana riset yang tidak mendukung adalah salah satu kendala utama yang dimiliki institusi-institusi itu. Oleh karena itu, pemerintah harus berani mengambil langkah menyisihkan anggarannya guna membiayai riset-riset semacam ini. Di Belanda misalnya, inisiatif untuk menstimulus riset- riset energi terbarukan datang dari pemerintahnya. Kementerian Ekonomi Belanda, yang bertanggung jawab mengurus persoalan sejenis, tidak segan-segan untuk merogoh kocek hingga 100.000 euro (Rp 1,215 miliar) hanya untuk membiayai riset yang masih dalam tataran ide.

Kendala lainnya adalah tidak teroganisirnya riset-riset energi terbarukan yang terdesentralisasi di berbagai institusi. Hal ini berakibat pada tumpang tindihnya riset satu institusi dengan institusi yang lain. Persoalan ini juga berujung pada persaingan antarinstitusi yang tidak perlu sehingga dapat mematikan denyut nadi riset energi nasional. Di Belanda, pemerintah melakukan pendataan institusi apa - melakukan riset apa. Perkembangan dan kemajuannya dimonitor oleh pemerintahnya dan diberikan arahan yang jelas sesuai dengan kebutuhan pasar, baik lokal maupun internasional.

Dari uraian di atas penulis ingin menyimpulkan bahwa pemanfaatan sumber daya biomassa nasional sebagai sumber energi perlu memperoleh perhatian serius dari pemerintah dan juga institusi-institusi riset di dalam negeri. Krisis yang terjadi saat ini tidak lepas dari tidak adanya perencanaan energi nasional yang komprehensif. Langkah antisipasi demi menjamin ketersediaan BBM pada masa datang perlu diambil sejak dini. Dengan demikian, ketika waktunya tiba, bangsa kita telah memiliki teknologi yang mampu memproduksi BBM terbarukan.

**Kuesioner Teks Nomor 18**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 19

### GASIFIKASI BIOMASSA DIKEMBANGKAN

Institut Teknologi Bandung dan Tanoto Foundation bekerja sama mengembangkan teknologi gasifikasi biomassa. Fokus penelitian pada reduksi dan penyisihan racun tar sebagai efek samping. Hasil penelitian ini diharapkan bisa menyempurnakan teknologi itu untuk pra-produksi massal.

Kerja sama tersebut ditandai dengan penganugerahan Tanoto Professorship Award (TPA) kepada guru besar Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Bandung, Prof Herri Susanto, Senin (6/8). Pakar kimia ini akan memimpin penelitian dengan dana Rp 1,2 miliar selama tiga tahun.

Di Indonesia, teknologi yang memanfaatkan biomassa padat bukanlah hal baru. Di China, teknologi ini sudah menjadi teknologi tepat guna. Persoalan pokok pemanfaatan teknologi ini adalah munculnya tar (fenol) dan karbon monoksida (CO) sebagai efek samping. Padahal, kedua senyawa ini menimbulkan efek racun berbahaya.

Gasifier (alat gasifikasi) pernah diujicobakan, misalnya di Desa Jayi, Majalengka, (1985-1989) dan PLTD Sekam, Desa Haeurgeulis, Cirebon (2002-2006).

"Alat itu tidak lagi dipakai karena efek sampingnya. Di Cirebon, tar mengakibatkan ikan lele mati. Ini yang coba diatasi," ucap Herri.

Selain efek negatif tar, penelitian diarahkan pada modifikasi gasifier agar lebih ekonomis dan mudah digunakan, terutama untuk industri pertanian di pedesaan.

Nilai investasi per perangkat gasifier saat ini Rp 80 juta-100 juta. Diharapkan harganya bisa ditekan sebanyak 25 persen.

Menurut Herri, gasifikasi memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan proses cairnya (biomassa). Salah satunya ialah menghasilkan energi listrik di samping bahan bakar. Dari hasil uji coba di PLTD Sekam, diperoleh kajian penghematan biaya Rp 6,4 juta per bulan jika menyubstitusi diesel dengan teknologi ini. Namun, syaratnya, produksi listrik minimal 75 kilowatt dijalankan delapan jam per hari.

Teknologi gasifikasi juga kompatibel hampir dengan seluruh jenis pirolisa biomassa padat, mulai limbah kayu, bonggol jagung, batok kelapa, sekam padi, batok sawit, kulit kacang, serbuk gergaji, sampai sampah kota.

"Dari sekian banyak bahan, cita-cita kami pemanfaatan jenis ke-4, fast growing energy atau kebun energi. Ini memanfaatkan tanaman tumpang sari lamtorogung, turi, dan lain-lain, sinergi dengan peternakan," ucapnya.

Ketua Tanoto Foundation Ibrahim Hasan mengatakan, pemanfaatan biomassa sebagai energi terbarukan harus digalakkan, selain mencegah pemanasan global, juga menggerakkan ekonomi.

**Kuesioner Teks Nomor 19**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 20

### Energi Terbarukan BIOMASSA BUAT LISTRIK

Perekayasa BPPT terinspirasi mengembangkan teknologi biohidrogen untuk memproduksi listrik dari sel bahan bakar setelah melihat tiga masalah, yaitu cadangan minyak bumi menyusut, kebutuhan energi meningkat, serta munculnya keinginan memperlambat laju pemanasan global.

Biohidrogen diperoleh dari limbah biomassa secara fermentasi, limbah listrik yang dihasilkan berupa air murni sehingga terasa cocok untuk mengatasi ketiga persoalan tadi.

"Teknologi biohidrogen untuk sel bahan bakar ini menjanjikan, yaitu meninggalkan ketergantungan terhadap minyak bumi, pemenuhan energi secara efisien, serta teknologi ini ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas buang," kata Eniya Listiani Dewi, perekayasa Pusat Teknologi Material pada Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Senin (29/6) lalu di Jakarta.

Bersama Mahyudin, perekayasa Pusat Teknologi Bioindustri BPPT, Eniya merancang sistem sel bahan bakar yang bisa menghasilkan listrik sampai 1.000 watt. Pertengahan Juli 2009 akan dikaji bersama PT PLN untuk pengembangannya di daerah yang membutuhkan.

Menurut Eniya, sistem sel bahan bakar rancangannya itu ditujukan untuk pemenuhan listrik permukiman, meskipun pada tahun 2008 lalu pernah dicoba pula untuk menggerakkan mesin sepeda motor listrik dengan kapasitas listrik 500 watt.

"Ke depan kira-kira seperti di Jepang harus ada hidrogen city, kota ramah lingkungan karena mengoptimalkan pemanfaatan hidrogen sebagai sumber energi dengan potensi sumber daya setempat," kata Eniya.

Sel bahan bakar sebagai penghasil listrik belum populer di Tanah Air dibandingkan dengan sel surya, turbin angin, minihidro, atau yang lainnya, meski semua pemanfaatannya masih tertatih. Kesulitan utama, yaitu pada tingginya harga peranti. Namun, Eniya mengembangkan rekayasa untuk menurunkan biaya meski baru teruji di skala laboratorium.

Untuk Stack fuel cell Eniya merancang material elektrolit padat dengan sintesis hidrokarbon polimer, berupa kopolimer acrylonitrile- acrylamide sulfonic acid dimodifikasi dengan nano-silika sebagai penyerap air.

"Polimer nano-komposit ini murni bahan lokal untuk menggantikan penggunaan bahan nafion," ujar Eniya. Penggunaan nafion mencapai 1.000 dollar AS (Rp 10 juta) per meter persegi, sedangkan dengan nano- komposit hanya Rp 1,5 juta per meter persegi. Jadi, turun 85 persen!

Eniya juga substitusi komponen sel bahan bakar, yaitu end- plate, current collector, graphite bipolar plate, serta elektroda dan membrannya (MEA), dengan bahan-bahan lokal. Hasilnya, biaya turun dari 2.395 dollar AS (Rp 24 juta) menjadi Rp 6 juta, atau turun 75 persen. Eniya menjamin, pola alur gas menjadi lebih efisien. "Temuan ini sedang dalam proses paten," katanya.

Mahyudin menghemat dengan cara lain. Lazimnya, hidrogen dibeli dari pasaran, harga listrik dengan sel bahan bakar menjadi Rp 1.500 per kilowatt, atau dua kali lipat dari harga listrik PT PLN yang Rp 700 per kilowatt.

"Biohidrogen yang saya hasilkan melalui fermentasi gliserol dari limbah produksi minyak sawit dapat menekan harga produksi. Lebih murah dari harga pasaran PT PLN," katanya.

Sangat menjanjikan. Ditunggu praktiknya nanti.

**Kuesioner Teks Nomor 20**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 21

Biomassa: Indonesia Pusat Biokilang ASEAN

Sebagai negara yang memiliki bahan baku biomassa terbesar di Asia, Indonesia disepakati menjadi Pusat Biokilang di Asia Tenggara. Untuk itu, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dan institusi terkait akan menyiapkan rencana strategis dan kerangka kerja operasionalnya.

Hal ini disampaikan Kepala Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI Prof Dr Bambang Prasetya selaku Wakil Indonesia (National Focal Point) pada Subkomite Bioteknologi tingkat ASEAN saat penutupan ASEAN-Korea Symposium and Workshop on Biorefinery Technology, di Hotel Mercure Ancol, Sabtu (20/2). Pertemuan tiga hari ini dihadiri 70 peserta dari 10 negara Asia Tenggara, Jepang, Korea Selatan, dan Jerman.

Selain pendirian jejaring teknologi biokilang di ASEAN, disepakati pula perluasan hubungan jejaring dengan institusi di Korea dan Jepang. "Pada masa mendatang diharapkan perluasan hingga mencakup negara Asia Pasifik," tambah Bambang. Pendirian jejaring ini mendapat dukungan dari Prof Dr Giobin Lim, Ketua Korean Society for Biotechnology and Bioengineering, dan Prof Dr Takashi Watanabe, pakar konversi biomassa dari Universitas Kyoto Jepang.

Untuk pendirian Jejaring ASEAN di bidang teknologi biokilang disepakati berbagai kegiatan antara lain pertukaran informasi tentang riset iptek, pelatihan dan pertukaran ilmuwan antaranggota ASEAN, dan berbagi fasilitas riset serta mendorong inovasi di bidang biokilang bagi masyarakat.

Pada simposium diungkapkan berbagai solusi teknologi bersih untuk menghasilkan bahan bakar alternatif nonminyak. Dan pengembangan bioetanol generasi ketiga yang menggunakan mikroalga untuk memproduksi biohidrogen yang tidak mengeluarkan emisi CO<sub>2</sub>.

Indonesia akan memfokuskan kegiatan riset pada pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar dan pengganti petrokimia. "Biomassa memiliki prospek yang baik sebagai bioenergi yang ramah lingkungan serta dapat menggantikan bahan yang berbasis petrokimia," ujar Bambang.

Karena itu, dalam lima tahun mendatang riset ini ditargetkan telah masuk ke tahap komersial dengan mengintegrasikan industri gula dan kelapa sawit.

Bambang, yang juga Ketua Konsorsium Bioteknologi Indonesia, menjelaskan, Indonesia lebih memilih teknologi biokilang etanol generasi kedua dengan memanfaatkan bahan limbah selulosa yang berpotensi sangat tinggi. Upaya ini telah dirintis LIPI bekerja sama dengan Jurusan Kimia Universitas Indonesia.

Menteri Riset dan Teknologi Suharna Surapranata dalam sambutan simposium mengatakan, Indonesia memiliki berbagai sumber energi terbarukan yang melimpah dan prospektif. Ia menekankan, teknologi produksi bersih dan konsep tanpa limbah atau limbah nol menjadi platform dalam mengembangkan teknologi di Indonesia.

**Kuesioner Teks Nomor 21**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 22

Biomassa: Emas Hijau dari Limbah

Limbah hasil panen di pertanian dan perkebunan berupa cangkang, tandan kosong, jerami, dan serasah selama ini dianggap obyek tak berguna. Namun, penelitian menunjukkan, selain pakan dan papan, dari limbah ini juga dihasilkan beragam produk yang tergolong baru dan bernilai ekonomis tinggi, serta ramah lingkungan.

Memiliki hutan dan perkebunan luas, Indonesia yang berada di wilayah tropis dan beriklim basah menjadi produsen utama biomassa di dunia. Dengan melonjaknya harga bahan bakar fosil, belakangan ini biomassa mulai banyak digunakan sebagai bahan bakar nabati. Apalagi jenis energi ini ramah lingkungan dan terbarukan.

Selain sebagai bahan bakar nabati berupa bioetanol dan biodiesel, biomassa juga diolah menjadi berbagai produk kimia untuk menggantikan senyawa petrokimia yang berasal dari bahan bakar minyak. Hal ini yang kemudian mendorong berkembangnya biokilang (biorefinery), yaitu mengolah habis biomassa dengan cara ramah lingkungan sehingga tak menyisakan limbah.

Forum Ekonomi Dunia meramalkan, tahun 2020 industri biokilang akan berkontribusi 230 miliar dollar AS pada ekonomi global dan penggunaan biomassa dalam produksi bahan kimia akan meningkat 9 persen.

Pemanfaatan biomassa untuk energi dan bahan kimia bernilai ekonomis tergolong perkembangan baru setelah pengolahan yang konvensional, yaitu untuk pakan, sandang, dan papan.

Agar tidak mengganggu pasokan bahan baku untuk pangan, pengolahan biomassa untuk energi dan bahan kimia memanfaatkan limbah pertanian dan perkebunan, serta sumber nabati yang tidak dibudidayakan untuk bahan pangan.

Mempertimbangkan hal tersebut, peneliti di Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) pada Balai Besar Teknologi Pati dan Pusat Teknologi Bioindustri memanfaatkan limbah perkebunan kelapa sawit berupa cangkang sawit, tandan kosong, dan batang yang tak produktif.

Pengolahan biomassa dengan teknik biokilang, menurut Agus Eko Tjahjono, perekayasa utama bioenergi dari BPPT, mulai digalakkan di badan riset itu sejak lima tahun lalu.

Indonesia yang merupakan produsen terbesar minyak kelapa sawit berpotensi menghasilkan biomassa dari perkebunan sawit. Dari cangkang dan tanda kosong kelapa sawit dihasilkan bioetanol dan biodiesel.

"Cangkang diolah menjadi karbon aktif dan biogas," kata Indra Budi Susetyo, Kepala Program Sawit BPPT

Dalam hal ini BPPT telah merancang bangun biokilang untuk menghasilkan bioetanol generasi kedua.

"Tiga tahun ke depan bioetanol ini sudah pada tahap komersial," kata Agus.

Bioetanol generasi kedua, menurut Unggul Priyanto, Deputi Teknologi Instrumentasi Energi dan Material BPPT, memanfaatkan serat berupa limbah kayu, tandan kosong kelapa sawit, dan sekam padi sehingga

tidak berkompetisi dengan kebutuhan pangan. Adapun bioetanol generasi pertama menggunakan bahan baku pati-patian.

Selain itu, dikembangkan pula teknologi proses pembuatan biodiesel dari limbah kelapa sawit dengan proses gasifikasi. Biodiesel ini juga sudah sampai generasi kedua. "Rencananya kami mengembangkan biodiesel dan bioetanol ke tahap pilot plant bekerja sama dengan Mitsubishi," kata Unggul.

Selain menjadi minyak goreng dan mentega, minyak kelapa sawit juga diolah menjadi biodiesel. Namun, pengolahan minyak sawit mentah (CPO) yang berupa trigliserida menjadi biodiesel yang berbentuk metil ester menghasilkan produk samping, yaitu gliserol.

"Persentase gliserol hanya 10 persen dari total produksi. Namun, volumenya akan besar, yaitu 2 juta ton bila dikaitkan dengan rencana produksi bahan bakar nabati sebesar 20 juta ton tahun 2015," kata Witono Basuki, Direktur Pusat Teknologi Bioindustri BPPT.

Karena itu, dikembangkan teknik pengolahan gliserol menjadi produk berguna, antara lain minyak Omega 3 (Poly Unsaturated Fatty Acid/PUFA), asam suksinat, dan propandiol untuk bahan baku plastik. Minyak Omega 3 selama ini untuk mengobati penyakit jantung, Alzheimer, dan antikanker. "Teknik penguraian gliserol di biokilang sudah berhasil dalam skala laboratorium. Kini dikembangkan ke skala komersial," ujar Witono.

"Selain itu, juga diteliti penggunaan CPO untuk pelumas karet dan menjadi polimer untuk bahan pelapis," kata Indra.

Terkait dengan itu, Maret lalu dilakukan penandatanganan kesepakatan dan perjanjian kerja sama antara Pusat Teknologi Bioindustri BPPT dan Umsicht (lembaga riset di bawah Fraunhofer Institute Jerman yang bergerak di bidang lingkungan, keamanan dan teknologi energi).

Kerja sama dilakukan dalam pengembangan produksi terpadu BBN dan bahan kimia (metil ester atau biodiesel, asam suksinat, protein, pupuk, dan biogas) dari berbagai biomassa.

Peneliti di Pusat Teknologi Bioindustri BPPT mengkaji enzim lipase untuk produksi biodiesel untuk menggantikan sodium hidroksida (NaOH) sebagai katalis.

Penggunaan senyawa kimia ini memerlukan perlakuan awal karena sensitif terhadap air dan memiliki asam lemak bebas pada bahan bakunya. Cara ini perlu energi besar untuk pemurnian dan membuat limbah cair menjadi bersifat basa.

Peneliti mengatasi hal itu dengan menggunakan enzim lipase yang berasal dari isolat mikroba tanah sebagai penggantinya. Hasilnya, produksi metil ester itu tidak menimbulkan limbah cair dan gliserol sehingga tidak perlu proses pemurnian lebih lanjut.

Kerja sama itu juga untuk aplikasi katalis nanoreaktor untuk meningkatkan kecepatan reaksi dan kestabilan enzim.

**Kuesioner Teks Nomor 22**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### Teks Nomor 23

Limbah Kelapa Sawit : Energi Potensial Ramah Lingkungan yang Terbuang

Pihak Direktorat Jenderal Kelistrikan dan Pemanfaatan Energi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral mengklaim, potensi biomassa di Indonesia mencapai 50.000 MW dan sudah dimanfaatkan 302 MW. Salah satu biomassa yang sangat besar adalah limbah kelapa sawit. Jumlah limbah ini mencapai ribuan ton per tahun, tetapi dibuang begitu saja.

Rata-rata pengolahan tandan buah sawit 30 ton per jam setiap pabrik, dengan total luas lahan delapan juta hektar. Potensi limbah kelapa sawit cair yang dihasilkan 600-an pabrik kelapa sawit (PKS) di Indonesia diprediksi mencapai 37.000 meter kubik per hari dengan perhitungan setiap PKS menghasilkan sekitar 600 meter kubik saja limbah sawit per hari.

Ketua Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (Gapki) Lalang Buana di sela-sela studi tur energi biogas dari limbah cair kelapa sawit di Provinsi Krabi, Thailand, 11-13 Oktober 2012, mengatakan, pengusaha sawit yang tergabung dalam anggota Gapki 600 lebih pengusaha dengan total lahan sawit yang dimiliki sekitar tiga juta hektar, dari total luas lahan sawit nasional, delapan juta hektar.

"Setiap perusahaan memiliki pabrik kelapa sawit karena secara teknis mereka harus mengolah tandan buah segar kelapa sawit selama 24 jam dan rutin selama perusahaan perkebunan sawit masih beroperasi. Jika tidak demikian, buah sawit akan rusak. Setiap pabrik pengolahan memproses 30-60 tandan buah segar per jam. Jika perusahaan itu hanya memproses 15 ton per jam, perusahaan itu sudah terancam kolaps," kata Lalang.

Studi tur disponsori USAID melalui proyek Indonesia Clean Energy Development (ICED) 2012, melibatkan sekitar 40 orang, antara lain Kementerian ESDM, Dirjen Perkebunan Kementerian Pertanian, PLN, perbankan, pengusaha sawit, dan Bupati Kampar (Riau).

Produksi minyak kelapa sawit dunia pada tahun 2010 sebanyak 45,3 juta ton. Dari jumlah ini, Indonesia menyumbang 47,6 persen atau 21,563 juta ton, Malaysia 38 persen atau 17,214 juta ton, Thailand hanya 2,9 persen atau 1,314 juta ton, dan negara lain dengan total 11,5 persen.

Staf Direktorat Jenderal Kelistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Tri Handoko, mengatakan, energi yang dihasilkan dari biogas diprediksi mencapai 50.000 MW, sudah dimanfaatkan hanya 302 MW yang sebagian besar dari kotoran ternak, sedangkan limbah kelapa sawit masih terbuang begitu saja.

Sekitar 28,7 juta ton limbah kelapa sawit cair per tahun, dan limbah padat sebanyak 15,2 juta ton per tahun dihasilkan dari sekitar 600 pabrik kelapa sawit di daerah penghasil kelapa sawit, belum dimanfaatkan. Limbah itu telah mencemari lapisan ozon dalam bentuk gas metana dengan tingkat kerusakan 23 kali lebih dahsyat dibandingkan dengan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).

Spesialis Kontraktor Manajemen Proyek USAID Indonesia Hanny John Berkhmans menjelaskan, limbah ini dapat menghasilkan sekitar 90 juta meter kubik biogas yang dapat diproses untuk menghasilkan energi

listrik mendekati 40.000 MW per tahun secara kontinu. Jumlah ini setara dengan 187,5 miliar ton elpiji. Jumlah ini dapat memenuhi kebutuhan satu miliar kepala keluarga per tahun.

Energi biogas dari limbah kelapa sawit lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan energi bahan bakar minyak bersumber dari fosil. Pembakaran biogas (metana) menghasilkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O). Satu meter kubik metana dapat diubah menjadi energi sebesar 4.700-6.000 kkal atau setara energi yang dihasilkan oleh 0,48 kg elpiji.

"Penggunaan metana tidak hanya menghasilkan energi listrik, tetapi jauh dari itu lebih ramah lingkungan dan tidak berpengaruh terhadap masalah efek rumah kaca yang selama ini dipersoalkan banyak kalangan," katanya.

Metana dihasilkan dari perombakan anaerobik senyawa-senyawa organik limbah cair kelapa sawit. Gas ini dihasilkan pada kolam pengolahan limbah cair PKS yang ditutupi karpet. Jika tidak dikelola, limbah cair tadi akan menghasilkan metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Keduanya sebagai emisi gas penyebab efek rumah kaca. Ini tentu sangat berbahaya bagi lingkungan jika tidak dikelola untuk energi listrik.

Retno Setyaningsih dari USAID Indonesia mengatakan, pembentukan metana melibatkan aktivitas mikroba yang kompleks. Beberapa kelompok mikroba secara bertahap merombak bahan organik dalam limbah cair (padat) guna menghasilkan metana.

"Dalam pengelolaan energi biogas perlu ditekankan antara lain sistem organisasi pengelolaan yang berkesinambungan, aspek kebersihan, hasil optimal, dan pemanfaatan bagi perusahaan serta masyarakat. Pengelolaan limbah kelapa sawit cair mengurangi risiko efek rumah kaca yang cenderung merusak lingkungan dan kehidupan pada umumnya," kata Setyaningsih.

Dadan Kusdiana dari Kementerian ESDM mengatakan, berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 19 Tahun 2011 tentang sistem kimiawi dan analisis palm oil, ada tiga kriteria yang ditetapkan, yakni seluruh PKS harus mengelola limbah untuk sesuatu yang bermanfaat, mengidentifikasi sumber emisi, dan berpedoman pada aturan mengenai metana untuk biogas. Emisi yang menyebabkan efek rumah kaca harus diturunkan. Namun, peran pengusaha, dukungan modal, infrastruktur, dan lainnya belum mendukung.

Ia menyebutkan, terdapat 2.000 perusahaan sawit. Namun, yang mempunyai PKS hanya 1.000-1.200 perusahaan. Sekitar 800-1.000 perusahaan tidak memiliki PKS, mereka mengirim TBS ke PKS dalam negeri atau mengekspor TBS ke luar negeri. Potensi limbah cair dan padat sangat tinggi dan terbuang begitu saja.

Perusahaan yang mempunyai PKS bekerja sama dengan pemerintah, perbankan, dan PLN guna mengelola limbah itu secara sustainable. Aturan mengenai pengolahan limbah kelapa sawit sudah mendukung, tinggal komitmen semua pihak untuk bergerak.

Bupati Kampar, Riau, Jefry Noer mengatakan, Kampar memiliki 35 PKS, di antaranya 12 PKS milik PTPN. Proyek biogas ini bisa menghemat setengah dari APBD untuk kepentingan bidang lain, yang selama ini hanya dimanfaatkan untuk subsidi atau pengadaan energi listrik hasil fosil.

"Kampar siap menjadi pilot project pembangunan biogas limbah kelapa sawit cair di Indonesia. Tetapi, regulasi pusat yang selama ini dinilai menghambat pengembangan energi terbarukan mohon direvisi, kemudian pihak perbankan pun tidak boleh menghambat," kata Noer.

Ia mengatakan dari 35 PKS di Kampar, jika masing-masing PKS menghasilkan listrik 5,7 MW saja, sekitar 200 MW dihasilkan dari hasil limbah cair sawit. Jika bukan 35 PKS, 12 PKS milik PTPN harus diberdayakan untuk memproduksi energi biogas.

**Kuesioner Teks Nomor 23**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 24

### Energi Baru Terbarukan: Pemanfaatan Sampah untuk Listrik Belum Optimal

Pemanfaatan sampah menjadi sumber energi biomassa untuk listrik di Indonesia belum optimal. Padahal, melimpahnya sampah di kota-kota besar dapat menjadi sumber energi baru terbarukan yang murah dan ramah lingkungan.

Oleh karena itu, diperlukan peran kepala daerah untuk menggalakkan pemanfaatan biomassa dari sampah untuk listrik.

Staf Ahli Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Bidang Kelembagaan dan Perencanaan Strategis IGN Wiratmaja Puja mengungkapkan, potensi biomassa dari sampah untuk sumber energi pembangkit listrik cukup besar. Namun, hingga kini, pengembangannya masih tersendat di tengah jalan.

"Setiap kota, terutama kota-kota besar, menghasilkan sampah yang sangat besar. Itu semua berpotensi untuk dijadikan sumber energi pembangkit listrik yang ramah lingkungan dan terbarukan," ujar Wiratmaja di Jakarta, Selasa (22/7).

Untuk mendorong pemanfaatan sampah menjadi sumber energi listrik, pemerintah menjadikan Solo dan Pekalongan di Jawa Tengah sebagai proyek percontohan pembangkit listrik tenaga biomassa dari sampah. Produksi sampah di Solo sekitar 300 ton per hari dan di Pekalongan 250 ton per hari.

"Sebanyak 300 ton per hari sampah di Solo jika dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik akan menghasilkan 6,5 megawatt. Adapun di Pekalongan, produksi sampah 250 ton per hari dapat menghasilkan listrik 2,5 megawatt," kata Wiratmaja.

Pengembangan proyek pemanfaatan sampah untuk listrik di kedua kota tersebut saat ini masih dalam tahap tender. Jika berjalan lancar, proyek itu diharapkan menjadi contoh bagi kota lain di Indonesia.

"Potensi besar ada di Jakarta. Sampah yang dihasilkan di Jakarta setiap hari mencapai 6.000 ton. Jika itu dimanfaatkan untuk listrik, bisa dihasilkan daya sebesar 120 megawatt. Sayangnya, banyak kendala di lapangan untuk memanfaatkan sampah di Jakarta sebagai sumber energi listrik," ucap dia.

Pengelolaan sampah di kota-kota besar tidak semudah di kota kecil. Hal ini terjadi karena ada pihak-pihak atau kelompok tertentu, terutama di Jakarta, yang menguasai sampah untuk dikelola. Hal itu menyulitkan pengelolaan sampah oleh pemerintah untuk dijadikan sumber energi listrik.

Anggota Dewan Energi Nasional (DEN), Tumiran, mengatakan, proyeksi bauran energi biomassa dari sampah pada 2015 diharapkan bisa mencapai 4 juta ton setara minyak. Jumlah tersebut akan terus dinaikkan menjadi 19 juta ton setara minyak pada 2025 dan 63 juta ton setara minyak pada 2050.

"Sayangnya, potensi sampah untuk listrik di Indonesia belum maksimal. Pemanfaatan sampah untuk listrik ini sangat memerlukan peran kepala daerah sebab sampah banyak dihasilkan di kota dan kabupaten," kata dia.

Para kepala daerah perlu diberi penyadaran dan pengetahuan tentang pentingnya pemanfaatan sampah untuk energi listrik. Hal ini karena mereka berperan dominan dalam memanfaatkan sampah di daerah masing-masing untuk dijadikan energi listrik.

Pemanfaatan sampah untuk listrik tertuang dalam Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang masih menunggu persetujuan presiden. KEN dirumuskan oleh DEN untuk ditandatangani presiden menjadi peraturan pemerintah (PP). Jika PP sudah keluar, kebijakan energi akan dijabarkan dalam bentuk rencana umum energi nasional (RUEN) dan rencana umum energi daerah (RUED).

"Dalam RUED ada penjelasan mengenai biomassa. Teknisnya bagaimana, prosedurnya seperti apa, sudah terangkum semua," ujar Tumiran.

**Kuesioner Teks Nomor 24**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 25

### LIMBAH RUMAH TANGGA DAN INDUSTRI AKAN DIMANFAATKAN UNTUK MEMBANGKITKAN LISTRIK

Studi Ditjen Pengembangan Energi dan Kelistrikan Surabaya menunjukkan, sampah organik padat dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembangkit listrik, meski keuntungannya masih marginal. Untuk realisasinya, sekitar 4-5 investor sudah menyatakan kesediaannya.

Demikian dikemukakan Direktur Pengembangan Energi Baru Ditjen Pengembangan Energi dan Kelistrikan, Endro Utomo Notodisuryo, kepada Kompas pada lokakarya mengenai Kesempatan Pengembangan Energi Terbarukan di Indonesia di Jakarta, Kamis (18/11).

Lokakarya dua hari ini diselenggarakan REPSO (Renewable Energy Project Support Office) - Indonesia dan IIE (Institute of International Education) bekerjasama dengan USAID (United States Agency for International Development).

Lebih lanjut dijelaskan, keuntungan masih marginal karena memang belum dapat dipastikan. Ini akibat masih banyaknya biaya- biaya overhead yang belum diketahui besar maupun jenisnya.

Hasil penelitian menunjukkan, sampah organik diperkotaan dan ampas tebu dari pabrik gula mempunyai potensi besar sebagai energi biomassa untuk pembangkitan listrik. Selain itu kotoran manusia atau tinja yang dapat menghasilkan biogas, telah diujicoba penggunaannya untuk pemanasan dan keperluan memasak di pedesaan di Jatim. "Dengan demikian, sampah perkotaan juga bisa dipakai untuk menghasilkan energi yang kemudian disalurkan ke PLN," jelas Endro.

Diperkirakan, listrik yang bisa dihasilkan dari sampah kota di Jakarta relatif besar, 50 MW. Potensi besar lainnya ada di kota-kota berpenduduk padat seperti Bandung dan Surabaya. Saat ini, implementasi pembangkit listrik, ungkapnya, sayangnya masih terbentur kendala yaitu belum ada dukungan Pemda setempat untuk menyediakan lahan dan suplai sampah.

Dengan memanfaatkan sampah kota sebagai bahan baku energi, urainya lagi, Pemda setempat akan dapat diuntungkan, karena tidak harus mencari lahan lain untuk penampungan sampah yang baru, bila lahan yang lama telah penuh. Biaya penanganan sampah juga berkurang.

Tentang pendanaan studi kelayakan dan investasinya, ujar Endro, tidak menjadi masalah. "Meskipun PLN tidak berminat pada proyek yang berkapasitas dan keuntungannya kecil, REPSO dapat membantu studi kelayakannya di bidang pengembangan energi terbarukan," tambahnya.

Sedangkan untuk investasinya sekarang ini ada uluran tangan dari investor swasta internasional yang tergabung dalam Environmental Enterprise Assistance Fund, yang akan memberi kredit ringan berjangka menengah dan panjang. "Meskipun begitu Pemda diharapkan pula memberikan kemudahan misalnya membantu sahamnya," harap Endro. Dengan demikian sampah dapat menjadi cost dan profit center. Proyek investasi kecil ini diserahkan swasta, untuk memanfaatkan energi terbarukan yang punya potensi komersial.

Selain sampah organik diperkotaan, limbah organik padat dari industri juga akan dimanfaatkan antara lain agroindustri, penggergajian kayu, ampas tebu dari pabrik gula, dan limbah serabut dari perkebunan kelapa sawit. Ini potensi yang bisa digarap. "Di Sumatera, limbah dari perkebunan kelapa sawit berdasarkan studi Ditjen PEK, dapat menghasilkan listrik 55 MW."

Menurut Manajer REPSO, Rudi Kuncoro, hasil penjajagan pada pabrik gula di seluruh Indonesia menunjukkan, ada 7 pabrik gula yang limbahnya berpotensi untuk pembangkitan listrik. Pabrik tersebut 4 ada di Jawa, 1 di Sulawesi, dan di 3 Sumatera. Penjajagan dilakukan Winrock International - mitra kerja Redecon dalam Repso.

Lebih lanjut, Endro mengatakan upaya pemanfaatan biogas untuk pemanas, kini telah masuk pada tahap uji prototipe. Direktorat Pengembangan Energi, sedang mencoba prototipe instalasi biogas di pesantren di Jombang dan rumah sakit di Mojokerto dan Sidoarjo, mulai pertengahan tahun ini. Tinja dapat menghasilkan bahan bakar berupa gas metana untuk pemanas dan memasak.

Penggunaan tinja, sambungnya punya keuntungan, yaitu mengatasi pencemaran sumur akibat intrusi limbah cair ini, selain membangkitkan energi panas. Di Jakarta yang besar potensi tinjanya, sudah banyak sumur dangkalnya yang terinterusi tinja. Di Jatim, sekitar 60 persen air sumurnya tercemar bakteri E. Coli yang berasal dari tinja (Kompas, 31/7/91). Potensi tinja di Jakarta, menurut Kantor KLH tahun lalu akan mencapai 300 ton perhari pada tahun 2020 dengan jumlah penduduk sekitar 12 juta. (Kompas, 12/10/92).

Bila ini diterapkan pada pembangunan perumnas atau real estate, lanjut Endro, akan membantu mencegah intrusi tinja dan berjangkitnya penyakit. Dengan proses anaerob dapat mematikan bakteri patogen itu. "Kita sedang berupaya mencari LSM yang mau bergerak di bidang itu, lalu membantu mencari pendananya," kata Endro.

**Kuesioner Teks Nomor 25**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## **Teks Nomor 26**

### LIMBAH PERKOTAAN UNTUK ENERGI

Untuk mengendalikan limbah yang mencemari lingkungan di daerah perkotaan, Indonesia bekerja sama dengan Italia akan mengembangkan pemanfaatan sistem pengolahan limbah yang mengubah limbah baik padat dan cair menjadi energi dan produk lain yang bermanfaat.

Demikian dikemukakan Deputi Ketua Bidang Pengembangan Teknologi BPPT Prof Dr Harijono Djodjodhardjo, dalam Konferensi Lingkungan dan Energi Alternatif di Gedung II BPPT Jakarta, hari Senin (20/10).

Konferensi diadakan dalam rangka kunjungan Perdana Menteri Italia, Prof Romano Prody ke Indonesia, yang akan menyampaikan ceramahnya di Auditorium BPPT pada hari yang sama. Konferensi dua hari ini, diselenggarakan BPPT bekerja sama dengan Kedutaan Italia dan Kantor Atase Ilmu Pengetahuan Kedutaan Italia di Australia.

Dalam konferensi ini para pakar dari Italia akan memaparkan kemajuan yang dicapainya dalam pengembangan teknologi pengelolaan limbah termasuk sistem pengelolaan limbah cair, dan pengalaman Italia dalam menangani biomassa ligne selulosa.

Dalam presentasinya, Asisten Menteri Negara Lingkungan Hidup Dr Surna T Djajadiningrat mengatakan pada masa depan pengendalian tingkat polusi dari industri, merupakan hal yang penting yang harus dicapai. Dengan ketentuan menjelang tahun 2010, limbah yang dikeluarkan industri hanya 15 persen dari keluaran total industri, sedangkan tahun 2020 harus mencapai kurang dari delapan persen.

**Kuesioner Teks Nomor 26**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 27

### Memanfaatkan Limbah Hutan Jadi Energi

Pembakaran sisa hasil perkebunan dan penebangan kayu ketika membuka lahan perkebunan di berbagai propinsi di Sumatera dan Kalimantan jelas bukan merupakan cara yang ramah lingkungan bahkan telah menimbulkan polusi asap yang meluas pada tahun-tahun terjadinya kemarau kering seperti tahun ini. Padahal limbah kayu itu masih bisa dimanfaatkan jika menggunakan teknologi yang pas.

Melihat masalah itu, BPPT dalam hal ini Kelompok Konversi Energi dan Rekayasa Direktorat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Energi - Pengembangan Kekayaan Alam (TPSE-PKA) bekerja sama dengan PT Boma Bisma Indra, salah satu industri strategis di bawah BUMNIS, mengembangkan sistem gasifikasi limbah biomassa. Dalam kerja sama itu BPPT mengembangkan konsep dan rancangan dasar pemanfaatan limbah biomassa sedangkan BBI menangani tahap rekayasanya.

Gasifikasi merupakan proses konversi secara termokimia pada suhu tinggi, yaitu untuk mengubah bahan bakar berbentuk padat dalam hal ini biomassa, berupa potongan kayu, ranting atau bekas tebangan pohon atau bahkan sekam, merang, menjadi gas mampu bakar. Gas ini jika dibakar bisa menggerakkan mesin dan menghasilkan listrik.

Mesin prototipe yang disebut Bioner-1, Kamis (20/11) diresmikan Deputi Ketua Bidang Pengembangan Kekayaan Alam BPPT, Dr Indroyono Susilo, dan Direktur Pengembangan Teknologi BBI, Ir Christian Titaheluw. Pada tahap selanjutnya, menurut Indroyono, BPPT akan mengembangkan desain prototipe generasi kedua yaitu Bioner-2, untuk mengolah limbah atau sampah kota menjadi energi.

Penerapan sistem gasifikasi ini, Indroyono mengharapkan agar dipadu dengan sistem pembangkit lainnya di pedesaan menjadi sistem hibrida yaitu perpaduan dua atau lebih sumber daya energi. Saat ini, tambah Direktur TPSE BBPT, Dr Hamzah Hilal, badan pengkajian ini telah bekerja sama dengan Westinghouse Amerika Serikat, Bavaria Jerman dan ACRE Australia menerapkan sistem listrik hibrida di beberapa tempat di Indonesia antara lain di Pulau Nusa Penida Bali, Pulau Sumbawa NTB, Pulau Flores NTT, dan Kepulauan Sangir Talaud Sulut. Sistem hibrida itu hanya memadukan antara listrik energi surya, angin, dan diesel sebagai cadangan (back up).

Sistem gasifikasi biomassa diharapkan dapat meningkatkan pasokan energi pada sistem hibrida yang telah ada. Bila sistem ini berhasil diterapkan, menurut Indroyono akan menjadi sistem hibrida yang pertama di Indonesia yang menggunakan gasifikasi biomassa. Penerapan gasifikasi biomassa pada sistem hibrida di luar negeri antara lain dikembangkan oleh Australia.

### Bioner-1

Bioner-1 menurut rencana akan mulai dioperasikan di desa Rasau Jaya, Pontianak awal tahun depan. Sistem yang total biayanya Rp 90 juta termasuk pemasangan di lapangan nantinya akan mampu membangkitkan daya 18 kilowatt untuk memasok daya listrik penerangan 40 rumah dengan kapasitas masing-masing 450 watt.

Pada siang hari, Bioner-1 digunakan untuk menggerakkan pompa air berkapasitas 150 meter kubik per jam guna mengairi areal lahan seluas empat hektar. Tujuan pengairan di daerah Rasau Jaya itu adalah untuk menetralkan keasaman air di lahan gambut yang telah dikonversi menjadi lahan pertanian.

Pada tahap selanjutnya, Bioner-1 akan diterapkan pula di propinsi lain - jumlahnya diperkirakan 12 propinsi - yang memiliki potensi biomassa yang besar. Namun untuk itu dengan melihat potensi masing-masing, perlu dilakukan beberapa modifikasi tungku atau gasifier dan penambahan alat misalnya mesin chipper yang memotong limbah kayu menjadi seresah atau kepingan.

Menurut Koordinator Pengembangan Prototipa Bioner-1, Ir Bambang Sucahyo Msc, gas yang dihasilkan mesin gasifikasi akan selain untuk pembangkit listrik, pompa air, dan pembuatan seresah atau keping (chip) juga untuk menjalankan unit penggilingan padi, mesin pembriket biomassa, proses pengolahan biomassa lainnya.

Produk gasifikasi berupa bahan bakar gas mempunyai beberapa keuntungan seperti mudah ditransfer, pembakaran mudah dikendalikan, konstruksi bakarnya sederhana, tidak menghasilkan emisi partikel, dapat menekan polusi. Gas yang dihasilkan dalam proses gasifikasi digunakan sebagai sumber energi pembangkit listrik ataupun sebagai bahan baku sintesa senyawa kimia. Sementara itu gas atau unsur buangan yang dapat direduksi hingga tidak terbuang ke udara adalah arang, tar, CO dan CH<sub>4</sub>, urai staf peneliti Direktorat TPSE BPPT, Ir Rohmadi Ridlo MEng.

#### Prinsip

Sistem gasifikasi ini pada prinsipnya terdiri dari empat komponen utama yaitu alat untuk pembaraan bahan baku biomassa, reaktor atau gasifier, sistem pendingin dan pembersih gas, mesin diesel dan generator listrik. Gas dari pembaraan biomassa yang telah bersih (yang keluar dari unit pembersih) dapat digunakan sebagai bahan bakar motor diesel.

Dalam percobaan mesin gasifikasi Bioner-1 menggunakan bahan limbah sekam padi dengan pasokan 25 kilogram per jam dapat mensubstitusi penggunaan solar PLTD sebanyak 86 persen atau empat liter dari total lima liter solar per jam yang dibutuhkan. Sedangkan dengan bahan bakar gambut seberat 20 kilogram dapat mensubstitusi solar sebanyak 70 persen sejamnya.

Pada tahap selanjutnya, unjuk kerja mesin gasifikasi ini akan ditingkatkan sehingga solar yang disubstitusi meningkat. Langkah berikutnya menggantikan mesin diesel dengan mesin gas sehingga dapat digunakan 100 persen bahan bakar biomassa, tanpa solar.

Sementara itu berdasarkan kajian ekonomi yang pernah dilakukan BBI beberapa waktu lalu, jelas Koordinator Ad Hoc Gasifikasi BBI, Ir Djoko Wartono Msc, penggunaan paduan solar ( 1,5 liter) dan biomass dalam hal ini sekam padi (24 kilogram) untuk membangkitkan PLTD 18 kW dapat menghemat biaya Rp 20,5 tiap kWh.

Meskipun biomassa dapat mensubstitusi bahan bakar solar, hasil uji coba yang pernah dilakukan BBI dan BPPT menunjukkan efisiensi termalnya masih relatif rendah 15,5 persen jika menggunakan sekam padi, dan delapan persen menggunakan gambut. Sedangkan efisiensi dengan bahan bakar solar dan gas

alam masing-masing 28 persen dan 33 persen. Untuk meningkatkan efisiensi itu, BPPT akan mengembangkan sistem pembakaran pada tungku dan pemurnian gas.

#### Pengembangan alat

Mesin gasifikasi pertama kali dikembangkan di Indonesia pada tahun 1980-an melalui proyek kerja sama antara ITB dan JTA Belanda dengan bantuan dana Bank Dunia. Hasil desain jurusan teknik kimia ITB itu lebih lanjut diserahkan pada PT BBI untuk dikembangkan menjadi skala pabrik. Teknologi gasifikasi yang dikembangkan menggunakan limbah kayu.

Hasil rekayasa BBI di antaranya telah digunakan Departemen Kehutanan, Direktorat Jenderal Listrik dan Energi Baru (sekarang Ditjen Listrik dan Pengembangan Energi) Deptamben. Selain menggunakan limbah kayu, BBI juga mengembangkan sistem gasifikasi yang pemanfaatan limbah pertanian antara lain sekam padi. Gas yang dihasilkan itu digunakan untuk menggerakkan unit penggilingan padi. Hasil rekayasa BBI ini antara lain digunakan oleh

#### Koperasi Unit Desa Pasuruan

Kerja sama dengan perguruan tinggi juga dilakukan BBI dengan Institut Teknologi Sepuluh November untuk pemrosesan dan pemanfaatan limbah kayu.

Selain perguruan tinggi, beberapa Lembaga Swadaya Masyarakat diantaranya Yayasan Dian Mandala Yogyakarta juga mengaplikasikan teknologi gasifikasi dengan menggunakan bahan baku kayu.

Upaya pemanfaatan biomassa yang sumbernya sangat potensial di Indonesia oleh lembaga riset dan institusi pendidikan serta industri di Indonesia, menurut Kasubdit Sumber Daya Energi Baru BPPT, Ir Syaffriadi, telah menarik minat pihak asing untuk menjalin kerja sama. Beberapa lembaga penelitian asing yang telah menyatakan kesediaanya untuk bekerja sama antara lain, ACRE Australia, Energia Italia, dan Elomatic Finlandia. Saat ini ketiga lembaga itu tengah mengadakan studi kelayakan di beberapa daerah di Indonesia.

**Kuesioner Teks Nomor 27**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## **Teks Nomor 28**

Gasifikasi Limbah untuk Pembangkit Listrik

Sistem gasifikasi limbah biomassa untuk meningkatkan kemampuan pembangkitan listrik hingga 100 kW, kini tengah dikembangkan Boma Bisma Indra, BPPT, dan PLN.

Sebelumnya Kelompok Konversi Energi dan Rekayasa Direktorat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Energi BPPT telah melakukan perancangan dan bersama BBI -konsultan perkerjasama desain- mencoba meningkatkan kapasitas sistem yang disebut bioner (biomassa energi) ini dari 20 kW hingga 25 kW.

Hasil desain itu dapat diterapkan untuk industri skala kecil dan menengah melalui program pengembangan usaha kecil dan menengah.

Sistem bioner yang dapat mengkonversi bahan bakar padat (biomassa) menjadi gas bakar ini bila dikembangkan untuk membangkitkan listrik, diharapkan dapat menggantikan PLT diesel di pedesaan. Dengan memanfaatkan limbah pertanian yang potensial di daerah setempat, antara lain berupa ranting kayu, daun kering, sekam padi, dan merang menjadi bahan bakar energi, penerapan PLT biomassa dapat menekan penggunaan solar.

Sebagai pembangkit listrik di Kalimantan, sistem ini misalnya dapat memanfaatkan bahan bakar gambut dan limbah kayu, di Sulawesi menggunakan limbah sabut kelapa, sedangkan di Sumatera dapat memakai limbah perkebunan lainnya.

Pada pengembangannya, PLT biomassa ditargetkan hanya akan menggunakan solar 10 persen dan selebihnya limbah pertanian. Saat ini dengan meningkatkan kinerja sistem pengeluaran abu sisa pembakaran, pendinginan dan pemurnian gas, dapat direduksi penggunaan solar dari 70 persen menjadi 85 persen. Ujicoba bioner berkapasitas 20 kW telah dilakukan di Kalimantan Timur, Riau, dan Gorontalo. Sementara itu juga telah diterapkan bioner berkapasitas 25 kW untuk penggilingan padi di Kecamatan Kesamben Jombang. Selanjutnya di lokasi yang sama, sistem ini juga akan dicoba sebagai penggerak utama untuk pabrik gula rakyat.

Dengan menggunakan sekam padi dicapai substitusi solar hingga 85 persen. Bila tanpa bioner diperlukan solar 6 liter perjam, maka dengan bioner hanya menghabiskan 1 liter perjam dengan substitusi sekam padi sebanyak 20 kg perjam. Dengan menggunakan sekam padi itu dapat dihemat biaya produksi Rp 2.250 per jam atau Rp 5,4 juta per tahun.

Bioner juga telah dicoba penggunaannya dengan bahan bakar gambut dengan pasokan seberat 20 kg perjam hingga dapat menggantikan solar sebanyak 70 persen sejamnya. Sementara itu untuk membangkitkan listrik 18 kW, menurut kajian ekonomi BBI, paduan solar ( 1,5 liter) dan sekam padi (24 kg) dapat menghemat biaya Rp 20,5 tiap kWh.

Pengembangan selanjutnya, mesin gasifikasi ini akan ditingkatkan kinerjanya sehingga solar yang digantikan meningkat, dan akhirnya mengganti mesin diesel dengan mesin gas yang 100 persen menggunakan bahan bakar biomassa, tanpa solar.

Bioner yang dikembangkan sejak tahun 1995, prototipe generasi pertamanya disebut Bio-ner-1 telah diresmikan penggunaannya November 1997 di pabrik BBI Pasuruan Jawa Timur. Pada tahap selanjutnya, akan dikembangkan prototipe generasi kedua yaitu Bioner-2, untuk mengolah limbah atau sampah kota menjadi energi.

Bioner-1 berdaya 18 kW yang biaya totalnya Rp 90 juta -termasuk pemasangan- diuji di desa Rasau Jaya Pontianak untuk memasok listrik bagi penerangan 40 rumah masing-masing 450 watt pada malam hari. Sedangkan siang hari digunakan untuk menggerakkan pompa air berkapasitas 150 meter kubik perjam untuk lahan seluas 4 hektar. Pada tahap selanjutnya, Bioner 1 akan diterapkan pula di 12 propinsi lainnya yang melimpah biomasnya. Namun penerapannya di tiap daerah mungkin memerlukan modifikasi tungku dan penambahan mesin chipper atau pemotong limbah kayu menjadi seresah atau keping. Hal ini disesuaikan dengan jenis biomassa yang digunakan.

Gas dari mesin gasifikasi ini selain untuk menjalankan mesin penggiling padi, pembangkit listrik, pompa air juga dapat digunakan menggerakkan mesin pembriket biomassa, dan proses pengolahan biomassa lainnya.

Bahan bakar gas dari sistem gasifikasi mempunyai keuntungan antara lain mudah ditransfer, pembakarannya mudah dikendalikan, konstruksi sistem bakarnya sederhana, tidak menghasilkan emisi partikel karena itu dapat menekan polusi.

Gas atau unsur buangan yang berupa arang, tar, CO dan CH<sub>x</sub> ini memang dapat direduksi hingga tidak terbuang ke udara. Selain sebagai sumber energi listrik, gas ini dapat digunakan sebagai bahan baku sintesis senyawa kimia.

Meskipun bioner dapat mensubstitusi solar, hasil ujicoba yang pernah dilakukan BBI dan BPPT menunjukkan efisiensi termalnya masih rendah berkisar 15 persen hingga 35 persen.

**Kuesioner Teks Nomor 28**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 29

### SAMPAH DAPAT HASILKAN ENERGI LISTRIK

Sampah ternyata bukan hanya dapat diolah menjadi pupuk kompos atau semacamnya, tetapi juga bisa diolah untuk menghasilkan tenaga listrik. Bahkan, sampah di Jakarta yang diproduksi rata-rata 20.000 ton per hari tersebut dapat memproduksi energi listrik berdaya 100 megawatt dan memberikan pendapatan rata-rata Rp 320 miliar per tahun.

Demikian dikatakan pakar bioenergi dari Yayasan Pengembangan Keterampilan dan Mutu Kehidupan Nusantara Jusri Jusuf di Jakarta, Senin (6/12).

Dikatakan, sampah perkotaan yang organik pada dasarnya ialah biomassa (senyawa organik) yang dapat dikonversi menjadi energi melalui sejumlah proses pengolahan, baik dengan maupun tanpa oksigen yang bertemperatur tinggi. Energi yang dihasilkan berbentuk energi listrik, gas, energi panas dan dingin yang banyak dibutuhkan industri, seperti cool storage, gedung perkantoran, dan hotel. Termasuk pupuk untuk pertanian dan perkebunan.

"Jika sampah tersebut homogen, seperti sampah perkebunan dan pertanian, maka produk yang dihasilkan dapat bertambah menjadi minyak diesel dan briket," kata Jusri Jusuf.

Konsep sampah untuk energi itu, menurut Jusri, dapat menjawab dasar pertimbangan saat akan memutuskan jenis teknologi yang akan digunakan untuk mengubah sampah perkotaan menjadi produk yang bernilai jual. Kota besar yang produksi sampahnya dapat mencapai ratusan ton per hari harus memakai teknologi yang mampu memusnahkan sampah tersebut secara cepat, agar tidak terjadi penumpukan. Hal ini juga akan menghemat investasi dalam pemakaian luas lahan yang diperlukan.

Mengingat besarnya anggaran biaya penanganan sampah dalam setiap tahun, harus dipakai teknologi yang mampu menghasilkan yield (imbal hasil) yang bernilai ekonomis tinggi. "Dengan demikian, memberi keuntungan," ujar Jusri Jusuf.

Kini teknologi olah sampah menjadi energi listrik itu mulai dibangun di Medan. Proyek dari Yayasan Pengembangan Keterampilan dan Mutu Kehidupan Nusantara tersebut diharapkan selesai tahun 2005.

Tentang sampah kota Jakarta, menurut Jusri Jusuf, jika dikelola menjadi energi listrik, sampah tidak perlu dibuang ke lokasi terdekat di Bekasi atau Bojong. Namun, langsung diangkut menuju lokasi industri pembangkit tenaga listrik yang berbasis sampah yang dibangun di sejumlah kawasan di Jakarta.

Kalau sampah tersebut cuma dibuang ke Bojong, yang menikmati manfaat hanya perusahaan pengelola. Akan tetapi, jika diolah menjadi tenaga listrik, otomatis masyarakat Bojong pun tidak akan menolak sebab bisa menambah daya listrik di wilayah itu.

"Jadi, sudah waktunya sampah di daerah diolah jadi energi listrik. Dengan begitu, krisis listrik yang dihadapi di berbagai daerah dapat teratasi. Tarif pun bisa murah," ujar Jusuf.

**Kuesioner Teks Nomor 29**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### **Teks Nomor 30**

Tugu: Energi Biomassa, Alternatif Energi Masa Depan

Di tengah krisis energi saat ini, pengembangan energi biomassa yang dapat diproduksi mudah adalah satu alternatif. Sumber energi ini mudah didapatkan, yakni dengan daur ulang limbah peternakan dan pertanian. Koordinator Institut Bunderan, Gutomo Priyatmono, Senin (17/10), mengatakan, energi biomassa yang dapat diproduksi murah, saat ini masih pada tataran wacana. Institut Bunderan akan membahas energi alternatif ini dalam diskusi bertema Kemana Hilangnya Minyak Tanah, Selasa (18/10) sore.

**Kuesioner Teks Nomor 30**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### **Teks Nomor 31**

Energi: Biomassa, Alternatif Masa Depan

Di tengah krisis energi saat ini, pengembangan energi biomassa yang dapat diproduksi secara mudah merupakan salah satu alternatif. Sumber energi ini sangat mudah didapatkan, yakni dengan daur ulang limbah peternakan dan limbah pertanian.

Koordinator Institut Bunderan, Drs Gutomo Priyatmono MHum, Senin (17/10), mengatakan, energi biomassa yang dapat diproduksi murah saat ini masih pada tataran wacana. Secara khusus, Institut Bunderan akan membahas masalah energi alternatif dalam diskusi "Ke Mana Hilangnya Minyak Tanah", Selasa (18/10) pukul 15.30-17.30, di Koa Kafe, Jalan Sagan, Yogyakarta.

Di berbagai daerah termasuk Yogyakarta, energi biomassa yang berbasis limbah peternakan sangat potensial. "Menurut data BPS 2003, jumlah ternak di Yogyakarta mencapai 586.367 ekor. Dari jumlah itu, energi yang dihasilkan cukup besar dan sekaligus menjadi clean energy."

Di Desa Harjobinangun, Pakem, Sleman, Gutomo menambahkan, rata-rata masyarakat memiliki ternak seperti unggas, sapi, atau kambing. Sistem kandang kelompok yang marak di wilayah DIY tentu saja akan menghasilkan energi yang besar.

Dari seekor sapi, energi yang dihasilkan bisa mencapai 101 watt dan manfaatnya setara dengan 0,2 liter minyak tanah. Ahmad Taufik dari Divisi Energi Institut Bunderan mengatakan, daerah di Turgo sedang direncanakan menjadi tempat pengembangan energi biogas.

**Kuesioner Teks Nomor 31**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### Teks Nomor 32

#### Pengurangan Emisi: Limbah Kayu Jadi Bahan Bakar

Jika sampah kayu dari hasil pembukaan lahan di Indonesia dibakar dan menghasilkan bencana asap, di Jepang limbah kayu diolah menjadi bahan bakar. Inilah pelajaran berharga, tidak perlu takut mengeluarkan biaya untuk menyelamatkan bumi karena bisa mendapatkan keuntungan.

Semua limbah kayu yang dihasilkan dari proyek konstruksi, pembongkaran rumah, dan potongan kecil dari pabrik dibawa ke kilang milik perusahaan Bioethanol Japan Kansai Co Ltd untuk diolah menjadi bahan bakar etanol. Produk yang dihasilkan melalui proses pengilangan kemudian dicampurkan ke bensin sebagai bahan bakar transportasi.

Kilang limbah kayu merupakan salah satu upaya untuk menghasilkan energi biomassa sebagai sumber daya baru yang berasal dari alam organik, seperti etanol dari tebu atau jagung. Etanol kemudian dicampurkan ke bensin untuk mengurangi emisi karbon dioksida, membantu mencegah pemanasan global. Selain itu, juga mengamankan sumber daya energi untuk mengurangi penggunaan minyak.

Namun, upaya tersebut memang harus didukung pemerintah dengan sepenuh hati. Seperti yang dilakukan Pemerintah Jepang yang memberikan dukungan atas kilang pengolahan limbah kayu milik Bioethanol Japan Kansai Co Ltd. Dukungan yang akhirnya dapat menghindari adanya penimbunan dan pemusnahan sampah secara ilegal. Tak hanya itu, Kementerian Lingkungan Hidup Jepang juga memperkenalkan undang-undang produksi daur ulang pada tahun 2000 dengan mulai mengeluarkan wacana pengembangan konstruksi pengelolaan limbah.

Memang hingga saat ini produksi biofuel dari limbah kayu relatif masih sangat terbatas, tetapi memiliki kemajuan. Sejak dimulai tahun 2000, produksi hanya 4,7 juta ton, tahun 2005 meningkat menjadi 7,3 juta ton, pada tahun 2010 diprediksi akan meningkat lagi menjadi 7,5 juta ton, dan tahun 2020 menjadi 7,6 juta ton.

Pengurangan emisi dalam rangka pencegahan efek pemanasan global dengan memperkenalkan penggunaan biofuel di Jepang sudah dilakukan sejak Protokol Kyoto ditandatangani tahun 1990 dengan komitmen pengurangan CO<sub>2</sub> sebanyak 6 persen. Waktu itu, Pemerintah Jepang mulai memproduksi dan menggunakan 500.000 kiloliter biofuel.

Kemudian gerakan penggunaan biofuel mulai dipromosikan melalui strategi "Biomass Nippon" pada Maret 2006. Kemudian disokong juga dengan program Strategi Energi Alternatif Nasional pada Mei 2006, yakni dengan pencanangan 50 persen penggunaan biofuel untuk bahan bakar pada tahun 2030.

Pemanfaatan biofuel juga didukung dengan undang-undang, yang membuat peraturan terhadap kontrol kualitas produksi bahan bakar pada Juni 2003 dengan membolehkan pencampuran 3 persen etanol ke bahan bakar premium. Kemudian pemerintah juga mengatur perdagangan alkohol pada April 2006 dengan tujuan menetapkan liberalisasi perdagangan etanol.

Hal yang juga menarik dari kilang Bioethanol Japan Kansai Co Ltd adalah karena didirikan di atas kawasan industri yang merupakan lahan reklamasi dengan memanfaatkan timbunan sampah dan limbah industri. Namun, tidak perlu dikhawatirkan keamanan lingkungannya karena perusahaan pemerintah yang dibentuk untuk mengelola sampah pada tahun 1971 telah membuat perencanaan yang matang agar proyek tersebut tidak merusak lingkungan ketika memulai reklamasi tahun 1974.

Kawasan industri yang memiliki luas 280 hektar ini dibangun dengan 49,77 juta ton timbunan yang terdiri dari 45,29 juta ton sampah industri dicampur dengan 4,48 juta ton tanah. Sampah tersebut diambil dari seluruh wilayah Osaka, tetapi sebagian besar berasal dari Kota Osaka. Sementara dari jenis Osaka, 29,64 juta ton terdiri dari sampah konstruksi, Tailing sebanyak 6,32 juta ton, endapan yang sudah dipadatkan sebanyak 4,96 juta ton, dan endapan biasa 2,83 juta ton.

Urusan mengelola barang bekas memang Jepang jagonya. Sampai mendaur ulang dokumen rahasia menjadi kertas toilet pun menjadi bagian dari usaha untuk menjaga lingkungan. Jadi, kantor-kantor di Jepang tak perlu lagi membuang waktu dan biaya untuk menghancurkan dokumen rahasia, apalagi membakarnya.

Produsen kertas toilet merek CoreLex menciptakan teknologi sederhana yang memisahkan komponen logam saat dokumen dijadikan bahan bubur kertas untuk pembuatan kertas tisu untuk toilet. Teknologi tersebut memudahkan perusahaan mengatasi tumpukan dokumen tanpa harus membuka kemasan yang disegel dari lembaga asalnya sebelum didaur ulang.

Bukan hanya itu, sejak didirikan, perusahaan ini juga mengembangkan sistem mengelola ulang bekas kemasan susu dan cangkir kertas karton yang pada masa lalu dibakar karena tidak dapat diperbarui. Pengembangan terus-menerus sebagai kontribusi pada lingkungan membuat Ketua Dewan Promosi Recycling memberikan penghargaan karena mempromosikan pengembangan industri daur ulang.

Yoichi Ishii dari San-Ei Regulator Co Ltd, produsen tisu toilet merek Core-lex, mengutarakan, lingkungan adalah kunci masa depan. Pengelolaan limbah merupakan proyek nasional dan menjadi perhatian seluruh dunia, khususnya solusi untuk limbah "nol".

Menurut Ishii, di perusahaan San-Ei, semua sumber daya dimanfaatkan. Logam-logam yang terkumpul, seperti penjepit, dimanfaatkan kembali untuk dilebur ulang. Kemudian, bahan-bahan plastik dibakar guna mendapatkan energi untuk operasional pabrik. Bahkan, abunya dijual lagi sebagai bahan baku untuk semen. Jadi, nyaris semua limbah dari dokumen memiliki nilai ekonomi.

Bukan hanya urusan sampah, pengusaha di Jepang sepertinya berlomba-lomba mengurangi gas buang serta emisi zat berbahaya, termasuk dioksin, akan berkurang. Termasuk Hitachi Zosen yang mengembangkan teknologi pembakaran sampah yang sangat ramah terhadap lingkungan dengan meminimalkan pembuangan zat-zat beracun ke udara.

Hitachi Zosen bukan hanya sibuk melakukan inovasi, tetapi juga menciptakan insinerasi yang dipadukan dengan sistem pembangkit listrik. Dengan menghasilkan daya dan menggunakan panas sampah yang

dibakar, mereka bukan hanya berkontribusi untuk menurunkan emisi CO<sub>2</sub>, tetapi juga menciptakan energi.

JFE Engineering Corporation juga menciptakan teknologi untuk mengurangi pemakaian energi listrik dalam penggunaan pendingin ruangan di Jepang. Hal ini sangat penting bagi Jepang karena pemakaian listrik pada sektor umum mencapai 36,1 persen, dengan sebanyak 40 persen dari penggunaan listrik tersebut dikonsumsi oleh pemakaian penyejuk ruangan (AC).

Jika melihat apa yang dilakukan Jepang dalam pengembangan teknologi yang ramah lingkungan dan berorientasi pada pengurangan emisi karbon, memang dibutuhkan biaya yang tidak murah. Namun, nilai yang tak terhitung adalah lingkungan yang bersih, dan yang paling penting sudah berjalan jauh di depan bangsa lain.

**Kuesioner Teks Nomor 32**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### **Teks Nomor 33**

Biomassa: Tungku Sehat dan Hemat dari 15 Industri Diuji

Bank Dunia bekerja sama dengan Pemerintah Indonesia menguji inisiatif tungku sehat hemat energi dari lima belas industri. Industri dengan model yang lolos uji dan berhasil memasarkan produk tungku akan diberi insentif.

Pemimpin Satuan Tugas (Task Team Leader) Clean Stove Initiative (CSI) dari Bank Dunia Yabei Zhang mengatakan, kegiatan itu untuk mendorong masyarakat mengurangi penggunaan biomassa tradisional, terutama kayu bakar, untuk memasak. Selain tak efisien, biomassa tradisional menimbulkan polusi udara.

"Dari 60 juta rumah tangga di Indonesia, 40 persennya sangat bergantung pada biomassa tradisional untuk memasak," kata Zhang dalam diskusi tentang tungku sehat hemat energi (TSHE), di Jakarta, Rabu (13/8). Terkait aktivitas itu, setiap tahun terdapat 165.000 kematian dini di Indonesia (data the Global Burden of Disease Study 2010).

Selain penyakit sistem pernapasan, aktivitas itu memicu masalah jantung dan katarak.

Untuk menyiapkan dan mengimplementasikan program tungku sehat, Bank Dunia mengucurkan hibah 300.000 dollar AS (sekitar Rp 3 miliar dengan kurs Rp 10.000) kepada pemerintah. Dari jumlah itu, 190.000 dollar AS di antaranya diberikan kepada Bank BRI sebagai bank penyalur insentif industri.

Zhang mengatakan, Februari lalu, satuan tugas CSI menerima proposal dari industri yang berminat mengembangkan dan memasarkan produk TSHE. Bulan September, industri yang lolos akan diumumkan. Nantinya, bahan bakar TSHE adalah biomassa ramah lingkungan, seperti briket atau pellet dari limbah kayu. Model tungku dari ke-15 industri diuji di laboratorium untuk mengukur kesesuaian tungku dengan standar TSHE. Standar itu, antara lain, adalah efisiensi panas untuk memasak minimal 25 persen, minim karbon dioksida, dan tahan setidaknya satu tahun.

Karena baru sebatas percobaan, target produk TSHE yang akan dipasarkan hanya 5.000 unit-7.000 unit. Konsultan Senior Akses Energi Bank Dunia Voravate Tuntivate mengatakan, area pemasaran produk difokuskan di Pulau Jawa.

Iwan Baskoro, Lead Technical Advisor StovePlus, mengatakan, industri yang berminat ikut bervariasi, mulai dari skala kecil, menengah, hingga besar, serta dari dalam dan luar negeri. "Jangan membayangkan desain tungku akan aneh. Desainnya mirip dengan tungku biasa, bahkan bisa dipakai dengan bahan bakar kayu bakar biasa," ujar Iwan.

Namun, efisiensi tungku didesain lebih optimal jika menggunakan briket atau pellet kayu. "Itu yang sedang diuji sekarang," kata dia.

**Kuesioner Teks Nomor 33**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### Teks Nomor 34

Catatan Iptek: Energi Terbarukan

Antrean panjang kendaraan bermotor di pompa bensin kembali terjadi saat Presiden Joko Widodo mengumumkan kenaikan harga BBM, Senin (17/11) malam. Apa boleh buat, sebagai negara dengan ketergantungan pada energi fosil yang masih sangat tinggi, 94 persen dan sebagian besar impor, anggaran negara untuk subsidi menjadi amat tinggi.

Selama 69 tahun merdeka, Pemerintah Indonesia memang abai mengembangkan diversifikasi energi. Akibatnya, hampir semua kebutuhan energi dipasok dari migas. Padahal, cadangan minyak kita hanya cukup untuk 23 tahun lagi. Sementara cadangan gas masih 50 tahun dan batubara 80 tahun. Itu pun Indonesia lebih banyak impor saat ini.

Padahal, dunia sudah lama bergerak ke arah energi baru dan terbarukan. Selain lebih berkelanjutan dan setelah investasi biaya operasionalnya relatif murah, energi terbarukan menjadi alternatif yang efektif untuk mengurangi emisi karbon.

Tiongkok adalah negara paling progresif mengembangkan energi terbarukan. Laporan berjudul "Lagging Behind: Australia and The Global Response to Climate Change" dari Climate Council menyebutkan, Tiongkok telah menutup banyak pembangkit listrik yang menggunakan batubara setara dengan 77 gigawatt (GW) energi listrik yang dihasilkan sepanjang 2006-2010. Tahun depan, menurut rencana, akan ditutup lagi pembangkit listrik serupa yang berkekuatan 20 GW.

Australia sebenarnya merupakan negara pro energi terbarukan dengan 14,76 persen energi berasal dari sumber daya energi berkelanjutan. Namun, berbagai perubahan kebijakan membuat investasi untuk energi terbarukan menurun hingga 70 persen pada tahun lalu.

Tidaklah mengherankan jika menjelang ajang G-20 di Brisbane, Australia, pekan lalu, Perdana Menteri Australia Tony Abbott didorong kembali meningkatkan penggunaan energi terbarukan dan mengajak anggota G-20 melakukan hal sama.

Menurut Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), upaya pengurangan emisi menjadi keharusan karena dampak perubahan iklim semakin signifikan, yaitu kenaikan suhu yang memicu cuaca ekstrem. IPCC menyerukan pengurangan gas rumah kaca, terutama karbon, yang jika tak dicegah membuat suhu Bumi naik 2 derajat celsius. Kelihatannya sedikit, tetapi yang terjadi adalah perubahan cuaca dan iklim yang tidak hanya mengganggu kesehatan, tetapi juga ketersediaan pangan yang akan mengancam kelangsungan hidup di Bumi.

Menjadi ironi karena Indonesia yang memiliki sumber daya energi terbarukan sangat besar justru mengabaikannya. Ketersediaan angin, sinar matahari, air, dan bahkan panas bumi sepanjang tahun tidak pernah optimal dimanfaatkan. Ada panel listrik tenaga surya, mikrohidro, tenaga angin, bahkan biodiesel dan bioetanol, tetapi semuanya dalam skala kecil dan tidak terintegrasi. Padahal, potensinya luar biasa. Mikrohidro, misalnya, sekitar 450 MW, biomassa 50 GW, energi surya 4,80 kWh/m persegi/hari, dan energi angin 3-6 m/detik ([www.esdm.go.id](http://www.esdm.go.id)).

Meski ada Perpres Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, upaya pengembangan energi baru terbarukan ini ternyata tidak jalan. Padahal, dalam Perpres itu sudah disebutkan bahwa kontribusi energi terbarukan dalam bauran energi primer nasional 2025 mencapai 17 persen. Komposisinya adalah bahan bakar nabati 5 persen, panas bumi 5 persen, biomassa, nuklir, air, surya, dan angin 5 persen, serta batubara yang dicairkan 2 persen.

Kenyataannya, bukan pemerintah yang bertindak mengembangkan sumber daya alam berkelanjutan. Justru banyak perusahaan swasta yang mengembangkan energi terbarukan untuk membantu masyarakat di sekitarnya dalam program tanggung jawab sosial korporasi yang dikenal dengan CSR.

Di Jawa Timur, ada PT Jawa Power yang membangun banyak pembangkit mikrohidro untuk desa-desa terpencil yang tidak terjangkau listrik PLN. Di Bontang, Kalimantan Timur, PT Badak LNG mengajarkan pemanfaatan kotoran sapi untuk menghasilkan biodiesel, sumber energi untuk memasak dan penerangan.

Kembali ke kenaikan harga BBM, pemerintah akan kembali menghadapi hal sama jika kebijakannya tidak pernah mengupayakan kedaulatan energi. Atau, inilah yang diinginkan?

**Kuesioner Teks Nomor 34**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### Teks Nomor 35

#### Bioteknologi di Indonesia

DINYATAKAN oleh Menristek/Ka. BPPT Prof Dr Ing B.J. Habibie, bahwa Bioteknologi merupakan salah satu prioritas dalam pengembangan ilmu-ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia. Menanggapi hal itu, dalam tajuk rencana harian ini tanggal 22 Februari 1991 disajikan ulasan, yang antara lain mengemukakan 3 hal utama yang menjadi concern dalam penerapan dan pengembangan bioteknologi di Indonesia, yakni:

1. Bagaimana proses untuk mengembangkan kemampuan bioteknologis itu sendiri dapat dilaksanakan, selagi hal-hal yang menyangkut proses produksi secara konvensional maupun know-how yang terkait dengan produk-produk tertentu, belum kita kuasai.
2. Masalah dilematis yang menyangkut kekhawatiran terhadap kehilangan nilai dari hasil produksi pertanian dan kesempatan kerja dari proses produksinya, sebagai dampak negatif dari makin terkendalinya proses-proses produksi dan berkurangnya ketergantungan terhadap komoditi-komoditi alamiah.
3. Perumusan yang jelas mengenai arah pengembangan bioteknologi, sehingga tetap terjangkau oleh masyarakat banyak, dan tidak hanya menguntungkan kelompok yang bermodal.

Dalam rangka menanggapi hal-hal yang menjadi concern tersebut, tulisan ini disajikan untuk menambah informasi bagi masyarakat luas dari referensi-referensi mengenai bioteknologi yang sudah ada sebelumnya, baik dari media massa maupun dari forum-forum ilmiah.

Bioteknologi sebenarnya bukan ilmu baru. Telah lama kita mengenal produk-produk bioteknologis, seperti tempe, tape, cuka, anggur, keju, dan sebagainya. Perkembangannya yang revolusionerlah yang menimbulkan kesan, seolah-olah bioteknologi itu suatu "produk baru" hasil penelitian dan pengembangan suatu "pabrik iptek". Sejak dekade '70-an beberapa peneliti berhasil melakukan rekayasa genetika suatu jasad renik bersel tunggal, mulailah roda revolusi bioteknologi menggelinding pesat dan terus-menerus mengalami percepatan berkat dukungan peralatan dan teknik yang makin canggih, tersedianya bahan kimia maupun produk biologis yang spesifik, serta terkuaknya fenomena-fenomena baru dalam tingkat molekuler.

Dalam dunia farmasi, bioteknologi merupakan metoda inovatif untuk produksi obat-obatan, seperti Insulin, Interleukin 2, Interferon- Alpha, -Beta dan -Gamma, Tumor Nekrosis Faktor (TNF), dan masih sederetan lagi daftar obat atau senyawa aktif yang bernilai farmasetis tinggi, yang pada akhir tahun '70-an dan awal '80-an telah berhasil dilaksanakan perekayasaannya genetiknya dari jasad renik tertentu untuk tujuan produksi.

Di bidang pertanian tercatat keberhasilan penerapan bioteknologi melalui teknik kultur jaringan, yakni mulai dari penyediaan bibit tanaman secara mikropopagasi, produksi metabolit sekunder bernilai farmasetis, fiksasi Nitrogen, "penciptaan" hibrida somatik melalui fusi protoplasma, sampai dengan rekayasa genetika tanaman ke arah peningkatan kualitas produksi dan daya tahan terhadap penyakit.

Di bidang kedokteran, bioteknologi memberikan kontribusi dalam hal penggunaan antibodi monoklonal untuk tujuan diagnosa in vitro ataupun untuk terapi, reparasi gen pada kasus penyakit genetik, dan tumbuhnya harapan-harapan baru dari sudut pandang terapi terhadap penyakit-penyakit, yang relatif sukar ditangkal akibat cepatnya si penyebab penyakit membuat dirinya resisten terhadap obat-obatan yang ada.

Untuk bidang energi, bahan mentah, bahan kimia maupun pengelolaan lingkungan, kontribusi bioteknologi tercatat dalam hal optimasi produksi gas metan dari biomassa, peningkatan penambangan minyak, produksi bahan kimia dan pelarut, ekstraksi logam dari mineral berkadar rendah, dekomposisi dan detoksifikasi senyawa kimia beracun, berpabikan sistem mikrobiologis untuk kontrol lingkungan, dan sebagainya.

Bila dikaji secara menyeluruh atas faktor-faktor terkait yang mempengaruhi atau mendorong perkembangan bioteknologi di negara-negara industri maju, adalah keberadaan unsur-unsur yang dapat bekerja atau berfungsi secara komplementer, yang antara lain terdiri dari cukupnya tenaga ahli, perumusan kebijaksanaan risteknya dan perkembangan Iptek yang mendukung, dana untuk R & D, andalnya institusi-institusi enelitian baik universitas maupun lembaga lainnya, tingkat perkembangan industri-industri terkait yang telah mantap. Interaksi unsur-unsur komplementer itulah, yang mendorong perkembangan bioteknologi di negara-negara industri maju makin ke arah "hulu", yakni makin maju tingkat penguasaan ilmu dasarnya guna tetap dapat mempertahankan keunggulan komparatif di dalam perdagangan produk industri yang makin kompetitif.

Pada pembangunan jangka panjang tahap kedua (PJPT-II), penguasaan Iptek merupakan tulang punggung untuk mendukung keberhasilannya. Telah banyak diulas di media massa maupun pertemuan-pertemuan ilmiah, bahwa penguasaan teknologi harus dilaksanakan secara konsisten dan konsepsional, sebagai tahapan dalam menuju era industrialisasi. Dalam kerangka konsep untuk mengantisipasi perkembangan teknologi, kiranya cukup relevan dalam tulisan ini dikemukakan kembali pernyataan seorang pakar manajemen industri dari New York University, yakni prof Druecker, sebagai berikut: "Di dalam era teknologi ..., kita memasuki suatu periode yang penuh dengan gejolak, suatu periode yang ditandai dengan pembaruan-pembaruan yang sangat cepat ... Akan tetapi, masa yang demikian itu dapat juga dipandang sebagai suatu kesempatan besar bagi siapa yang dapat memahami, menrima, dan mendayagunakan kenyataan- kenyataan atau temuan-temuan baru. Di atas itu semua, adalah suatu kesempatan bagi pembuktian suatu kepemimpinan yang profesional."

Analog dengan formulasi Druecker tersebut adalah pidato Menristek/Ka, BPPT Prof B.J. Habibie, yang disampaikan pada Sidang Masyarakat Penerbangan dan Ruang Angkasa Rep. Federal Jerman tahun 1983, di mana beliau mendapat penghargaan dari Masyarakat tersebut atas prestasinya di bidang penerbangan dan antariksa. Pidato yang diberi judul Beberapa Pemikiran tentang Strategi Transformasi Industri suatu Negara Berkembang, merupakan acuan yang tepat untuk proses industrialisasi di Indonesia.

Menjadi pengetahuan kita bersama, bahwa kemajuan industri suatu negara akan mendorong perkembangan Ipteknya, sehingga cukup relevan bila isi pidato tersebut disinggung kembali secara singkat dalam tulisan ini. Esensi dari isi pidato tersebut berupa 5 prinsip dasar yang perlu dilaksanakan di

dalam penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk pembangunan bangsa, 4 tahap transformasi teknologi yang perlu dilakukan dalam proses penguasaan teknologi, serta 9 wahana industri yang perlu ada sebagai sarana fisik untuk pelaksanaan tahap I, II, III dan IV dalam proses penguasaan teknologi.

Adapun kelima prinsip dasar tersebut meliputi pendidikan dan latihan dalam pelbagai bidang iptek, yang relevan untuk keperluan pembangunan bangsa, suatu konsep yang jelas, realistis dan dilaksanakan secara konsekuen, suatu realitas, bahwa teknologi hanya dapat dialihkan, diterapkan, dan dikembangkan lebih lanjut, jika benar-benar diterapkan pada pemecahan problem yang konkret. Sedangkan prinsip keempat berupa suatu tekad untuk makin mandiri dalam pemecahan problema-problema teknologis. Dan prinsip kelima berupa proteksi dari negara kepada perkembangan kemampuan nasional di bidang teknologi pada tahap permulaan dari proses transformasi.

Adapun mengenai 4 tahap transformasi teknologi dikemukakan sebagai berikut: tahap I berupa adaptasi teknologi yang telah ada di dunia untuk proses-proses nilai tambah dalam rangka produksi barang-barang yang telah ada di pasaran, dengan cara antara lain melalui pembelian lisensi-lisensi. Tahap II berupa integrasi teknologi yang sudah ada untuk dikembangkan ke arah pembuatan "cetak biru". Tahap III berupa tahap pengembangan teknologi ke arah penciptaan teknologi-teknologi yang baru sama sekali. Sedangkan tahap IV merupakan tahap untuk melakukan penelitian dasar secara besar-besaran, untuk tetap dapat mempertahankan keunggulan komparatif suatu produk.

Lebih lanjut ditegaskan oleh Menristek/Ka. BPPT, bahwa untuk pelaksanaan transformasi tersebut diperlukan wahana-wahana sebagai berikut: industri pesawat terbang, industri maritim dan perkapalan, industri transportasi darat, industri elektronika dan telekomunikasi, industri energi, industri hasil-hasil pertanian dan produk-produk terkait, industri alat-alat dan mesin pertanian, serta industri hankam. Perkembangan dari kedelapan wahana industri itu, melalui kaitan-kaitan ke depan dan ke belakang, akan memajukan wahana kesembilan, yakni segala macam industri jasa, industri obat-obatan, industri perumahan, dan sebagainya.

Demikianlah kurang-lebih skenario strategi transformasi industri di Indonesia, untuk selanjutnya interaksi antara wahana-wahana industri yang telah ada dengan lembaga-lembaga penelitian/pengkajian yang terkait akan menstimulasi dan mempercepat perkembangan iptek di Indonesia.

Perkembangan bioteknologi di Indonesia secara umum dapat dikatakan baru pada tahap awal, baik tingkat penguasaan teknologis maupun kondisi infrastrukturnya, sementara negara-negara industri maju telah mulai memetik buah investasinya yang telah dirintis pada awal tahun '70-an. Kondisi yang demikian mengharuskan "masyarakat bioteknologi" Indonesia bekerja ekstra keras, mengingat keterbatasan-keterbatasan yang ada.

Berbicara mengenai perkembangan bioteknologi di Indonesia, tentu saja tidak dapat dipisahkan dari evaluasi potensi unsur-unsur terkait, yang telah disinggung sebelumnya pada kolom sejarah singkat perkembangan bioteknologi negara industri maju. Dari unsur-unsur yang ada, rumusan kebijaksanaan nasional di bidang penerapan dan pengembangan bioteknologi di Indonesia, yang mengacu pada kebijaksanaan risteknas dan berlandaskan pendekatan filosofis "mulai dari akhirnya dan berakhir dengan awalnya". Esensi dari tahap I sampai dengan IV dalam proses penguasaan teknologi, ditinjau dari

kacamata proses peluncuran suatu produk) adalah sangat tepat, ditinjau dari aspek kebijaksanaan pemberian arah dan strategi pendekatan masalah. Unsur yang lain, yakni institusi penelitian bioteknologi dari kalangan universitas maupun lembaga penelitian/pengkajian, sudah mulai, sedang ataupun dalam waktu dekat akan mempersiapkan infrastruktur penelitiannya.

Adanya PAU (Pusat Antar-Universitas) bioteknologi, reaktivasi Institut Eijkman, aktifnya lembaga penelitian lainnya di lingkungan LIPI, Balitbang Pertanian dan Kesehatan, serta akan aktifnya Pusat Pengkajian dan Penerapan Bioteknologi Industri & Pertanian dari BPPT, yang berada di lingkungan Puspiptek Serpong, merupakan bukti ketekad "masyarakat bioteknologi" Indonesia untuk tidak makin ketinggalan dari kolega-koleganya di negara-negara industri maju.

Dari inventarisasi industri bioteknologi di Indonesia tercatat Perum bio-Farma, Bio-Vetma, Indo-Farma, industri-industri etanol milik BUMN, Pemda maupun swasta, industri monosodium glutamat (penyedap rasa), asam-asam organik (asam cuka, asam sitrat), sirup fruktosa berkadar tinggi (HFS), Pusat Penelitian Perkebunan Marihat di Pematangsiantar yang sudah berhasil memproduksi bibit kelapa sawit melalui teknik kultur jaringan, dan industri-industri bioteknologi lainnya, merupakan aset yang potensial dan riel dari wahana-wahana industri bioteknologi, sebagai sarana untuk pelaksanaan adaptasi teknologi (tahap I).

Mengenai kurangnya tenaga ahli di bidang bioteknologi, telah lama diantisipasi. Sebagai tindak lanjutnya adalah pengiriman tenaga-tenaga ke luar negeri maupun ke PAU-PAU, baik untuk program bergelar maupun untuk pelatihan. Sedangkan untuk mengatasi keterbatasan dana pembangunan dari pemerintah untuk bidang penelitian, pemerintah telah mengimbau partisipasi pihak swasta untuk ikut memberikan kontribusinya dalam penelitian dan pengembangan produk-produk, bekerja sama dengan instansi pemerintah, tak terkecuali pengembangan produk bioteknologis. Di samping itu, pemerintah juga mengimbau agar penelitian-penelitian diarahkan kepada pemecahan masalah maupun kebutuhan nyata dari pasar.

Dari uraian tersebut di atas sampai dengan batasan-batasan tertentu, sebenarnya ke tersediaan unsur-unsur terkait di bidang penerapan dan pengembangan bioteknologi cukup potensial. Hal yang mendesak untuk dilaksanakan secara konsekuen adalah koordinasi, yang dikawatirkan semakin menjadi kegiatan langka di Indonesia ini. Koordinasi yang dimaksud sekurang-kurangnya mencakup program dan pertukaran informasi, agar efisiensi penggunaan dana dan daya yang memang sudah terbatas, dapat makin ditingkatkan pelaksanaannya.

Hal itulah yang merupakan tantangan besar bagi usaha pengembangan bioteknologi pada khususnya dan pembangunan nasional pada umumnya. Di samping itu, tantangan lain yang sifatnya eksternal adalah usaha untuk mencari mitra luar negeri, yang berdasarkan kerja sama yang saling menguntungkan kedua belah pihak dalam arti yang sebenarnya, mau berpartisipasi dalam membantu pengembangan bioteknologi di Indonesia.

Arah pengembangan bioteknologi di Indonesia mengacu pada kebijaksanaan Ipteknas, sedangkan pengembangan industri bioteknologi seyogyanya mengacu kepada pola transformasi industri, sebagaimana telah diuraikan sebelumnya. Dalam kedua hal itu, arah pendalamannya dari "hilir" ke "hulu", baik mengenai ilmunya sendiri maupun struktur industrinya.

Adapun mengenai proses penguasaan bioteknologi, adalah tepat bila dilaksanakan analog dengan prinsip progressive manufacturing plans, yang dikemukakan oleh Menristek/Ka. BPPT sebagai acuan dalam proses alih teknologi. Prinsip tersebut berupa suatu perencanaan produksi yang progresif, untuk menjamin teralihkannya teknologi yang bersangkutan secara teratur, yang indikator keberhasilannya diukur berdasarkan tingkat pengalihan teknologi dan bukan pada sasaran-sasaran waktu.

Dengan berkembangnya aset potensial dan riel dari industri bioteknologi yang telah ada di Indonesia, serta tumbuhnya cabang-cabang industri lain di lingkungan bioteknologi, bukan tidak mungkin hal itu akan memberikan dampak positif dalam hal stimulasi penciptaan lapangan kerja, manfaat ekonomi, serta pengembangan iptek dan industrinya. Tumbuh dan berkembangnya industri-industri tersebut selanjutnya akan mempercepat alih teknologi tahap II, III dan IV.

Dalam kerangka berpikir seperti itu, pengembangan bioteknologi akan membawa manfaat bagi banyak pihak, baik secara makro maupun mikro. Guna lebih menjamin terselenggaranya rencana-rencana dan harapan-harapan tersebut, keperluan akan pranata-pranata ekonomis untuk mencegah pemusatan kekuatan modal pada satu pihak dalam pengelolaan dan pengembangan industri bioteknologi, di samping pranata-pranata lainnya yang terkait, adalah suatu kebutuhan mutlak.

Akan halnya kekhawatiran terhadap berkurangnya nilai komoditi-komoditi alamiah akibat makin terkendalinya proses-proses produksi secara bioteknologis, kiranya tak perlu terjadi, mengingat penerapan proses-proses tersebut pada produk-produk pertanian bersifat memperpendek jalur proses alamiahnya ataupun memperbaiki kualitas dengan teknik perekayasaan; jadi bukan pada pengambilalihan proses produksi yang benar-benar 100 persen simulated/manipulated! Justru bioteknologi memberikan nilai tambah kepada komoditi-komoditi alamiah.

Telah diuraikan gambaran singkat bioteknologi di negara-negara industri maju sebagai pembanding, dan perkembangan bioteknologi di Indonesia. Sampai batasan-batasan tertentu, kemampuan bioteknologis Indonesia cukup potensial.

Dari potensi yang ada, selanjutnya dapat dikembangkan menjadi kekuatan riel bila masalah koordinasi dapat lebih ditingkatkan, sehingga hubungan unsur-unsur terkait secara fungsional bersifat komplementer, dan pada akhirnya harapan-harapan yang timbul sebagai dampak positif pengembangan bioteknologi di Indonesia dapat diwujudkan.

Bila nanti demikian keadaannya, barulah "masyarakat bioteknologi" Indonesia boleh berkata: "Padamu negeri... inilah partisipasi bioteknologi."

**Kuesioner Teks Nomor 35**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### Teks Nomor 36

#### TEBU TETANGGA DAN TUMPANGSARI

HAMPARAN lahan kering di Jawa dan luar Jawa untuk dihutankan kembali, sangat luas. Berbagai upaya telah dilancarkan. Hasilnya sudah tampak, dan orang mulai mereka-reka manfaat apa yang akan diperoleh di kemudian hari. Namun, di samping yang menggembirakan, ada juga yang membuat kita mengernyitkan dahi. Lahan kritis yang berdampingan dengan permukiman sepertinya mengalami kesulitan, apabila diubah menjadi hutan penyangga pelestari lingkungan.

Dari berbagai penglihatan, penduduk yang menanam tebu di lahan kritis, kelihatannya cukup berhasil. Mereka tidak merambah hutan, tetapi memusatkan perhatian pada usaha teburnya.

Dari kenyataan itu, dapatkah tebu dijadikan tanaman tetangga atau tumpangsari tanaman hutan di lahan marginal dan kritis?.

Lahan marginal sampai subur, bersolum dangkal hingga dalam, dan berlereng datar sampai bergunung, dapat ditanami tebu. Iklim yang menunjang hasil gula tinggi ialah cuaca terang dan berbulan kering (-+ 100 m per bulan) antara 3 dan 5. Bila bukan gula yang menjadi sasaran utama, misalnya untuk bahan baku nire kental, serat atau pakan, iklim basah cocok untuk tebu.

Tebu tergolong dalam tanaman rumputan dan tanaman C4. Ia merupakan tanaman pengubah energi surya menjadi energi biologi/kimia, yang terefisien di antara tanaman yang sudah dibudidayakan. Tebu merupakan penghasil net-fotosintesis yang luar biasa. Dalam suasana terik, panas, dan kahat air, ia sanggup menghasilkan net-fotosintesis yang positif. Ia efisien dalam memakai air, dan sanggup hidup dalam kondisi tanah marginal. Ia merupakan tanaman yang tanggap terhadap pupuk dan pemberian air.

Tebu merupakan tanaman yang tumbuh cepat. Dalam waktu 2 sampai 3 bulan tebu yang ditanam dengan jarak pusat ke pusat 90 hingga 135 cm, dapat membentuk tajuk yang menutupi permukaan tanah secara sempurna. Ia merupakan penghasil biomassa dahsyat. Seratus hingga 400 ton bahan organik terbentuk di atas tanah dalam 12 bulan. Akar yang terbentuk berkisar dari 120 sampai 40 ton dalam waktu yang sama. Seluruh akar tertinggal dalam tanah, 30 persen biomassa di atas tanah tertinggal di lahan, tiap kali tebu dipanen. Panen dilakukan setahun sekali.

Tebu merupakan tanaman tahan diratun. Ia tidak perlu ditanam ulang setiap kali panen. Batang tebu ditebang tepat di atas permukaan tanah waras. Dari bonggol yang tertinggal dalam tanah, tumbuh tunas-tunas baru. Satu siklus tebu lahan kering terdiri atas PC (plant cane/tebu pertanaman pertama), R1, R2, dan R3 (ratun I, II, dan III). Jadi, satu kali tanam, dipanen empat kali. Dalam beberapa hal dapat dipanen sampai lima kali atau lebih, selama hasil tebu masih ekonomis memuaskan.

Panen dilakukan di awal musim kemarau hingga menjelang musim hujan. Rata-rata masa panen tebu berlangsung selama 120 hingga 150 hari. Saat dalam tanah, laju pertumbuhan tebu yang cepat, dan ditinggalkannya serasah di atas permukaan tanah, menutup peluang terjadinya aliran permukaan dan erosi.

Prakaran tebu dikenal berasosiasi dengan berbagai jasad mikro, seperti mikoriza, azospirillum, dan lainnya. Jasad mikro itu berguna bagi kehidupan dunia tanaman dalam bentuk memperlancar serapan hara, penambahan nitrogen dari atmosfer, pelapukan bahan organik, dan agregasi tanah. Kehadiran tebu di daerah marginal menunjang kehidupan organisme mikro, meso, dan makro.

Dari uraian di atas tersimak peran tebu dalam membantu melindungi lingkungan dari kemarginalan dan gaya destruktif aliran permukaan dan erosi.

Dari hasil pemantauan yang lama diketahui, pertanaman tebu di lahan kering membutuhkan 400 sampai 500 hari orang kerja yang teragih hampir merata sepanjang tahun. Pekerjaan yang tercipta dapat dilakukan oleh anak-anak, orang dewasa, laki-laki, dan wanita.

Membuat jurinan, menggali parit drainase, dan jalan air, kemudian merawatnya merupakan pekerjaan lelaki. Menyiapkan bibit, menanam, memupuk, dan menutup juringan dapat dilakukan wanita. Merawat sampai panen dikerjakan oleh lelaki dan wanita. Demikian pula menebang tebu. Memuat tebu ke dalam truk dilakukan lelaki. Apabila tebu diolah menjadi gula merah, seluruh pekerjaan dilakukan lelaki.

Adanya kesempatan kerja itu menunjukkan peran tebu dalam kehidupan masyarakat, teristimewa yang hidup dan tinggal di daerah marginal berdekatan berdekatan dengan "kawasan" hutan yang telantar. Tidak perlu diragukan, cukup luas areal penghijauan yang terganggu karena dimanfaatkan penduduk sekitarnya.

Daerah perbatasan antara lahan garapan penduduk dan "kawasan" hutan yang sekarang berada di bawah tegalan tebu, tampaknya berkembang pesat ketimbang lahan yang dihijaukan. Hampirkan tebu memberi kesan "makmur dan aman". Pembangunan desa, infrastruktur, dan ekonomi terasa. Pajak dapat dipungut. Roda pemerintahan desa dan kecamatan terlihat bergerak.

Ekonomi yang semula ditopang pertanian ubi kayu, sedikit padi sawah tadah hujan, dan palawija beralih ke pertanian tebu yang teratur. Keterpencilan wilayah menjadi terbuka karena adanya angkutan hasil pertanian tebu dan sarana produksi yang diperlukan tebu. Agar jalinan itu berlangsung lancar, pemerintah daerah bersama penduduk setempat meningkatkan mutu infrastruktur. Daya dukung jembatan ditingkatkan dan jalan dikeraskan dari jalan tanah ke makadam dan berlanjut ke aspal.

Iklim kering dengan bulan kering 3 hingga 5 bulan merupakan pilihan untuk pertanian tebu. Menurut agroklimate Oldeman, daerah dengan penggolongan C2, C3, dan D3 atau E3 dapat ditebukan. Jadi, tidak semua wilayah yang lahannya marginal dan kritikal cocok untuk tebu. Daerah di luar agroklimate tersebut, baik di Jawa maupun luar Jawa, seyogyanya tidak diperuntukkan tebu, walaupun tebu dapat tumbuh.

Dengan demikian, daerah marginal dan kritikal yang ada di Jawa Tengah, Jawa Timur, dan beberapa pulau di Nusa Tenggara merupakan calon kuat untuk ditebukan. Areal demikian cukup luas dan dapat mengkompensasikan areal tebu lahan sawah yang ditinggalkan.

Menanam tebu di daerah dengan musim kemarau tegas yang akan dihindarkan, seyogyanya diperhitungkan. Tebu ditanam dulu secara monokultur tiga tahun sebelum tanaman hutan ditanam.

Langkah ini dimaksudkan agar keadaan marginal dan/atau kritis dapat diatasi, seperti telah diuraikan sebelumnya.

Memasuki tahun keempat, tiga baris tebu dimusnahkan selang jarak 10 m. Di bekas barisan tebu yang dihilangkan, ditanam tanaman hutan. Pada tahun kelima seluruh tebu disingkirkan. Antara baris tanaman hutan yang ditanam setahun lebih dulu, ditanam susulan tanaman hutan. Dengan cara ini, tanaman hutan akan menikmati produktivitas yang diciptakan oleh tebu yang mendahuluinya.

Agar penduduk di sekitarnya selalu memperoleh kesempatan kerja, pola tebu-tebu-tebu-tebu/hutan-hutan-hutan-hutan-hutan-hutan diterapkan bertahap di atas hamparan seluas 500 ha (Unit hamparannya dapat kurang dari 500 ha).

Apabila jenis pohon hutan memiliki daur 7 tahun, maka pola tanam di atas akan kembali ke tempat semula, tujuh tahun setelah tebu terakhir. Unit areal yang diperlukan untuk pengembangan pola tebu-tebu-tebu-tebu/hutan-hutan-hutan-hutan-hutan-hutan-hutan adalah 5.500 ha. Pada puncak kegiatan, di kawasan 5.500 ha itu ada 1.800 ha pertanaman tebu dan 3.700 ha hutan, dan tersedia 3.000 dan 1.200 HOK masing-masing untuk tebu dan hutan. Satuan hamparan 5.500 ha ini dapat dikembangkan di wilayah "kawasan" hutan lainnya.

Tebu dan tanaman hutan dapat berdampingan sebagai tanaman bertetangga atau bertumpangsari. Efek sinergistik terhadap pembangunan, pelestarian alam, dan pembentukan masyarakat sejahtera dapat tercapai lebih awal.

**Kuesioner Teks Nomor 36**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### Teks Nomor 37

#### PELADANG DAN KABUT

DALAM artikel ini istilah kabut sebenarnya dalam tanda petik ("kabut"), yaitu tidak hanya yang terbentuk oleh butir-butir air yang halus, melainkan juga semua benda halus dalam udara yang membuat udara kurang tembus pandang. Kabut yang menyelimuti sebagian besar Asia Tenggara, telah mendapat perhatian yang besar dari media massa dan masyarakat.

Lalu lintas penerbangan dan kapal telah terganggu, sehingga menyebabkan kerugian ekonomi besar. Kabut telah menyebabkan pula terjadinya tabrakan kapal, dan sebuah pesawat terbang Bouraq telah hilang di Kalimantan karena terjebak kabut. Semuanya itu memprihatinkan.

Namun, ada pula hikmahnya, yaitu kesadaran lingkungan makin meningkat. Dulu banyak orang menganggap, masalah lingkungan hanyalah masalah teoretis saja. Kini makin jelas, masalah lingkungan adalah masalah nyata. Karena itu, makin kuat kesadaran orang untuk memelihara lingkungan.

Sumber kabut bermacam-macam; dapat berasal dari alam. Ini banyak terjadi di daerah di yang lembab, misalnya di daerah pegunungan, seperti Puncak.

Kadar debu yang tinggi dalam udara dapat juga berupa sebagai kabut, misalnya di daerah perkotaan. Selain debu, kabut di perkotaan mengandung juga asap dan jelaga dari pembakaran BBM serta gas lain, yang terbentuk dari gas buangan mesin. Gas buangan mesin mengganggu kesehatan, bahkan ada yang bersifat memacu kanker.

Ada pula yang merusak tumbuhan, bahan plastik, cat dan menyebabkan korosi pada logam. Kabut di kota secara umum disebut "asbut" (asap+kabut) atau smog (smoke+fog). Asbut dapat terlihat dengan jelas di Jakarta, Bandung, Yogyakarta, Medan, Singapura, dan kota besar lainnya, misalnya dari gedung yang tinggi atau dari sebuah bukit dekat kota.

Sumber kabut lain ialah kebakaran hutan. Kebakaran hutan dapat terjadi secara alamiah, misalnya oleh halilintar. Dapat juga karena kecelakaan, misalnya puntung rokok yang dibuang atau dari api perkemahan. Pembakaran biomassa hutan banyak juga terjadi, yaitu waktu persiapan lahan untuk transmigrasi, perkebunan, HTI, dan perladangan.

Semua sumber itu memberi sumbangan pada masalah kabut di Singapura, Kualalumpur, Medan dan tempat lain. Asbut di Singapura dapat terlihat dengan jelas dari Batam, juga pada waktu tidak ada kebakaran hutan. Jadi, menyalahkan kebakaran hutan saja tidaklah benar.

Dalam jangka panjang dampak asbut terhadap kesehatan dan ekonomi lebih penting daripada asap hutan, karena asbut terdapat sepanjang tahun dan asap hutan hanya dalam jangka waktu yang pendek.

Menyalahkan perladangan saja atau persiapan perkebunan atau HTI saja, juga tidak benar. Kebakaran hutan di Bukit Suharto misalnya, bukanlah dari persiapan perkebunan atau HTI, melainkan dari perladangan. Sebaliknya, menurut Kodam Sriwijaya, di Sumsel kebakaran sebagian besar berasal dari

persiapan perkebunan dan HTI. Kebakaran hutan di Gunung Merapi, Merbabu, Sumbing dan Sindoro (lihat Masri Singarimbun, Kompas, 3 Nov. 1991) dan Gunung Guntur, juga jelas bukan karena perladangan berpindah, melainkan mungkin berasal dari tumpangsari, petani yang merambah hutan atau sebab alamiah.

Perladangan berpindah (untuk selanjutnya disebut perladangan) terdapat di banyak tempat di Asia, Afrika dan Amerika Selatan. Perladangan dimulai dengan pembukaan hutan. Di daerah dengan musim kemarau, yang jelas pembukaan dilakukan pada akhir musim hujan. Hutan yang dibuka lebih disukai hutan sekunder, yang pernah mereka buka daripada hutan primer. Dahan dan batang pohon yang ditebang diletakkan sejajar dengan garis kontur. Biomassa hutan dibiarkan menutupi permukaan tanah.

Pada akhir musim kemarau, biomassa dibakar, sehingga mineral yang terkandung dalam abu dapat dengan mudah lepas ke dalam tanah. Penanaman dimulai pada permulaan musim hujan. Jenis yang ditanam dipilih yang sesuai dengan kebutuhannya dan kondisi ekologi. Peladang tradisional menanam jenis yang diperlukan mereka sendiri, dan hanya sedikit untuk dijual atau dibarter, misalnya dengan garam dan baju.

Setelah dua-tiga tahun ladang ditinggalkan, dan dibuka hutan baru. Mereka berpindah-pindah dan kembali pada hutan yang pernah mereka buka setelah 15-20 tahun. Selama itu hutan telah menjadi hutan sekunder yang baik.

Pada banyak perladangan, tempat pemukiman tidak ikut berpindah-pindah. Mereka hanya membuat gubug sementara dekat ladangnya untuk menjaganya. Tetapi, pada perladangan yang banyak menggunakan ternak, kampung ikut berpindah. Kehidupan merupakan nomadik dan ini banyak terdapat di Afrika.

Perladangan didasarkan pada kearifan tradisional. Hutan yang dibuka bukanlah sembarang, melainkan dipilih dengan seksama berdasar indikator tertentu, antara lain jenis tumbuhan, tanah dan topografi. Penebangan pada akhir musim hujan mengurangi kehilangan lengas tanah, karena penguapan oleh pohon-pohonan dari permukaan tanah (evapotranspirasi) dalam musim kemarau.

Sementara itu selama musim kemarau, biomassa menjadi kering, sehingga pembakaran dapat berjalan baik. Cara-cara tertentu dilakukan untuk membatasi kebakaran. Pembakaran biomassa dilakukan, karena pada hutan hujan tropik, tanahnya miskin mineral, sedangkan biomassa mengandung banyak mineral.

Tetapi, peladang Cina yang menanam juga teh, tidak membakar biomassa, karena teh tidak suka pada derajat keasaman yang rendah (pH yang tinggi).

Jadi, para peladang tahu syarat pertumbuhan tanaman mereka. Kayu yang diletakkan sejajar dengan garis kontur menahan erosi. Peladang tidak menganggap kecambah pohon-pohonan hutan yang tumbuh sendiri sebagai gulma. Mereka sama marahnya, jika seorang tamu menginjak tanamannya ataupun kecambah pohon hutan. Mereka tahu kelangsungan hidupnya tergantung dari hutan, sehingga pertumbuhan kembali hutan harus dijaga.

Uraian di atas bersifat sangat umum. Banyak terdapat variasi perladangan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain iklim.

Terdapat perdebatan yang sangat seru antara pendapat, bahwa perladangan menyebabkan kerusakan lingkungan, dan yang membantahnya. Keduanya dapat benar atau salah, tergantung dari kondisi perladangan itu. Peladang yang hidup secara subsisten dari ladangnya dan melakukan teknologi tradisionalnya dengan baik, tidaklah menyebabkan kerusakan lingkungan yang berarti.

Dengan daur perladangan yang panjang, kerusakan itu dapat pulih. Tetapi, karena pertumbuhan penduduk yang meningkat, daur makin pendek. Hutan pun makin lama makin tidak dapat pulih dengan baik. Pertumbuhan penduduk disebabkan oleh antara lain, pelayanan kesehatan yang makin jauh menjangkau para peladang dan pelarangan perang antarsuku. Yang akhir ini digambarkan dengan jelas dalam buku ilmiah tentang suku Tsembaga di PNG.

Menyusutnya luas hutan yang tersedia untuk perladangan dan pembatasan gerak para peladang, memperpendek juga daur perladangan. Hal ini dapat disebabkan oleh penggunaan lahan hutan untuk transmigrasi, pembalasan, pertambangan, dan lain-lain.

Batas-batas internasional juga merupakan pembatasan keleluasaan gerak, misalnya antara Kalimantan (Indonesia) dan Borneo Utara (Malaysia). Pembatasan gerak tradisional banyak sekali terjadi di Afrika, karena berdirinya banyak negara yang merdeka di daerah bekas jajahan Inggris, Perancis dan Belgia.

Faktor yang sangat penting adalah juga ekonomi pasar, yang pengaruhnya makin luas ke pedalaman. Makin banyak peladang yang menjual hasil perladangan mereka untuk mendapatkan uang, radio, alat kosmetika, dan lain-lain. Makin besar pengaruhnya, makin luas lahan yang mereka butuhkan.

Ditanam pula komoditi dengan cara yang merusak lingkungan, baik oleh peladang maupun oleh pedagang, misalnya lada. Banyak pula peladang yang belajar, bahwa kayu bulat mempunyai nilai ekonomi. Kayu itu mereka jual dan tidak lagi mereka bakar untuk membebaskan mineral di dalamnya. Mereka juga belajar untuk menggunakan gergaji mesin. Hutan pun makin rusak.

Kerusakan hutan diperparah lagi dengan datangnya imigran untuk mencari pekerjaan, misalnya di Kalimantan Timur. Banyak di antara mereka yang menjadi peladang, tanpa mengetahui teknologi perladangan. Kerusakan yang disebabkan oleh mereka tidaklah kecil.

Jumlah pedagang tradisional makin berkurang. Walaupun belum ada data, dapatlah diperkirakan, jumlah mereka sudah lebih sedikit daripada peladang yang telah berubah dan yang baru. Perubahan itu sebagian dipaksakan, sebagian lagi atas kemauan mereka sendiri. Dihentikannya perang antarsuku adalah perubahan yang dipaksakan, perbaikan kesehatan adalah perubahan karena persuasi, dan ekonomi pasar perubahan yang mereka lakukan sendiri. Ketiganya menguntungkan mereka. Sebaliknya, pembatasan ruang gerak adalah perubahan yang dipaksakan dan merugikan mereka. Dapat diperkirakan, perubahan akan terus berlangsung dan kerusakan hutan akan terus bertambah. Hari depan para peladang tidaklah cerah.

Dengan rusaknya hutan, makin banyak sinar matahari sampai ke lantai hutan. Tumbuhlah alang-alang di hutan. Alang-alang kering merupakan bahan bakar yang baik. Karena itu, pembakaran hutan dengan mudah membesar dan tidak terkendali lagi, apalagi pada musim kering yang luar biasa, seperti tahun 1982, 1987 dan sekarang.

Kebakaran itu banyak terjadi pada akhir musim kering, pada waktu dilakukan persiapan perladangan. Bersama dengan asap dari persiapan perkebunan dan HTI serta debu dan asbut terjadilah masalah kabut yang serius, seperti kita alami sekarang. Di Kalimantan masalah kebakaran dipersulit dengan adanya gambut dan batubara yang terdapat di permukaan tanah.

Walaupun di antara kita ada yang tidak suka untuk mengubah peladang menjadi petani menetap atau pekerjaan lain, namun bagi para peladang itu adalah pilihan yang terbaik. Karena itu, masalahnya bukan lagi setuju atau tidak setuju, melainkan bagaimana caranya perubahan itu dilakukan. Yang penting ialah, agar kualitas hidup mereka dapat diperbaiki melalui jalan yang manusiawi. Tujuan lain ialah untuk mengurangi kerusakan hutan kita, yang merupakan sumber daya yang amat penting untuk pembangunan.

**Kuesioner Teks Nomor 37**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### **Teks Nomor 38**

#### PAJAK KARBON ATAS PENEBAANGAN HUTAN?

TANGGAL 1 hingga 12 Juni mendatang Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) akan menyelenggarakan konferensi internasional mengenai lingkungan dan pembangunan atau Earth Summit di Rio de Janeiro, Brasil. Diperkirakan, pertemuan puncak lingkungan hidup ini akan dihadiri oleh sekitar 8000 anggota delegasi pemerintahan, 3000 wakil dari lembaga swadaya masyarakat, serta 3000 wartawan dari seluruh penjuru dunia.

Hadirnya sekitar 14.000 orang lebih ini menunjukkan, bahwa pertemuan Brasil itu sangat penting, dan persiapannya juga sudah lama dilangsungkan secara luas dan mendalam. Rupanya masyarakat dunia hendak dimatangkan, dengan harapan, bahwa usulan pajak karbon dalam konferensi ini dapat diterima.

Memang tujuan utama konferensi ini adalah untuk menggolkan usul ahli-ahli lingkungan Masyarakat Eropa (ME) serta PBB, bahwa mulai tahun 1993 akan dilaksanakan penarikan pajak karbon sebesar 3 dolar per barel minyak ekivalen. Pajak ini akan dinaikkan satu dolar setiap tahun hingga mencapai 10 dolar per barel ekivalen pada tahun 2000. Bila diterima, usulan tersebut akan dituangkan dalam sebuah konvensi yang mengikat sejumlah 100 negara peserta Earth Summit itu.

Diajukannya usulan oleh ahli-ahli lingkungan ME serta PBB itu, didasarkan pada anggapan, bahwa:

1. Meningkatnya kadar gas rumah kaca (GRK), terutama CO<sub>2</sub> di atmosfer, akan menimbulkan pemanasan iklim sedunia, yakni mencairnya es di kutub, naiknya permukaan laut, serta tenggelamnya daerah-daerah pantai dunia.
2. Meningkatnya kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer adalah akibat: a. Pembakaran bahan bakar fosil batubara, minyak bumi, dan gas bumi, yang terutama dilakukan oleh negara-negara industri. b. Pembakaran hutan, kayu bakar, biomassa, arang kayu, dan bioarang. c. Penebangan hutan untuk kayu bangunan.

Walau demikian, anggapan tersebut, terutama butir 1, belum tentu benar, sebab tidak berdasar pada sains sejati, tapi hanya pada simulasi (imakan) komputer, yang tidak dapat memperhitungkan semua penyesuaian yang dapat dilakukan oleh planet bumi. Simulasi komputer itu juga belum didukung oleh hasil pengamatan variasi suhu iklim sedunia.

Sementara itu, meningkatnya kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer hanya disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil batubara, minyak bumi dan gas bumi, dan bukan oleh pembakaran bahan bakar terbarukan, kayu atau biomassa. Sebabnya, karbon yang dikandung bahan bakar fosil terambil dari atmosfer masa lampau, yakni jutaan tahun lalu, sementara pada pembakarannya karbon tersebut dimasukkan ke dalam atmosfer masa kini, yang tidak ada hubungannya dengan atmosfer purba.

Sebaliknya, pada pembentukan hutan, CO<sub>2</sub> diambil dari atmosfer masa kini dan pada pembakarannya, jumlah CO<sub>2</sub> yang sama dikembalikan lagi ke dalam atmosfer masa kini tersebut. Dengan demikian, kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer sama sekali tidak naik ataupun turun, sehingga anggapan ahli-ahli ME dan PBB dalam butir 2.b jelas keliru.

Juga anggapan dalam butir 2.c adalah keliru, sebab dalam penebangan hutan untuk kayu bangunan, jumlah CO<sub>2</sub> yang dikembalikan ke atmosfer lebih sedikit daripada yang diambil dari atmosfer itu, sehingga kadar CO<sub>2</sub> di dalamnya tidak naik, seperti anggapan ahli-ahli ME dan PBB, tetapi malahan turun.

Karena itu, boikot pembelian kayu tropis oleh negara maju dengan alasan untuk mencegah naiknya CO<sub>2</sub> di atmosfer, sama sekali tidak masuk akal. Atas dasar pemikiran ini tampak, bahwa usulan ME dan PBB untuk menarik pajak atas kebakaran dan penebangan hutan tidaklah tepat. Sebab itu, negara-negara berkembang, termasuk Indonesia, seyogianya menolak usulan pajak tersebut di Brasil nanti. Negara berkembang hendaknya juga tidak terjerat pada janji, bahwa sebagian dari pajak itu akan diberikan bagi pelestarian hutannya.

Sementara itu, dunia perminyakan juga kelihatan akan menolak pajak karbon usulan ME dan PBB tersebut. Hal ini tercermin dalam tajuk rencana mingguan Oil & Gas Journal terbitan 14 Oktober 1991 yang berjudul Global Warming and Hasty Taxes. Akhir tajuk rencana itu berbunyi: "Rupanya lebih sulit untuk memahami suhu dan iklim dunia daripada memahami keinginan segelintir orang, yang merasa berwenang untuk membelanjakan uang tetangganya."

**Kuesioner Teks Nomor 38**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### **Teks Nomor 39**

#### **BUMI INI MILIK SIAPA**

PADA tanggal 3-14 Juni 1992, di Rio de Janeiro, Brasil, akan berlangsung KTT Bumi, Konferensi PBB untuk Lingkungan dan Pembangunan (UNCED). Konferensi yang juga menandai 20 tahun Gerakan Lingkungan Hidup ini merupakan yang terbesar sepanjang sejarah PBB, sekaligus merupakan saat paling tepat untuk meninjau kembali pembangunan ekonomi selama ini dalam kaitannya dengan kondisi lingkungan global. Wartawan Kompas, Maria Hartiningsih, yang kini berada di Rio de Janeiro mencoba memberikan gambaran lebih jauh mengenai latar belakang permasalahan dan proses terselenggaranya KTT Bumi dalam dua tulisan di bawah ini.

BUMI dan dunia tidaklah sama. Bumi tempat manusia menggantungkan kehidupannya, adalah satu. Semua manusia bergantung pada satu biosfer untuk kelanjutan hidupnya, tetapi dunia terdiri dari berbagai negara dengan berbagai jenis ras dan etnis, berbagai jenis karakter dan berbagai tingkat kualitas hidup, bergantung pada berbagai tingkat kemampuan sumberdaya manusia dan sumberdaya alamnya.

Setiap masyarakat, setiap negara, sesuai hukum kehidupan, berjuang bagi kelangsungan hidup dan kesejahteraannya yang dalam banyak hal sering tidak mengacuhkan pengaruhnya terhadap bangsa dan negara yang lain. Sebagian menggunakan sumberdaya Bumi sebanyak-banyaknya pada masa sekarang, tanpa kesadaran menyisakannya pada generasi mendatang. Sebagian yang lain, yang jumlah manusianya jauh lebih banyak, harus hidup dalam bayangan kemiskinan, kelaparan, penyakit dan kematian yang terlalu cepat.

Akar kemiskinan tercermin dari tidak seimbangya distribusi makanan, tanah dan modal. Hal ini telah membuat banyak bangsa terperangkap pada lingkaran setan. Negara berkembang secara berlanjut masih harus menerima akibat dari kolonialisme, di mana sejumlah sumberdaya dan kekayaan nasionalnya terpaksa dipindahkan ke negara industri di Utara untuk membayar utang. Mereka bahkan terpaksa harus menguras sumberdaya alamnya secara berlebihan demi kelangsungan hidup sehari-hari.

Pemiskinan lingkungan membuat mereka terjerembab ke dalam jurang kemiskinan yang lebih dalam, yang membuat kelangsungan hidup lebih sulit dipertahankan. Kesejahteraan masyarakat dunia merupakan sesuatu yang semu karena praktek perdagangan internasional yang tidak adil membuat mereka menghasilkan keuntungan dan kemajuan hanya untuk jangka waktu yang teramat pendek.

Meski banyak kemajuan telah dicapai, toh harus diakui terjadinya kesenjangan ekonomi dan sosial yang menyebabkan kualitas kehidupan sangat tidak seimbang. Keadaan dunia sekarang terperangkap pada dua kutub dengan perbedaan yang teramat tajam: kaya dan miskin, kelaparan dan kelebihan pangan, kekuatan adidaya dan ketidakberdayaan.

PENDUDUK dunia saat ini telah meningkat tiga kali lebih besar dari awal abad ke-20. Pada saat bersamaan, produk kotor dunia meningkat 21 kali, konsumsi bahan bakar fosil meningkat 30 kali dan produksi industri meningkat 50 kali. Kekayaan ekonomi yang meningkat secara mengesankan itu tidak memberikan pemerataan bagi semua bangsa. Rata-rata pendapatan sekitar satu milyar penduduk negara

kaya, sedikitnya 20 kali lebih tinggi dari lebih tiga milyar penduduk negara miskin dan 450 juta di antaranya menghuni daerah pertanian yang tidak subur, 450 juta lagi menghuni daerah tanah longsor, banjir, degradasi tanah, dan bencana lain, 100 juta lagi menghuni daerah-daerah kumuh.

Sebagian besar negara di dunia ketiga saat ini menghadapi krisis sosial dan ekonomi. Pembangunan yang terjadi sejak tahun 1980-an telah meningkatkan kondisi ekonomi mereka, tapi juga menyisakan sekian masalah dan negara-negara miskin menghadapi ancaman penurunan tingkat perluasan produksi. Di Afrika, pendapatan per kapita menurun 12 pada tahun 1989 dibanding tahun 1980, meskipun sebenarnya rata-rata penurunan itu menyembunyikan tingkat penurunan yang lebih besar pada beberapa negara. Uganda misalnya, mengalami penurunan pendapatan per kapita sebesar 28 persen, Nigeria 24 persen dan Zambia 20 persen.

Pada tahun 1990, GNP negara-negara Amerika Latin dan Karibia turun 9,6 persen, dan Amerika Tengah turun 17,2 persen. Dalam kurun waktu itu, Amerika Latin dan Karibia mengalihkan 212 milyar Dollar AS kepada negara-negara maju yang memberinya utang. Pembayaran utang ini sebenarnya mencerminkan dimensi kritis dari hubungan ketergantungan yang semakin dalam. Sementara jumlah orang miskin di Amerika Latin meningkat 40 juta, mewakili 43 persen populasi pada tahun 1986. Pengukuran yang lebih integral pada tahun 1990 menunjukkan, kemiskinan telah memberikan dampak pada 62 persen populasi di Amerika Latin dan Karibia.

Ketidakseimbangan Utara-Selatan saat ini menjadi semakin jelas, ditandai dengan tata perekonomian internasional yang, tidak seimbang. Negara maju mengekspor limbah beracunnya ke negara berkembang sebagai penukar pembayaran utang dan bu- nganya. Antara tahun 1984-1989, diperkirakan 180 milyar Dollar AS uang negara berkembang melayang ke negara maju hanya untuk membayar bunga utang. Saat ini utang negara berkembang mencapai 1,3 trilyun Dollar AS.

Kondisi ini menyebabkan pada beberapa wilayah dan negara, jumlah pendapatan per kapita menurun sampai ke tingkat seperti 20-30 tahun lalu, ditandai dengan pemiskinan di tingkat sosial, lingkungan dan implikasi kemanusiaan.

Pada saat yang bersamaan, kondisi lingkungan di seluruh dunia, baik di tingkat lokal regional maupun global berada dalam kondisi krisis, sebagai akibat eksploitasi besar-besaran untuk pembangunan. Kondisi ini melahirkan kesadaran pada berbagai isu kritik lingkungan : perubahan atmosferik, polusi air, eksploitasi yang tidak berkelanjutan dari sumberdaya terbarui, deforestasi, erosi dan hilangnya keanekaragaman biologi telah meluas memasuki lingkup akademik dan menjadi perdebatan umum.

Manifestasi global dari krisis lingkungan adalah apa yang disebut dengan "efek rumah kaca", salah satu ancaman terhadap sistem pendukung kehidupan, merupakan akibat langsung penggunaan sumberdaya yang meningkat. Pembakaran bahan bakar fosil dan biomassa, melepaskan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang terakumulasi dan menetap di udara sampai ratusan tahun. Bersama gas-gas lainnya, seperti methane, menjadi semacam selimut yang menutupi atmosfer bumi, menghambat pemantulan panas Matahari dari permukaan Bumi kembali ke angkasa luar.

Berbagai skenario sudah dicoba untuk menduga apa yang terjadi sebagai dampak dari Bumi yang makin panas itu. Sudah diperhitungkan antara lain bahwa suhu Bumi akan meningkat rata-rata sebanyak dua derajat Celcius sampai pertengahan abad ke-21 dan sampai 5 derajat pada akhir abad ke-21, jika penumpukan berbagai gas di udara terus meningkat.

Kenaikan suhu dua derajat saja akan menimbulkan berbagai dampak yang serius terhadap lingkungan hidup manusia di Bumi. Paling tidak jumlah es pada kedua kutub Bumi akan berkurang sehingga jumlah air laut bertambah. Ada yang memperkirakan peningkatan suhu satu derajat akan meningkatkan permukaan air laut sampai sekitar satu meter akibat mencairnya sebagian es di kedua kutub Bumi itu.

Dari sini banyak hal bisa diduga. Misalnya, jumlah daratan akan berkurang dengan berbagai dampaknya terhadap pembatasan negara-negara di dunia. Banyak pulau yang sekarang masih tertera pada peta bumi, akan lenyap dalam dua atau tiga dasawarsa mendatang. Semua perjanjian internasional baik bilateral mau pun multilateral, menyangkut batas-batas teritorial atau batas zona ekonomi eksklusif akan terpaksa harus direvisi.

Meningkatnya suhu bumi yang diikuti naiknya permukaan air laut sudah pasti akan mempengaruhi cuaca dan musim. Yang belum bisa dipastikan karena memang belum ada pengalaman empiris untuk bahan perbandingan adalah bagaimana pola itu akan berubah. Sehingga ramalan cuaca yang selama ini didasarkan pada statistik empiris -- dan itu pun belum bisa dipastikan kebenarannya -- akan semakin sulit diandalkan dalam dekade mendatang.

Tapi sejarah bumi mencatat pengalaman pahit dari perubahan suhu, meski pengalaman-pengalaman itu hanyalah berlaku untuk sebagian permukaan Bumi. Catatan sejarah menunjukkan betapa tahun 1816 tidak berlangsung musim panas di Kawasan Eropa dan wilayah New England di AS. Dalam bulan Juni-Juli yang mestinya musim panas di kawasan tersebut, suhu justru menurun sampai titik beku. Panen hancur dan ekonomi masyarakat yang hidup di wilayah itu berantakan.

Kemudian ternyata kemerosotan suhu itu disebabkan letusan Gunung Tambora di Indonesia tahun 1815. Letusan itu sangat hebat, sampai menimbulkan korban 12.000 jiwa di Pulau Sumbawa dan sekitarnya. Tanpa disadari, muntahan vulkanik itu rupanya di atmosfer dalam jumlah cukup banyak untuk menahan semburan sinar matahari, sehingga temperatur bumi turun beberapa derajat selama lebih satu tahun setelah terjadi letusan.

Masih banyak lagi contoh pengalaman sejarah perubahan suhu, seperti meletusnya Gunung El Chichon di Meksiko tahun 1982 yang abunya membentuk selimut sehingga menghalangi semburan matahari ke bumi antara 5-10 persen. Naiknya suhu beberapa derajat di sisi timur wilayah tropis dari Samudera Pasifik membuat turunnya hujan deras dan badai di wilayah Pantai Amerika Selatan.

Tapi baru sampai di situ saja pengalaman sejarah perubahan suhu. Andai seluruh permukaan bumi mengalami perubahan suhu, maka pola cuaca Bumi akan semakin tidak jelas. Dan apa pun akibatnya, yang jelas pola pertanian dunia akan terganggu. Gangguan itu akan mempengaruhi pola perdagangan dan perekonomian dunia, bahkan pola politik antarbangsa.

Ancaman lain muncul akibat menipisnya lapisan ozon di atmosfer oleh gas-gas yang dilepaskan pada pembuatan karet busa, penggunaan alat pendingin dan aerosol. Hilangnya ozon dalam jumlah besar dapat menimbulkan dampak yang mengerikan terhadap kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Penemuan adanya lubang pada lapisan ozon tahun 1986 di atas Antartika menunjukkan adanya kemungkinan proses penipisan lapisan ozon lebih cepat dari yang diduga sebelumnya. Bencana lain adalah terjadinya hujan asam, debu, kabut, salju yang tidak normal, karena pencemaran udara.

Negara-negara di dunia tidak memberikan sumbangan yang sama terhadap emisi antropogenik gas-gas rumah kaca ke dalam atmosfer dan penipisan lapisan ozon serta pencemaran udara. Negara industri di utara, adalah penyumbang terbesar. Reaksi manusia sehubungan dengan perubahan suhu akan sangat bergantung pada wilayah di mana mereka tinggal, tetapi akibat dari penyebarannya berkaitan dengan tanggung jawab terjadinya pemanasan global.

Konsekuensi fisik seperti meningkatnya permukaan laut, kekeringan, angin topan, dan perubahan siklus hidrologi akan dialami baik oleh utara (negara industri) maupun selatan (negara miskin dan berkembang). Namun sebenarnya posisi utara dalam memikul tanggung jawab tersebut lebih besar. Mereka berada pada posisi yang lebih baik untuk menginvestasikannya dalam bentuk infrastruktur, inovasi teknologi dan kapasitas teknik yang dibutuhkan.

KESULITAN-kesulitan lingkungan yang dihadapi bukanlah baru, meski baru belakangan dipahami kerumitannya. Kalau sebelumnya perhatian tercurah pada dampak pembangunan terhadap lingkungan, sekarang bagaimana kerusakan lingkungan itu dapat menghambat atau membalik pertumbuhan ekonomi. Di banyak wilayah, kerusakan lingkungan mengerosi potensi-potensi bagi pembangunan. Hubungan dasar ini terungkap dan menjadi perhatian utama akibat krisis lingkungan dan pembangunan pada tahun 1980-an.

Menurunnya pertumbuhan ekonomi dan stagnasi perdagangan dunia pada tahun 1980an menantang kemampuan semua bangsa untuk bereaksi dan menyesuaikan diri. Negara berkembang yang menyandarkan diri pada ekspor komoditi primer terpuak berat akibat jatuhnya harga berbagai komoditi primer non minyak yang berlangsung sejak tahun 1977. Antara tahun 1980 dan 1984, negara berkembang kehilangan 55 milyar dari penerimaan ekspor mereka. Negara-negara Amerika Latin dan Afrika merasakan pukulan berat akibat hal ini.

Sebagai konsekuensi dari lambatnya pertumbuhan ekonomi dunia -- bersama-sama dengan meningkatnya kewajiban pengembalian utang dan menurunnya arus dana masuk -- banyak negara berkembang mengalami krisis ekonomi yang berat. Beban terberat dalam penyesuaian ekonomi internasional itu ditanggung oleh orang-orang termiskin di dunia.

Banyak masalah ekonomi internasional yang belum terpecahkan, seperti keterlibatan utang negara-negara berkembang yang serius, pasar komoditi dan energi yang belum stabil arus dana ke negara berkembang yang tidak mencukupi, proteksionisme dan perang dagang.

Yang pasti, hubungan utara-selatan saat ini didasarkan pada eksploitasi berlebihan dan pembayaran yang sangat minim dari sumberdaya alam dan sumberdaya manusia sebagai buruh di selatan.

Secara fundamental, penyebab utama krisis lingkungan dan pembangunan adalah bentuk yang tidak berkelanjutan dan tingkat produksi serta konsumsi di Utara serta ekspor mereka ke Selatan. Dengan demikian, pendekatan kritis dari pembangunan berkelanjutan adalah, bahwa isu lingkungan berkaitan erat dengan isu pemerataan, keadilan sosial, hak asasi manusia, dan pembangunan.

Inilah problematik persoalan yang dicoba urai dalam KTT Bumi (Earth Summit) di Rio de Janeiro, Brasil, tanggal 3-14 Juni 1992. Meski beberapa kalangan meragukan hasil KTT karena dominasinya peran negara maju yang menguasai dana dan rendahnya posisi menawar negara berkembang, tapi setidaknya harapan bagi satu tata dunia yang lebih adil, meski samar, masih tetap ada.

**Kuesioner Teks Nomor 39**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## **Teks Nomor 40**

### BIOINDUSTRI MITRA IDEAL AGROINDUSTRI

AKHIR-AKHIR ini peranan agroindustri semakin sering dikemukakan oleh para pakar pertanian, ilmuwan, teknokrat dan bahkan oleh kalangan politisi, sebagai salah satu kegiatan ekonomi penting yang dapat diandalkan untuk mengatasi kesenjangan ekonomi dan meningkatkan devisa negara. Agroindustri adalah industri penerapan rekayasa (teknologi) proses yang mengolah hasil-hasil pertanian menjadi berbagai produk akhir bagi konsumsi manusia, sedangkan agribisnis merupakan usaha-usaha pengelolaan kegiatan ekonomi pertanian secara keseluruhan, termasuk agroindustri di dalamnya.

Sejak dekade yang lalu agroindustri sesungguhnya sudah merupakan salah satu bidang teknologi unggulan, dari 11 bidang teknologi yang dianggap besar jasanya bagi kehidupan masyarakat modern. Menurut urutan kepentingan dan kecanggihannya, agroindustri menempati urutan ke 10, setelah mikroelektronika, bioteknologi (bioindustri), material baru, telematika, teknologi informatika, robotika, energi baru, tekni medika dan ruang angkasa. Teknologi ke 11, yakni keteknikan, merupakan bidang teknologi tertua yang pengembangannya terus menerus dilakukan untuk mengimbangi kemajuan di bidang-bidang teknologi yang lainnya.

Hampir sama dengan peranan agroindustri dan kaitannya dengan agribisnis, peranan bioindustri sangat erat kaitannya dengan bioteknologi, yakni pemanfaatan agen-agen atau katalis biologik untuk kemaslahatan manusia. Dengan demikian, yang dimaksud dengan bioindustri adalah industri penerapan rekayasa (teknologi) proses katalis-katalis biologik (berupa sel-sel mikroorganisme, hewan dan tanaman serta enzim) di dalam bioreaktor, untuk tujuan produksi berbagai produk-produk penting bagi kesehatan dan kesejahteraan umat manusia.

Pentingnya agroindustri bagi ekonomi Indonesia adalah untuk meningkatkan devisa negara melalui ekspor berbagai produk-produk olahan hasil pertanian, sedangkan pentingnya bioindustri bagi perekonomian Indonesia adalah untuk menekan (meminimalkan) impor produk-produk bioindustri, seperti obat-obatan, aditif pangan, biopestisida, enzim-enzim industri dan lain-lain. Dengan demikian, prospek pengembangan agroindustri dan bioindustri pada PJPT II diharapkan akan seiring dan sejalan dalam meningkatkan ekonomi Indonesia yang semakin kokoh.

Salah satu kemajuan penting bagi pengembangan bioindustri adalah ditemukannya berbagai galur mikroorganisme industri yang terekayasa genetika dan bersifat superior dalam mensintesa produk-produk penting. Penemuan-penemuan tersebut juga ditopang oleh adanya penemuan-penemuan sensor-sensor biologik, material baru untuk rancang bangun bioreaktor, sistem kultivasi yang semakin canggih, yang melibatkan kontrol otomatis serta pengendalian oleh komputer, serta disempurnakannya operasi pemurnian produk yang lebih efektif, efisien dan relatif lebih murah biayanya.

Dalam kaitannya dengan agroindustri, bioindustri yang berpotensi dikembangkan dan memanfaatkan limbah-limbah kegiatan agroindustri sebagai substrat (misalnya tetes tebu, ongkok, limbah lignoselulosa dan lain-lain) adalah bioindustri untuk produksi etanol, biomassa protein, pakan ternak, asam-asam

organik, asam-asam amino (beserta turunannya, diantara MSG), produk-produk gula cair dan turunannya (sirup glukosa, sirup fruktosa konsentrasi tinggi, dekstran, sorbitol) dan lain-lain.

Kelompok produk lain yang mempunyai prospek pasar yang cerah dan seyogianya dikembangkan, adalah bioindustri untuk produksi antibiotika (penisilin, sefalosporin, tetrasiklin dan lain-lain), vitamin B<sub>12</sub>, dan berbagai produk biopolimer, seperti gum xantan, pululan dan polihidroksibutirat. Pengembangan produk-produk biopolimer dirasakan sudah semakin mendesak, karena hampir semua kebutuhan biopolimer di Indonesia (70 persennya dibutuhkan oleh industri pangan) harus diimpor dari negara-negara maju. Pengembangan pululan dan polihidroksibutirat sebagai biopolimer yang mudah terurai oleh mikroorganisme perombak, dalam waktu yang dekat sangat diharapkan dapat menggantikan fungsi plastik, sehingga masalah pencemaran lingkungan dapat dikurangi.

Kelompok produk berikutnya yang penting dikembangkan di Indonesia adalah produk-produk eksklusif masa kini, diantaranya obat-obatan anti-anemia, obat kanker (interleukin-2) dan penyakit jantung, hormon-hormon pertumbuhan, antibodi-antibodi monoklonal untuk penyakit AIDS serta kit diagnostik, obat-obatan DNA rekombinan untuk darah dan pengobatan lainnya, vaksi untuk penyakit hewan (ternak), dan lain-lain.

Pada umumnya proses pada bioindustri harus bersifat aseptik atau sucihama. Dengan demikian, substrat (bahan baku atau media yang mengandung berbagai nutrisi dan faktor-faktor penumbuh) serta bioreaktornya harus disterilisasi pada suhu tinggi (biasanya 121 derajat Celcius selama 30 menit). Setelah suhu substrat diturunkan ke suhu kultivasi yang diinginkan (misalnya 30 derajat Celcius), maka inokulum (dalam hal ini misalnya kultivasi dengan sel mikroorganisme) ditambahkan. Campuran kemudian diaduk secara terus menerus selain diberikan udara sebagai sumber oksigen. Selama kultivasi senyawa-senyawa pembantu, seperti asam, basa dan anti busa, ditambahkan secara aseptik untuk mempertahankan kondisi yang optimal bagi pertumbuhan mikroorganisme dan pembentukan produk yang diinginkan.

Setelah diperoleh hasil yang tertinggi, biomassa yang terbentuk pada cairan hasil kultivasi dipecahkan (untuk melepaskan produk-produk intraseluler), dan disentrifusi untuk memisahkan biomassa dari produknya. Cairan hasil pemisahan biomassa kemudian dilalukan kepada suatu membran (ultrafiltrasi, mikrofiltrasi, atau osmosis-balik) untuk pemurnian produknya. Taraf akhir pengerjaan adalah uji coba mutu dan fungsi produknya, terutama bila produk yang dihasilkan adalah obat-obatan yang disintesa oleh mikroorganisme yang terkeayasa genetika, misalnya interferon, interleukin-2 dan lain-lain.

**Kuesioner Teks Nomor 40**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## **Teks Nomor 41**

### Sumber Energi Nonkonvensional di ASEAN Kurang Diperhitungkan

Sumber-sumber baru dan terbarukan misalnya batubara kadar rendah, geotermal, mikrohidro, residu biomassa dan radiasi surya merupakan sumber-sumber energi potensial di Asean yang pada saat ini masih kurang diperhitungkan.

Suwarto Martosudirjo, PhD, Ketua ASCNCER (Asean Sub-Committee on Non-Conventional Energy Research), Puslitbang Fisika Terapan-LIPI, mengutarakannya dalam seminar "Konservasi Energi di Sektor Industri" di kampus Universitas Diponegoro Semarang, Rabu siang (27/10). Seminar sehari ini diselenggarakan oleh Pusat Penelitian Energi dan Sumberdaya Alam, Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro dalam rangka Dies Natalis ke-37 Undip.

Lebih lanjut ia menyatakan, industrialisasi yang sedang berlangsung di Asean telah berhasil dengan baik mengangkat taraf kehidupan ekonomi negara-negara yang sedang berkembang di kawasan Asia Tenggara ini.

Namun, industrialisasi yang sedang berlangsung dalam tempo yang tinggi di negara-negara Asean sejak dua dasa warsa terakhir ini berakibat langsung kepada permintaan energi konvensional yang selalu meningkat setiap tahun. Ketergantungan kepada sumber energi konvensional seperti minyak serta gas bumi, juga makin besar. Dengan demikian, industrialisasi itu juga membawa akibat bahwa Asean yang sampai saat ini masih net energy exporter akan menjadi net energy importer pada awal abad ke-21.

Suwarto menandakan, peranan energi non-konvensional cukup menonjol di Asean. Kegiatan litbang sangat diperlukan agar dapat dihasilkan teknologi energi non-konvensional yang lebih efisien dan efektif dalam rangka pengelolaan energi tersebut.

### Kerjasama

Kata Suwarto, program-program kegiatan litbang regional selain lebih jelas memadukan berbagai prioritas di Asean secara rasional, juga menarik perhatian beberapa negara maju untuk membantunya.

Kerjasama yang digalang oleh Asean dengan negara-negara maju yang telah dilaksanakan oleh SCNCER antara lain meliputi teknologi fluidisasi dalam pembakaran, konservasi energi di bangunan modern dan berbagai industri, pemanfaatan energi surya secara industrial, sistem kogenerasi, sistem energi dan penanggulangan masalah lingkungan, program-program pelatihan, pendidikan lanjut dan publikasi.

**Kuesioner Teks Nomor 41**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 42

HUTAN, EMAS HIJAU YANG KEMILAU

MANUSIA telah terbang ke bulan, tapi ia masih tidak tahu bagaimana membuat pohon berdaun atau burung bernyanyi. Mari jaga negeri tercinta kita dari kesalahan yang tidak bisa ditebus, yang membawa masa depan kepada kesunyian yang panjang, kekerontangan dan kegersangan yang mencekam ...

(Presiden Houphouet-Boigny dari Pantai Gading, negara di Afrika yang kehilangan 90 persen hutan alam dan tanah berhutannya)

KALAU sebatang pohon rubuh di hutan dan tak seorang pun mendengarnya, apakah debu pohonnya akan bergema ? Apakah getar tanahnya akan terasa ?

Kalau Anda tinggal ratusan atau ribuan kilometer dari hutan, apa peduli Anda padanya ? Hutan, bagi Anda mungkin hanyalah sebuah wilayah yang ditutupi pepohonan, penuh binatang buas. Banyak dongeng dan cerita seram mengambil hutan sebagai setting peristiwa.

Tak ada yang tahu berapa tepatnya luas hutan yang menutupi permukaan Bumi ini. Matthews (1983) memperkirakan, luas hutan seluruhnya mencakup 3.927 juta hektar (ha) dengan 1.229 juta ha atau 31,3 persen dari luas total merupakan hutan hujan tropik. Sementara menurut Organisasi Pangan Dunia (FAO), luas hutan di dunia adalah 3.604,7 juta ha, terdiri atas hutan temperate (hutan iklim sedang) 746,7 juta ha, hutan boreal (hutan yang sebagian besar adalah conifers seperti pinus dengan berbagai jenisnya) 920 juta ha dan 1.937 juta ha hutan tropik.

Mana pun yang paling benar, hutan dengan keanekaragamannya adalah wujud kebesaran alam. Dibandingkan pohon-pohon raksasa di Oregon, pohon-pohon oak tua di Hutan Sherwood di Inggris, hutan dan yang maha luas di Eropa Tengah serta hutan hujan tropik di Amazon dan Kalimantan, manusia hanyalah kecil dan tidak berarti.

Hutan yang meliputi 30 persen permukaan Bumi itu merupakan tempat cadangan biomassa dan reservoir terbesar untuk menampung keberlimpahan spesies baik flora mau pun fauna.

Hutan tak hanya menjadi kekuatan dari proses biosfer dasar, fotosintesis dan pertumbuhan biologi, penciptaan humus, serta alih energi. Ia juga memainkan peran yang sangat penting di planet ini untuk mendaur ulang Carbon, Oksigen dan Nitrogen. Hutan sangat membantu menentukan suhu Bumi dan berbagai kondisi iklim.

Dengan segenap isinya, hutan telah ratusan tahun menjadi sumber kehidupan. Ia juga menjadi sumber inspirasi dan kebanggaan selama berabad-abad. Ketika orang semakin sadar bahwa hutan adalah "emas hijau", ia menjadi sangat potensial menjadi sumber konflik antara berbagai kepentingan. Hutan, yang amat kuat berkaitan dengan sumberdaya alam dan pembangunan ekonomi, tampaknya akan menjadi isu lingkungan (dan pembangunan) terbesar akhir abad ini.

MASALAH lingkungan saat ini tidak berdiri sendiri. Penebangan hutan, pembakaran biomasnya dan konversinya menjadi tata guna lahan yang lain, misalnya, merupakan sebab terjadinya kerusakan hidrologi, erosi tanah, kepunahan jenis, pemanasan global dan lubang ozon. Pembakaran bahan bakar fosil tidak saja menaikkan kadar gas rumah kaca, tapi juga penyebab utama terjadinya hujan asam.

Berbagai masalah dan dampak yang ditimbulkan dari faktor penyebab itu saling berinteraksi. Dampak pemanasan global, lubang ozon dan hujan asam misalnya, bersifat kumulatif terhadap kepunahan jenis, penurunan produksi pertanian, peternakan, perikanan dan kesehatan. Hujan asam bersama pencemaran ozon di troposfer akan merusak dan mematikan hutan.

Kadaan ini akan menyebabkan pengikatan CO<sub>2</sub> dari udara berkurang dan udara terikat dalam biomassa hutan yang mati, lepas ke udara sehingga menaikkan kadar karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang merupakan gas rumah kaca utama. Kerusakan dan kematian hutan juga menaikkan laju kepunahan jenis.

Karena keterkaitan berbagai masalah ini, persoalan lingkungan amatlah rumit. Terutama karena berkaitan erat dengan perekonomian global. Pengendalian satu faktor mempunyai efek ganda. Pengendalian perusakan hutan misalnya, akan mempunyai efek terhadap hidrologi, erosi, kepunahan jenis, pemanasan global dan lubang ozon, yang semuanya sangat berpengaruh pada kelangsungan kehidupan di Bumi.

WORLD Resources 1992-1993 menyebutkan, degradasi tanah di Bumi diperkirakan telah mencapai 1,2 milyar ha, terbesar di Asia (453 juta ha) dan Afrika (321 juta ha). Sebagian besar disebabkan erosi akibat air dan angin yang dihasilkan aktifitas pertanian, penebangan hutan (deforestasi) dan pengumpulan kayu bakar. Amerika Tengah menduduki tempat teratas dalam degradasi tanah perkebunan yakni 24 persen, Eropa 17 persen, Afrika 14 persen dan Asia 12 persen.

Laporan FAO pada tahun 1991 menyebutkan deforestasi hutan tropik mencapai 17 juta ha per tahun, naik dibandingkan tahun 1980-an yang diperkirakan hanya 11,3 persen. Dari tiga areal hutan tropik, deforestasi di Asia adalah yang tertinggi, 1,2 persen per tahun antara tahun 1981-1990, kemudian Amerika Latin (0,9 persen), dan Afrika (0,8 persen).

Namun secara regional, Afrika Barat menduduki tempat teratas dengan 2,1 persen, Amerika Tengah dan Meksiko 1,8 persen, jasad Asia Tenggara 1,6 persen. Sub-region dengan kenaikan deforestasi lebih 50 persen adalah Amerika Selatan, Amerika Tengah dan Meksiko serta daerah tropik Afrika Tenggara.

Data-data ini tetap harus dibaca dengan kritis, karena definisi "deforestasi" yang digunakan bukanlah definisi yang disepakati semua pihak, termasuk negara-negara pemilik hutan yang bersangkutan. Setiap lembaga mendefinisikan "deforestasi" secara berbeda-beda.

Laporan FAO menyebutkan, hutan temperate dan boreal tidak lagi mengalami penebangan hutan yang akut, bahkan area hutan meningkat lima persen dalam kurun waktu 10 tahun itu. Namun Jaringan penyelamatan Taiga (boreal dalam bahasa salah satu etnis Rusia) menyebutkan, industri telah menghancurkan hutan boreal dan temperate sejak puluhan tahun lalu.

Kalau Brazil, Indonesia dan Zaire masih memiliki 40 - 60 persen hutan alamnya, negara-negara Skandinavia memiliki kurang dari lima persen, AS sekitar lima persen atau 15 persen kalau termasuk Alaska.

PADA KTT Bumi di Rio de Janeiro Brazil Juni tahun lalu, hutan menjadi subyek dari perdebatan yang keras dan muncul ke permukaan dalam bentuk non legally binding (tidak mengikat) dengan berbagai catatan, yakni Forest Principles dan Pasal 11 Agenda 21. Prinsip- Prinsip Kehutanan yang berlaku bagi semua jenis tipe hutan itu merupakan konsensus internasional, terdiri dari 16 pasal, mencakup aspek pengelolaan, konservasi serta pemanfaatan dan pengembangannya.

Di balik penandatanganan di Rio itu, proses penyusunan Prinsip- Prinsip Kehutanan sangatlah rumit. Konsepnya menitik pada kompleksitas global dari konservasi hutan, yang misalnya, dengan memahami bahwa utang luar negeri negara pemilik hutan tropik yang mencapai 800 milyar dollar AS, telah mengurangi kemampuan negara- negara tersebut untuk mengelola hutannya secara berkelanjutan.

Beratnya beban utang membuat mereka melikuidasi modal hutannya demi devisa, yang sebagian besar digunakan untuk membayar utang dan bunganya. Setengah dari utang negara berkembang dimiliki 14 negara yang "menyumbangkan" dua pertiga deforestasi global.

Selain itu dipahami pula bahwa masalah kemiskinan dan cadangan pangan sangat berkaitan dengan persoalan penebangan hutan, dan bahwa kebutuhan produk hutan di negara-negara industri menjadi penyebab deforestasi. Dengan kata lain, negara maju harus memberikan biaya tambahan bagi konservasi hutan dan pembangunan berkelanjutan.

Konsep tersebut mestinya bisa menjadi dasar perundingan mengenai Konvensi Kehutanan Global, yang diprakarsai negara-negara anggota G-7 pada pertemuan pada bulan Juli tahun 1990. Tapi Selatan (negara berkembang) menolak proposal tersebut karena melihat dibalik itu semua adalah usaha Utara melakukan kontrol atas nama lingkungan global. Sementara isu itu sebenarnya juga mencakup tanggungjawab Utara atas meningkatnya emisi gas rumah kaca.

Jadi, Selatan menuntut pendanaan tambahan yang baru untuk membayar semua yang disyaratkan dalam konvensi. Sedangkan Utara meminta jaminan yang lebih spesifik mengenai apa yang akan dilakukan negara berkembang atas bantuan tersebut.

Namun yang paling penting, ada tiga pihak dengan kepentingan yang berbeda menaruh perhatian pada masalah pengelolaan hutan. Yakni, environmentalist yang menaruh keprihatinan terhadap pemanasan global dan hilangnya keanekaragaman hayati, negara tropik yang menyandarkan dana pembangunannya pada penghasilan jangka pendek dan panjang dari hutan-hutannya, serta masyarakat lokal.

Negara biasanya memiliki target nasional untuk meningkatkan pendapatan dari hutan, sementara eksploitasi akan menyebabkan berkurang atau bahkan memusnahkan keanekaragaman hayati. Di tingkat lokal, penduduk yang tinggal di hutan dan petani menginginkan agar kepentingan mereka masuk dalam penyusunan kebijakan mengenai hutan, sehingga manfaat pembangunan dibagi lebih merata.

KAYU, produk utama hutan adalah bahan baku berbagai kebutuhan manusia. Ia berperan besar dalam aktifitas ekonomi modern. Perdagangan produk hutan global bernilai sekitar 100 milyar dollar AS, dan hanya sekitar delapan persen merupakan produk hutan tropik.

Namun dalam perdagangan kayu tropik gelondongan mau pun kayu yang diproses, harga komersialnya jarang atau bahkan samasekali tidak pernah memasukkan biaya lingkungan dan biaya sosial penebangan kayu. Penilaian yang rendah terhadap sumberdaya alam ini lah yang acapkali menyebabkan kerusakan hutan bertambah parah.

Untuk mencerminkan biaya tak terduga secara lebih akurat, pemerintah menggunakan pajak impor atau ekspor atas nilai produk kayu tropik dan berbagai peraturan fiskal. Pada tahun 1989, Federasi Perdagangan Kayu Inggris dan 'Nederlandse Houtbond' bersama-sama mengusulkan biaya tambahan impor kayu tropik bagi Masyarakat Eropa (ME). Biaya tambahan itu dikumpulkan dan digunakan untuk mendanai proyek-proyek yang mempromosikan pengelolaan hutan secara berkelanjutan.

Sementara itu juga ada imbauan untuk melarang atau memboikot impor kayu tropis atas pertimbangan konservasi dan pengelolaan hutan yang efisien dan berkelanjutan. Namun kuota, larangan atau boikot ternyata menghasilkan dampak yang tak diinginkan. Larangan ekspor kayu akan mendorong munculnya pasar gelap yang tak bisa dikontrol. Kalau pun tidak, akibat ekonominya bagi pasar domestik juga buruk karena terjadi kapasitas berlebihan dalam penebangan pohon.

Strategi lain yang tengah dicobakan adalah menciptakan mekanisme pemberian label untuk menandai apakah produk itu berasal dari hutan yang dikelola secara berkelanjutan. Dari survai pendapat umum diketahui bahwa konsumen dari negara pengimpor bersedia membayar tinggi produk-produk dari hutan tersebut.

Inilah yang kemudian mendasari sertifikasi eco-labelling (label yang dikenakan pada produk yang berasal dari hutan yang dikelola secara berkelanjutan) diberlakukan multilateral untuk semua jenis hutan, mengacu pada Prinsip-Prinsip Kehutanan dan Agenda-21.

Organisasi Kayu Tropik Internasional (ITTO) telah memiliki 'guidelines', kriteria dan indikator pengelolaan hutan berkelanjutan bagi hutan tropik, namun belum diadopsi oleh seluruh anggota pemilik hutan tropik. Sementara negara-negara pemilik hutan temperate dan boreal baru mempersiapkan indikator dan kriteria pengelolaan "berkelanjutan" bagi hutan temperate and boreal dalam seminar para ahli negara-negara anggota Komisi Keamanan dan Kerjasama Eropa (CSCE) di Montreal, Kanada akhir September lalu.

Namun para ahli mengingatkan kemungkinan manipulasi struktur perdagangan global dalam GATT (Perjanjian Umum tentang Tarif dan Perdagangan), yang mekanismenya meliputi 90 persen perdagangan dunia. Di bawah persyaratan GATT, akan didorong berbagai larangan perdagangan, sehingga program pemberian label untuk sertifikasi akan sukar diterima.

**Kuesioner Teks Nomor 42**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### **Teks Nomor 43**

#### ENERGI TERBARUKAN HANYA PASOK LISTRIK SATU PERSEN

Meskipun potensi energi terbarukan melimpah-dari energi surya, angin, mikro hidro, geotermal, sampai biomassa-Indonesia masih sangat minim memanfaatkan energi ini untuk memenuhi kebutuhan listrik. Hingga sekarang energi terbarukan itu baru memasok satu persen energi listrik masyarakat.

Dengan kian menipisnya cadangan minyak bumi di Indonesia, pemanfaatan energi alternatif nonfosil harus ditingkatkan. Diproyeksinya, dalam 10 tahun mendatang 10-20 persen pasokan listrik berasal dari energi terbarukan.

Demikian dikemukakan Rahmat Mulyadi, Deputy Ketua Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) bidang teknologi informasi, energi, material, dan lingkungan, dalam jumpa pers di Jakarta, Kamis (30/5). BPPT bersama Pusat Riset Antar-Universitas Italia (CIRPS) dan Pusat Kebudayaan Italia di Jakarta akan menyelenggarakan seminar energi terbarukan untuk pembangunan berkelanjutan dan prospeknya bagi otonomi daerah, Senin (3/6).

Konsul Ilmu Pengetahuan dan Kebudayaan Italia untuk Indonesia Michele Mile menegaskan, pemanfaatan energi merupakan keharusan bagi semua negara karena berkaitan dengan Protokol Kyoto. Dalam Protokol itu disepakati untuk mereduksi kerusakan lingkungan, terutama pencemaran udara, akibat penggunaan bahan bakar fosil.

Menurut Mile, Italia yang telah mengembangkan energi terbarukan sejak lebih dari 40 tahun lalu akan meningkatkan pemanfaatan sumber energi alternatif untuk kelistrikan. Diharapkan bisa dua kali lipat dalam 10 tahun, atau sekitar 7-10 persen saat ini.

Teknologi kelistrikan yang dikembangkan di Italia selama ini difokuskan pada empat jenis energi terbarukan, yaitu geotermal, tenaga surya fotovoltaik, energi angin, dan biomassa. Dari keempat jenis ini, yang berprospek baik untuk dikembangkan lebih lanjut adalah tenaga surya fotovoltaik. Namun, untuk dapat memasok energi listrik lebih besar perlu sistem integrasi kelistrikan.

Menurut Rahmat, penerapan pembangkit listrik dengan energi terbarukan akan dikembangkan di daerah terpencil, terutama di pegunungan dan di pulau-pulau kecil yang tidak terjangkau jaringan listrik PLN. Saat ini 30 persen daerah terpencil belum terjangkau listrik PLN. Pelaksanaan program kelistrikan diutamakan di kawasan timur Indonesia. Energi terbarukan yang akan dimanfaatkan adalah energi surya, angin, dan mikro hidro. Diperkenalkan pula teknologi hibrida, yang merupakan penggabungan energi terbarukan dengan solar.

**Kuesioner Teks Nomor 43**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

#### **Teks Nomor 44**

##### ENERGI ALTERNATIF DARI SINGKONG SAMPAI AIR

PENGHAPUSAN subsidi BBM-baik bensin maupun solar-dan selanjutnya mengikuti fluktuasi pasar dunia telah melambungkan harga bahan bakar fosil itu di Indonesia. Padahal, di pasar internasional, harga minyak cenderung naik karena pasokan minyak menurun relatif terhadap permintaan pasar yang terus meningkat.

Di sisi lain kandungan minyak bumi akan mencapai titik kritis 10 tahun lagi. Kondisi ini, bila saatnya tiba, jelas akan memperlambat roda perekonomian dan peradaban dunia. Karena itu, berbagai upaya dilakukan untuk mencari bahan baku energi alternatif.

Indonesia sebenarnya memiliki berbagai sumber energi non-BBM, baik yang bersifat tidak terbarukan seperti batu bara, gambut, maupun yang terbarukan seperti energi hidro dan mikrohidro, energi surya, angin, gelombang, biomassa, dan biogas.

Hampir semua jenis bahan baku energi itu ditemukan dalam jumlah yang potensial. Karena itu, bila semua energi alternatif tersebut dikembangkan, bangsa Indonesia sebenarnya tidak perlu khawatir kehabisan sumber energi.

ETANOL adalah salah satu bahan baku alternatif pengganti energi minyak dan gas pada kendaraan bermotor dan pabrik. Uji coba telah dilakukan di beberapa negara termasuk Indonesia. Tahun 1982, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) membangun pabrik percontohan pembuatan etanol dan perkebunan bahan bakunya, yaitu ubi kayu atau singkong, di daerah transmigrasi Tulang Bawang, Lampung Utara.

Pabrik percontohan etanol berkapasitas 15.000 liter per hari memerlukan bahan baku ubi atau singkong 110 ton per hari. Kebutuhan bahan baku diharapkan dapat dipenuhi oleh petani transmigran di sekitar lokasi pabrik dengan areal di atas 43.000 hektar.

Selain menghasilkan energi alternatif pengganti minyak, proyek ini juga bertujuan menaikkan pendapatan petani dan membuka lapangan kerja sekaligus meningkatkan keterampilan dan keahlian dalam pembuatan etanol.

Bahan kimia jenis alkohol ini didapat dengan cara menghancurkan singkong kupas menjadi bubur. Bubur itu kemudian dipanaskan dengan uap air hingga suhu 95 derajat Celsius dan ditambah enzim amilase agar pati ubi kayu terhidrolisa menjadi gula. Hasil proses sakarifikasi ini berupa gula yang siap difermentasi. Pada proses fermentasi bahan yang mengandung gula diberi ragi *Saccharomyces cerevisie*.

Selanjutnya dilakukan destilasi dua tahap. Pada tahap pertama dihasilkan destilat dengan kadar alkohol 45 hingga 50 persen, sedangkan pada tahap terakhir kadarnya menjadi 95 persen.

Menghasilkan alkohol dengan kadar tinggi juga dapat diperoleh dari mengolah buah kelapa aren. Seorang peneliti dari Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi dalam

kunjungan kerja Menteri Negara Riset dan Teknologi Hatta Radjasa ke Manado, Kamis (9/1), mengungkapkan, aren atau kelapa yang selama ini diolah secara tradisional menjadi arak "cap tikus" dapat diolah lebih lanjut menjadi alkohol dengan kadar tinggi, baik untuk memasok kebutuhan rumah sakit maupun untuk bahan bakar energi.

Dengan mengolah minuman tradisional itu, juga dapat dikembangkan kegiatan penelitian perguruan tinggi di daerah serta menumbuhkan usaha baru yang berbasis potensi sumber daya lokal. Di provinsi "nyiru melambai" ini sekali panen dari tujuh lokasi perkebunan kelapa milik penduduk dihasilkan 8-24 ton buah kelapa.

Riset penggunaan minyak kelapa sawit sebagai substitusi diesel juga sudah banyak dilakukan, namun belum satu pun yang berhasil sampai skala komersial. Menurut Yusnitati dari Ditjen Listrik dan Pengembangan Energi, saat ini proses pembakaran sabut maupun cangkang dinilai tidak efisien, meskipun mampu menghasilkan cukup uap panas dan tenaga untuk proses pengolahan di pabrik.

Limbah padat berupa tandan kosong yang umumnya dibakar dalam insinerator mempunyai kandungan energi cukup tinggi. Jika dimanfaatkan, limbah tersebut dapat memenuhi kebutuhan tenaga untuk keseluruhan pabrik termasuk unit pemroses minyak, misalnya margarin.

Tandan kosong dari pabrik minyak sawit berkapasitas 40 ton per jam tandan buah segar (TBS), misalnya, dapat menghasilkan lebih dari 1 MW listrik. Studi awal terhadap potensi limbah industri 2-3 pabrik kelapa sawit yang terkonsentrasi lokasinya di Medan dapat menyuplai listrik 3-5 MW.

PEMANFAATAN hidrogen sebagai bahan bakar di sektor transportasi merupakan salah satu alternatif pemecahan yang mungkin juga dilakukan pasca-BBM. Hidrogen merupakan senyawa kimia yang dapat diperoleh dari bahan bakar hidrokarbon seperti batu bara, gas dan minyak bumi maupun dari air. Namun, penyediaan hidrogen dengan bahan baku air perlu dikaji lebih mendalam karena pemakaian air sebagai bahan baku terbarukan.

Dalam pemanfaatannya, seperti dikemukakan Hari Suharyono, peneliti dari Ditjen Listrik dan Pengembangan Energi dalam laporannya beberapa tahun lalu, salah satu peralatan yang menggunakan hidrogen adalah fuel cell. Pemilihan jenis fuel cell yang tepat akan menghasilkan uap air sebagai gas buang dari proses pembakarannya. Uap air tersebut jelas tidak akan mencemari lingkungan dan juga setelah beberapa waktu akan kembali sebagai air yang siap digunakan kembali sebagai bahan baku pembuatan hidrogen.

Hidrogen ( $H_2$ ) adalah senyawa kimia berbentuk gas yang ringan, tidak berwarna, dan tidak berbau. Gas tersebut hanya dapat dijumpai sebagai senyawa murni di alam dalam jumlah sangat kecil. Untuk mendapatkan hidrogen diperlukan energi. Energi tersebut dapat disediakan oleh semua bentuk energi penghasil listrik, baik panas bumi, tenaga surya, tenaga angin, tenaga air, maupun nuklir.

Cara mendapatkan hidrogen ditentukan oleh jenis bahan baku yang digunakan. Proses yang digunakan bila menggunakan bahan baku gas bumi atau fraksi hidrokarbon ringan lainnya adalah steam reforming, yaitu mengubah senyawa alkana dengan penambahan uap air menjadi hidrogen dan karbon dioksida.

Proses yang dilakukan bila menggunakan bahan baku batu bara adalah gasifikasi, yaitu mengubah batu bara dengan penambahan oksigen dan uap air menjadi hidrogen, karbon dioksida, dan senyawa-senyawa kimia lainnya.

Sedangkan bila menggunakan bahan baku air, proses yang digunakan adalah elektrolisa. Di antara teknologi yang ada, elektrolisa air alkalin merupakan teknologi yang paling siap dikembangkan secara massal, bahkan berdasarkan informasi yang diperoleh dari NEDO, Jepang, sebuah pabrik dengan kapasitas 33.000 Nm<sup>3</sup> per jam telah beroperasi di Mesir.

Hal utama yang membedakan fuel cell dengan baterai adalah penyediaan bahan kimianya. Pada baterai, bahan kimia merupakan bagian dari baterai itu sendiri, sehingga listrik yang dihasilkan oleh baterai dapat berkurang dengan lamanya waktu pemakaian. Sedangkan fuel cell hanyalah konverter, yang menghasilkan listrik dari reaksi bahan bakar dan oksigen di dalamnya.

Karena tidak adanya bagian dari cell yang digunakan sebagai bahan bakar maupun hasil reaksi kimia yang diendapkan dalam cell, maka fuel cell dapat dioperasikan dalam jangka waktu yang lama.

**Kuesioner Teks Nomor 44**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### **Teks Nomor 45**

Kilasan iptek: gas metana dari limbah kelapa sawit

Limbah cair pabrik minyak kelapa sawit ternyata masih dapat menghasilkan bahan yang bermanfaat, antara lain gas metan. Limbah ini umumnya memiliki keasaman dengan pH 3,3 hingga pH 4,6 dan mengandung konsentrasi senyawa organik yang tinggi. Dari proses anaerobik diperoleh gas metana yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif. Pada penelitian yang dilakukan Husaimi Faisal dan kawan-kawan dari Lembaga Penelitian Universitas Syiah Kuala Aceh, dikaji kinerja bioreaktor berpenyekat anaerobik pada pengolahan limbah cair pabrik minyak kelapa sawit itu, terutama tentang laju produksi gas metana, pembentukan biomassa mikroorganisme, penyisihan senyawa organik dan produksi asam lemak volatil. Dari cairan limbah yang dimasukkan dalam bioreaktor selama lima hingga 10 hari diperoleh produksi gas metana 0,32 hingga 0,42 gas metan/gram COD tersisihkan. Efisiensi penyisihan COD berkisar antara 87,4 persen hingga 95,3 persen. Sedangkan efisiensi penyisihan lemak dan minyak mencapai sekitar 44,1 persen hingga 91,3 persen.

**Kuesioner Teks Nomor 45**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 46

Hutan: Sumber Energi Masa Depan \*Ilmu Pengetahuan

TELAH diketahui bahwa bahan kimia dan energi yang saat ini dipergunakan dalam industri dan rumah tangga adalah energi yang berasal dari fosil. Energi fosil berasal dari vegetasi yang diproses secara alami selama jutaan tahun di dalam perut bumi.

PADA saat ini laju konsumsi energi fosil tersebut jauh lebih besar dibandingkan dengan laju pembentukannya dalam perut bumi. Oleh karena itu, dalam kurun waktu 50 tahun atau 100 tahun lagi, energi tersebut diperkirakan akan habis. Christ Lewis dalam bukunya yang berjudul *Biological Fuels* memperkirakan bahwa gas alam akan habis pada tahun 2047, minyak bumi pada tahun 2080, dan batu bara pada tahun 2180.

Sedangkan uranium sebagai sumber energi nuklir akan habis pada tahun 2017, kecuali bila teknologi nuclear breeder atau nuclear fusion bisa dikembangkan, maka secara teoretis bisa menghemat pemakaian energi nuklir sampai tahun 40.000. Melihat perkiraan di atas, maka manusia akan menghadapi masalah besar dalam memenuhi kebutuhan energi di masa depan.

Oleh karena itu, usaha-usaha pencarian sumber bahan kimia dan sumber energi alternatif merupakan hal yang sangat penting. Beberapa jenis sumber energi alternatif yang bisa dikembangkan antara lain energi matahari, energi angin, energi panas bumi, energi panas laut atau OTEC (ocean thermal energy conversion), dan energi biomassa.

Di antara sumber-sumber energi alternatif tersebut, energi biomassa merupakan sumber energi alternatif yang perlu mendapat prioritas dalam pengembangannya. Dibandingkan dengan sumber energi lain, keuntungan pemanfaatan energi biomassa antara lain: a) sumber energi ini dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang renewable resources; b) sumber energi ini relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara sebagaimana yang biasa terjadi pada bahan bakar fosil; c) pemanfaatan energi biomassa juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan.

Energi biomassa pada dasarnya adalah energi Matahari yang ditangkap oleh tanaman melalui proses fotosintesis dan disimpan secara kimiawi dalam sel-sel tanaman. Biomassa yang dihasilkan oleh tanaman di permukaan bumi diperkirakan sekitar 100-125 miliar ton per tahun dan di lautan sekitar 44-55 miliar ton per tahun dengan kandungan energi sekitar 200 kali konsumsi energi dunia.

Di antara biomassa yang dihasilkan di permukaan bumi, persentase terbesar adalah biomassa dalam bentuk kayu/biomassa hutan, yaitu sekitar 90 milyar ton per tahun. Dilihat dari data potensi hutan dan pola pertumbuhannya, sebenarnya pemanfaatan kayu sebagai sumber energi dapat ditingkatkan tanpa harus mengurangi suplai kayu untuk keperluan industri perikanan.

Tetapi, dalam kenyataannya, hal ini masih belum bisa dilaksanakan karena biaya pemanenan dan transportasinya dinilai tidak ekonomis untuk kondisi saat ini. Kendatipun untuk keperluan khusus, biomassa hutan masih merupakan sumber energi yang sangat ekonomis, terutama dalam pemanfaatan

limbah kayu dari industri perkayuan untuk pengadaan energi yang diperlukan oleh industri kayu yang bersangkutan.

Untuk daerah tertentu, terutama di negara berkembang, penggunaan biomassa hutan sebagai sumber energi yang berlebihan dan tidak terkontrol bisa mengakibatkan terganggunya keseimbangan lingkungan. Masyarakat umumnya tidak hanya mengambil ranting-ranting kayu untuk kayu bakar, tetapi juga memanfaatkan biomassa yang terdapat di lantai hutan, yang notabene mempunyai fungsi penting dalam pengaturan tata air.

Untuk mengantisipasi masalah ini, timbul pemikiran dari para ahli untuk membangun hutan yang khusus diperlukan guna memproduksi kayu energi dengan masa panen (daur) yang relatif pendek. Di Indonesia konsep tersebut diberi nama "kebun energi".

Biomassa yang dihasilkan dari kebun energi relatif cukup tinggi, yaitu sekitar 25-30 meter kubik/hektar/tahun, mutu kayunya seragam, dan karena areal tanaman mudah dijangkau, maka biaya pemanenan dan transportasinya menjadi lebih murah. Ditambah dengan peluang pasar yang cukup lebar, maka konsep pembangunan kebun energi ini menjadi prioritas dalam perencanaan pembangunan di banyak negara.

Ada sekitar 35 buah proyek pembangunan kebun energi di mancanegara, yaitu di Brasil, Kanada, Perancis, Irlandia, Filipina, Swedia, Amerika Serikat, dan lain-lain. Di samping itu, Forestry Energy Corporation, sebuah lembaga di bawah International Energy Agency, juga mengembangkan kerja sama dengan banyak negara, dan secara terus-menerus memonitor dan mengevaluasi perkembangan masalah pembangunan kebun energi tersebut.

Ditinjau dari segi tingkat teknologi, ada dua klasifikasi teknologi yang digunakan untuk mengonversi biomassa menjadi bahan kimia dan energi, yaitu teknologi sederhana/menengah dan teknologi lanjut. Teknologi sederhana/menengah yaitu teknologi yang biasa digunakan secara umum untuk mengonversi biomassa menjadi energi, seperti proses pembakaran langsung sebagai kayu bakar, proses karbonisasi untuk memproduksi arang dan briket arang, dan proses densifikasi untuk memproduksi briket dan pelet kayu.

Sedangkan teknologi lanjut merupakan proses yang lebih canggih yang terdiri dari berbagai metode untuk memproduksi berbagai macam bahan kimia dan energi dari bahan baku biomassa. Seperti diketahui bahwa kayu disusun oleh berbagai macam komponen kimia yaitu selulosa, hemiselulosa, lignin, dan zat ekstraktif. Komponen tersebut dapat dikonversi untuk menghasilkan berbagai macam bahan kimia dan energi yang sangat diperlukan untuk berbagai industri.

Selain digunakan sebagai bahan baku kertas dan rayon, selulosa juga dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan berbagai macam bahan kimia. Tahap pertama dan terpenting dalam pemanfaatan selulosa adalah tahap konversi selulosa menjadi glukosa melalui proses hidrolisis dengan asam, enzim, maupun dengan mikroba.

Selanjutnya, dari glukosa dengan berbagai macam metode dapat dihasilkan berbagai macam bahan kimia, misalnya polyamides, polyesters, polycarbonates, dan epoxides. Melalui metode tertentu, dari glukosa juga dapat dihasilkan polyethene, polystyrene, dan polyvinil-chloride, serta masih banyak lagi bahan kimia lainnya.

Seperti halnya selulosa, hemiselulosa juga dapat diproses untuk menghasilkan berbagai jenis bahan kimia penting. Pertama-tama yang harus dilakukan adalah menghidrolisis xylans dan mannans untuk menghasilkan xylosa dan mannososa.

Produk-produk kimia yang bisa dihasilkan dari mannososa memang sangat terbatas, antara lain etanol, yeast, dan mannitol. Sedangkan dari xylosa, melalui berbagai macam proses dapat dihasilkan berbagai macam bahan kimia antara lain polyurethanes, furan resins, acrylates, dan resin polymers.

Melalui berbagai metode, dari komponen lignin juga dapat dihasilkan berbagai macam bahan kimia yang dapat bersaing dengan petroleum, antara lain fenol, DMSO, benzena, metana, dan etena.

Beberapa kelemahan dalam pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi adalah nilai kalor yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai kalor bahan bakar fosil serta kecepatan tumbuh pohon yang relatif lambat. Namun, dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama perkembangan ilmu rekayasa genetika, bukan tidak mungkin di masa depan bisa diciptakan jenis-jenis kayu yang bisa tumbuh cepat.

Dengan rekayasa genetika juga bisa diciptakan jenis-jenis kayu yang mempunyai kandungan lignin dan resin tinggi sehingga bisa dihasilkan nilai kalor tinggi dari jenis-jenis kayu tersebut.

Sampai saat ini, pemanfaatan hutan sebagai sumber energi di negara-negara maju memang masih relatif rendah. Memang agak sulit menduga berapa banyak energi biomassa yang akan digunakan di negara-negara maju pada waktu mendatang.

Namun, pada saat ini hampir di semua negara mempunyai program penelitian dan pengembangan untuk memanfaatkan biomassa hutan sebagai sumber energi alternatif. Sebagai contoh, di Swedia diperkirakan menjelang tahun 2015 suplai energi di negara tersebut 46 persen berasal dari energi biomassa hutan dan 16 persen dari tanaman laut dan limbah organik, sisanya dari sumber lain. Di Kanada menjelang tahun 2025, penggunaan energi biomassa untuk bahan bakar transportasi diperkirakan mencapai 42 persen.

Pada tahun 1980-an, Pemerintah Indonesia memang merencanakan untuk membangun kebun energi. Tetapi, perkembangan pembangunan kebun energi tersebut kelihatannya tidak berjalan dengan lancar.

Dalam rencana tersebut, kayu energi yang dihasilkan memang baru ditujukan untuk keperluan industri arang dan kayu bakar, belum mengarah untuk keperluan industri dalam bentuk lain, misalnya industri alkohol maupun untuk industri kimia lainnya. Mengingat potensi sumber daya hutan di Indonesia yang sangat besar, maka pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi bukan hanya bertujuan untuk memecahkan masalah krisis energi pada saat memasuki era pascaminyak nanti, tetapi juga akan memberikan kontribusi yang sangat nyata dalam pencatatan energi di tingkat dunia.

**Kuesioner Teks Nomor 46**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### **Teks Nomor 47**

Kilas Daerah: Biobriket Batu Bara sebagai Alternatif BBM

Industri kecil dan menengah di Indonesia diimbau menggunakan biobriket batu bara sebagai bahan bakar alternatif selain minyak tanah. Menurut Direktur Eksekutif Yayasan Bina Usaha Lingkungan, Helianti Hilman, Senin (26/9), bahan batu bara bisa menjadi jalan keluar yang strategis, di tengah minyak tanah yang makin langka, serta rencana kenaikan harga BBM 1 Oktober nanti. Biobriket batu bara diproduksi oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral Batu Baradi Cirebon, Jawa Barat. Biobriket dibuat dari remahan batu bara halus dicampur biomassa sebanyak 25-40 persen. Biomassa diproses dari sampah organik seperti ampas tahu, kulit kelapa sawit, ampas tebu, atau sekam padi; dengan demikian biobriket batu bara menjadi lebih mudah dibakar, tidak gampang remuk, dan lebih aman untuk lingkungan. Harga di pasaran Rp 1.000/kg. Hingga kini, produksi dan penyerapan biobriket batu bara sekitar 12.000 ton per tahun, jauh di bawah penyerapan minyak tanah yang mencapai 10 juta kiloliter/tahun.

**Kuesioner Teks Nomor 47**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## **Teks Nomor 48**

Bahan Bakar Alternatif: Kelapa, Sumber BBM yang Potensial

Pada tahun 1900, di suatu pameran di Paris, Rudolph Diesel, penemu mesin diesel, menyatakan bahwa penggunaan bahan bakar dari biomassa adalah masa depan dari mesin diesel.

Ia mengatakan bahwa mesin diesel dapat menggunakan minyak nabati, dan hal ini akan mendorong perkembangan sektor pertanian. Pernyataan ini dikutip oleh Jeremy Hamand, pakar biodiesel dalam tulisannya tentang pemanfaatan minyak kelapa sebagai biofuel di kawasan Pasifik.

Penggunaan minyak kelapa sebagai bahan bakar mesin diesel bukanlah hal baru. Pada Perang Dunia II penggunaan minyak kelapa sebagai pengganti bahan bakar untuk mesin diesel di Filipina telah dilakukan.

Setelah Perang Dunia II, penggunaan minyak kelapa sebagai bahan bakar untuk mesin diesel tidak berkembang karena bahan bakar fosil dapat diperoleh dengan mudah dan dengan harga yang murah.

Informasi dari Small Islands Voice Global Forum, saat ini di beberapa negara pulau di Pasifik, penggunaan minyak kelapa sebagai alternatif bahan bakar untuk menggerakkan mesin diesel diam-diam telah dilakukan secara intensif. Penggunaan bahan bakar alternatif ini memberikan hal yang memuaskan dan memberikan dampak yang baik bagi ekonomi rakyat serta mampu mengurangi polusi lingkungan.

Minyak kelapa saat ini sudah digunakan untuk menggerakkan kendaraan darat, alat-alat berat, kapal dan perahu di Marshall Island. Di Fiji saat ini sedang dilakukan uji coba penggunaan minyak kelapa sebagai bahan bakar pembangkit listrik berkapasitas 3,3 megawatt.

Di Samoa sedang dilakukan percobaan penggunaan 15 persen minyak kelapa produksi lokal dicampur dengan 85 persen minyak diesel sebagai bahan bakar beberapa unit pembangkit listrik. Di Vanuatu campuran minyak kelapa dengan bahan bakar solar pada perbandingan 64:36 juga telah digunakan. Sejauh ini penggunaan minyak kelapa sebagai bahan bakar penggerak mesin-mesin diesel tersebut memberikan hasil menggembirakan.

Secara ekonomi, penggunaan minyak kelapa sebagai bahan bakar alternatif untuk menggerakkan mesin diesel di negara-negara Pasifik saat ini sangat layak. Di negara-negara pulau tersebut harga BBM fosil untuk menggerakkan mesin diesel mencapai Rp 7.000 per liter, sedangkan harga minyak kelapa sekitar Rp 5.000 per liter. Kondisi harga BBM seperti itu juga akan segera kita alami, terutama mengingat posisi kita sebagai negara net importir minyak.

Di banyak lokasi yang transportasinya sulit dengan luas lahan terbatas, seperti di pulau-pulau di berbagai wilayah di negara kita, atau di lokasi-lokasi yang terpencil, harga bahan bakar diesel setinggi itu atau bahkan lebih tinggi dari itu sudah sering terjadi. Hal tersebut antara lain disebabkan keterlambatan pengiriman. Kesulitan transportasi di wilayah terpencil juga menyebabkan harga produk petani, termasuk kopra, menjadi sangat rendah.

Pemerintah juga dapat memprogramkan pembelian minyak kelapa rakyat dengan harga mendekati harga BBM fosil di pasar internasional, dan kemudian menjualnya lagi dengan harga lebih murah seperti yang berlaku saat ini. Subsidi yang diberikan oleh pemerintah tersebut akan secara langsung dinikmati dan dimanfaatkan oleh petani kelapa. Dengan cara ini, pemerintah juga masih mendapatkan keuntungan, berupa penghematan biaya distribusi, karena minyak kelapa yang akan dijadikan bahan bakar dihasilkan dan digunakan di lokasi itu sendiri, sehingga tidak lagi memerlukan biaya transportasi yang tinggi.

Program tersebut akan secara langsung berpengaruh positif pada kemandirian, ketahanan, dan stabilitas wilayah, yang merupakan prasyarat penting untuk kemajuan dan perkembangan suatu wilayah. Terlebih lagi bila mengingat bahwa 98 persen dari 3,8 juta hektar pertanaman kelapa di Indonesia adalah usaha perkebunan rakyat, dampak kebijakan ini akan terasa secara langsung oleh sekitar 6,5 juta keluarga petani kelapa di Indonesia, atau oleh sekitar 26 juta jiwa penduduk Indonesia.

Saat ini di Indonesia juga sedang gencar dilakukan percobaan pemanfaatan biodiesel yang berasal dari kelapa sawit dan jarak pagar (*Jatropha curcas*). Sejauh ini percobaan memberikan hasil yang menggembirakan, tetapi penerapan dalam skala luas masih menghadapi beberapa kendala.

Transportasi akan tetap menjadi kendala untuk penyediaan biodiesel kelapa sawit atau untuk penyediaan minyak sawit sebagai bahan baku biodiesel ke wilayah pulau-pulau dan ke wilayah terpencil, sementara biodiesel dari jarak pagar, saat ini ketersediaan benih unggulnya masih menjadi kendala.

Dalam perspektif jangka pendek, pemanfaatan minyak kelapa sebagai alternatif bahan bakar untuk mesin diesel memiliki peluang yang lebih baik untuk dapat dikembangkan segera, khususnya di wilayah pulau-pulau dan wilayah terpencil. Pilihan ini akan dapat segera memenuhi kebutuhan masyarakat akan bahan-bahan mesin diesel, baik untuk transportasi darat, laut, maupun untuk penyediaan tenaga listrik dan sebagainya. Satu-satunya hal yang perlu kita lakukan segera adalah secepatnya kuasai dan sosialisasikan teknologi penggunaan minyak kelapa sebagai bahan bakar penggerak mesin diesel.

Langkah tersebut tidak selalu harus menunggu aba-aba dari pemerintah pusat.

Kepulauan Nusantara, yang sejak dahulu dikenal sebagai kepulauan nyiur melambai, saat ini memiliki pertanaman kelapa seluas 3,8 juta hektar. Seluruh areal pantai dan dataran rendahnya dipenuhi oleh tanaman kelapa yang lebih dari 98 persennya diusahakan dalam bentuk perkebunan rakyat dan dimiliki oleh sekitar 6,5 juta keluarga petani. Dengan luasan tersebut, kita merupakan pemilik areal pertanaman kelapa kedua terbesar di dunia setelah Filipina. Luas areal kelapa di seluruh dunia saat ini hanya sekitar 12 juta hektar.

Kelapa juga dikenal sebagai tanaman kehidupan karena seluruh bagiannya bermanfaat bagi manusia, terutama buahnya yang selama berabad-abad digunakan untuk berbagai keperluan. Pamor tanaman kelapa di Indonesia sekarang ini terus menurun karena tanaman kelapa sawit sebagai kompetitor utama penghasil minyak dapat menghasilkan minyak lebih banyak dan lebih murah.

Pengembangan tanaman kelapa sawit pada beberapa tahun terakhir ini dilakukan dengan dorongan dan perhatian khusus dari pemerintah. Pengembangan kelapa sawit mensyaratkan adanya unit pengolahan kelapa sawit dan memerlukan investasi yang besar.

Kondisi tersebut menyebabkan kelapa sawit sulit dikembangkan di wilayah yang arealnya terbatas, termasuk di wilayah pulau-pulau kecil. Luas pertanaman kelapa sawit berkembang rata-rata 12,7 persen per tahun, dari 260.000 hektar tahun 1980 menjadi 5,2 juta hektar tahun 2003. Sekitar 65 persennya dimiliki oleh perusahaan perkebunan besar, sisanya dimiliki oleh rakyat.

Peluang pemanfaatan minyak kelapa sebagai bahan bakar mesin diesel, khususnya untuk wilayah pulau-pulau dan wilayah terpencil, akan meningkatkan kembali nilai ekonomi kelapa, serta akan meningkatkan minat pengembangan dan peremajaan tanaman kelapa.

Predikat kepulauan nyiur melambai akan dapat terus kita sandang dan sekaligus dapat kita pertanggungjawabkan juga dari sisi ekonomi.

**Kuesioner Teks Nomor 48**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### **Teks Nomor 49**

Indikator "Kompas": Potensi Energi Biomassa di DIY

Sejumlah gagasan dari pemerintah maupun akademisi untuk menggunakan teknologi alternatif penghasil energi bisa menjadi salah satu solusi atas mahalnya harga bahan bakar minyak. Ketersediaan sumber daya alam di DI Yogyakarta terbilang potensial untuk pengembangan energi alternatif tersebut, salah satunya adalah potensi energi biomassa dari kotoran sapi dan sampah.

Berdasarkan estimasi Bidang Pertambangan dan Energi Dinas Perindustrian, Perdagangan, dan Koperasi DIY, potensi sumber biomassa di DIY mencapai 45.000 SBM (setara barrel minyak/bahan bakar minyak) per tahun. Besaran energi alternatif ini diambil dari 150.419 ekor sapi (2004). Jika dirata-rata satu ekor sapi bisa menghasilkan 0,3 SBM atau setara dengan 47,69 liter BBM per tahun.

Potensi tersebut bertambah seiring meningkatnya jumlah sapi. Tahun 2006 jumlah sapi di DIY mencapai 158.566 ekor. Potensi energi yang dihasilkan bisa lebih dari 47.000 SBM. Setelah dimanfaatkan sebagai sumber biogas, kotoran sapi bisa diolah menjadi pupuk kandang. Bidang Pertambangan dan Energi Disperindagkop DIY berencana membina delapan lokasi percontohan yang akan digunakan untuk pengembangan teknologi energi biomassa yang menghasilkan biogas sekaligus listrik.

Selain kotoran sapi, potensi sampah di DIY juga dapat dimanfaatkan untuk energi listrik. Lebih kurang sekitar 2.000 meter kubik sampah masuk tiap hari ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Piyungan, Bantul. Pemerintah daerah tinggal mengupayakan investor yang tertarik untuk mengolah sampah di TPA Piyungan menjadi energi listrik.

**Kuesioner Teks Nomor 49**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## **Teks Nomor 50**

"BIOCHAR", PEMBENAH TANAH

Potensi melimpah tetapi tidak dimanfaatkan dengan optimal. Itulah biochar atau arang hayati yang kemudian disebut sebagai pembenah tanah ingin dipopulerkan Anischan Gani, peneliti pada Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Departemen Pertanian, di Sukamandi, Jawa Barat.

Arang hayati, misalnya dari pembakaran batang kayu, kerap dijadikan media tanam tanaman anggrek. Petani juga kerap membakar jerami untuk menambah kesuburan lahan.

Itulah praktik pemanfaatan biochar yang tanpa disadari sesungguhnya dapat dikembangkan jauh lebih optimal.

"Residu biomassa sangat melimpah, tetapi pemanfaatannya tidak pernah terukur dan masih sangat sedikit," kata Gani dalam suatu kegiatan ilmiah di Bogor, Kamis (18/6).

Gani mengambil contoh residu pertanian dari produksi padi. Dari bulir gabah dapat diperoleh sekam dengan kandungan 18 persen hingga 22 persen. Kemudian dari jerami dapat diperoleh 45 persen sampai 55 persen biomassa tanaman itu.

Panen gabah kering rata-rata saat ini 6 ton per hektar, akan diperoleh 1,2 ton sekam dan 6 ton jerami. Total limbah produksi padi untuk biochar mencapai 120 persen gabahnya.

Setiap tahun kini diproduksi lebih dari 55 juta ton gabah kering panen. Ini berarti di Indonesia ada sekitar 66 juta ton limbah produksi padi berpotensi menjadi biochar setiap tahun.

"Belum lagi residu dari produksi tani kacang-kacangan atau tongkol jagung, residu perkebunan kelapa sawit, tempurung kelapa, dan residu pengolahan hasil kehutanan berupa kayu. Potensi pembuatan biochar benar-benar sangat berlimpah," kata Gani.

Komposisi biochar ideal di dalam tanah, menurut Gani, bergantung dari jenis bahan organik. Pada fungsi pembenah tanah, biochar dapat menahan air dan nutrisi, kemudian menjadikannya sebagai sumber kebutuhan tanaman secara berkelanjutan. Dari hasil suatu riset, kandungan biochar di dalam tanah tidak akan terpengaruh selama 130 tahun lamanya.

Lebih meyakinkan lagi dari temuan kesuburan tanah hitam di lembah Amazon yang disebut sebagai terra preta. Para ilmuwan dunia menemukan unsur biochar dalam kandungan tanah hitam tersebut dan diperkirakan merupakan hasil pengelolaan bangsa Amerindian sejak 500 tahun hingga 2.500 tahun silam.

Dari buku kuno di Jepang juga diketahui istilah pupuk-api (fire-manure) sebagai penyubur pertanian pada tahun 1697. Pupuk-api ini tak ubahnya biochar.

Tradisi di China, upaya menyuburkan lahan sejak lama dikembangkan melalui pembakaran biomassa. Penelitian ilmiah terhadap peran biochar bagi pertumbuhan bibit padi juga sudah dikembangkan pada tahun 1915.

Pada tahun 2007 International Rice Research Institute (IRRI) menguji pemberian biochar pada produksi padi gogo di Laos bagian utara. Biochar terbukti meningkatkan konduktivitas hidrolis top soil atau lapisan permukaan tanah dan meningkatkan hasil gabah pada kandungan tanah yang rendah fosfor (P) tersebut. Pemberian biochar juga terbukti meningkatkan respons terhadap pemberian pupuk dengan kandungan nitrogen (N).

Menurut Gani, biochar kira-kira mengikat karbon sampai 50 persen pada pembakaran 3 persen dan diperkirakan mengalami dekomposisi biologi di bawah 20 persen setelah lima tahun sampai 10 tahun. Walaupun biochar bisa untuk bahan bakar, tetapi manfaat bagi lingkungan jauh lebih besar jika diaplikasikan ke dalam tanah.

Dibandingkan dengan penggunaan pupuk organik, biochar akan lebih menguntungkan bagi lingkungan secara jangka panjang. Pupuk organik bersifat menyuburkan tanah dalam jangka pendek. Bagi lingkungan, biochar menjadi penyuplai kadar metana ( $CH_4$ ) yang cukup signifikan karena mengandung unsur organik yang membusuk.

Pada proses pembusukan tersebut keluar  $CH_4$  ke atmosfer.  $CH_4$  di atmosfer bisa merusak ozon, kadarnya bisa mencapai 21 kali lipat karbon (C). Unsur gas karbon, dalam hal ini karbon dioksida ( $CO_2$ ), adalah salah satu gas rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global. Dengan demikian, dari perspektif iklim, biochar yang ditanam dalam tanah bisa menahan pemanasan global.

Gani memaparkan, produksi biochar bisa memberikan hasil samping  $CH_4$  yang jika ditampung bisa untuk diproduksi lebih lanjut dan dapat menghasilkan hidrogen sebagai bahan bakar.

Proses produksi biochar juga bisa menghasilkan minyak atau bio-oil yang juga bisa dimanfaatkan seperti biodiesel sebagai bahan bakar.

**Kuesioner Teks Nomor 50**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### Teks Nomor 51

Inovasi: "Biochar"

Dari berbagai metode adaptasi dan mitigasi perubahan iklim, pemanfaatan "biochar" (arang hayati) sebagai langkah penambatan karbon di dalam tanah pertanian merupakan salah satu metode efektif yang dapat diterapkan secara masif. Pemanfaatan residu pertanian, perkebunan, dan kehutanan sebagai biomassa selain tersedia melimpah juga mudah ditempuh masyarakat untuk dijadikan sebagai "biochar". "Saat ini motivasi masyarakat pertanian terhadap penggunaan bahan organik sedang memuncak. Dengan adanya 'biochar', diharapkan menambah motivasi pemanfaatan bahan organik itu secara lebih optimal," kata Anischan Gani, peneliti Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Sukamandi, Jawa Barat.

**Kuesioner Teks Nomor 51**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 52

Biomassa: Biokilang Limbah Nol

Konsep produksi bersih dan tanpa limbah kini menjadi tumpuan pengembangan teknologi di dunia. Untuk itu, kini tengah dikembangkan teknologi biokilang, yang mengolah berbagai limbah biomassa. Di bidang ini Indonesia yang memiliki sumber biomassa terbesar memiliki prospek yang cerah.

Negeri ini memang memiliki beragam sumber energi terbarukan yang melimpah dan pemanfaatan yang menjanjikan pada masa depan. Potensi pengembangan biomasanya pun paling besar. Hal ini ditunjang kondisi geologi dan iklim yang menguntungkan.

Iklim tropis basah dengan curah hujan tinggi memungkinkan produksi biomassa jauh lebih besar dibanding kawasan lain di subtropis. Produktivitas biomassa Indonesia masuk tertinggi di dunia, bersaing dengan potensi di Brasil dan Afrika barat daya.

Dengan energi matahari yang melimpah menyebabkan proses fotosintesis dua kali lipat banyaknya dan pertumbuhannya pun cepat. Kondisi ini berujung pada produksi biomassa yang produktif pula.

Sebagai sumber daya alam, biomassa bukan hanya memiliki prospek yang baik sebagai bioenergi yang ramah lingkungan, melainkan dapat menggantikan bahan yang berbasis petrokimia.

Hal inilah yang sekarang tengah dikejar oleh pakar bioteknologi dengan mengembangkan teknik proses atau teknologi biokilang untuk mengolah biomassa dengan cara yang bersih dan tanpa limbah.

Selama ini biomassa berupa rumput-rumputan hingga tumbuhan kayu telah digunakan untuk berbagai keperluan, baik pakan, sandang, maupun papan. Namun, pengolahan dengan teknologi yang relatif konvensional masih menyisakan limbah.

Karena itu, biokilang terus dikembangkan untuk mengolah limbah hingga tak bersisa dan menghasilkan berbagai produk yang memiliki nilai ekonomis.

Teknologi biokilang digunakan untuk mengolah limbah biomassa kemudian diintegrasikan dengan teknik proses yang telah ada sebelumnya.

Penelitian yang dilakukan peneliti Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) menunjukkan, limbah pabrik kelapa sawit berupa tandan kosong dapat diolah menjadi bioenergi. Limbah minyak sawit mentah (CPO) juga diproses menjadi biodiesel. Bahan lignin yang masih tersisa diolah lagi jadi adesif atau perekat dan serat.

Sementara itu, Bambang Prasetya, Kepala Pusat Penelitian Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), dan peneliti lignoselulosa Samsuri meneliti pemanfaatan bagas atau limbah pabrik gula.

Dari bagas dapat dihasilkan bioetanol dan bahan biokimia. Untuk mengolah limbah ini dipakai cara biologis dengan menggunakan enzim yang berfungsi menguraikan selulosa. "Proses ini tengah didaftarkan untuk memperoleh paten," kata Samsuri, yang meraih doktor dari Jurusan Kimia FMIPA-UI.

Dengan potensi biomassa dan peneliti selulosa yang dimiliki, kata Bambang Prasetya, yang juga Ketua Konsorsium Bioteknologi Indonesia, kegiatan riset diarahkan bukan hanya menjadi bahan bakar, melainkan juga pengganti petrokimia.

"Dalam lima tahun mendatang riset ditargetkan masuk ke tahap komersial dengan mengintegrasikan industri gula dan kelapa sawit," ujarnya.

Indonesia lebih memilih teknologi bioproses etanol generasi kedua dengan memanfaatkan bahan limbah selulosa, yang potensinya sangat tinggi. Upaya ini telah dirintis LIPI bekerja sama dengan Jurusan Kimia Universitas Indonesia.

Pembangunan pabrik skala laboratorium untuk proses pembuatan bioetanol dan biokimia dari limbah selulosa tahun ini akan dimulai di Puspiptek Serpong. Unit produksi ini akan menghasilkan 200 kilogram bioadesif per batch.

Pembuatan bahan bioadesif kini telah dipatenkan atas nama Bambang Prasetya. Bioadesif ini digunakan untuk memperkuat panel bangunan rumah suku Aborigin di Australia sehingga tahan terhadap terjangan topan.

Menurut Bambang, bahan bangunan dengan bioadesif itu memungkinkan untuk dikembangkan di Indonesia dengan bahan baku lokal, tetapi kualitas produknya sama. Teknologi biokilang yang dikembangkan diarahkan pada alternatif yang paling aman, produktif, tetapi murah.

Potensi Indonesia untuk bahan baku telah menarik minat negara Asia lainnya untuk menjalin kerja sama riset dengan menetapkan Indonesia sebagai pusat teknologi biokilang di kawasan Asia Tenggara, serta membentuk jejaring dengan Korea dan Jepang pada pekan lalu.

**Kuesioner Teks Nomor 52**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### **Teks Nomor 53**

Surat Pembaca : Sumber Energi dan Limbah Kayu

Satu lagi sumber energi alternatif dikembangkan dari hasil hutan, yaitu wood pellet (wood biomass energy). Bahan bakunya berasal dari limbah industri penggergajian, limbah tebangan, dan limbah industri kayu lainnya. Hasil olahan ini dikemas dalam bentuk pellet yang berdiameter 6-10 mm dan panjang 10-30 mm.

Kementerian Kehutanan dan Korea Forest Service telah menandatangani kerja sama pengembangan industri biomassa ini pada 6 Maret 2009. Salah satu industri yang telah menghasilkan wood pellet adalah PT Solar Park yang bekerja sama dengan Perum Perhutani mengolah limbah kayu sengon dan kaliandra.

Sampai tahun 2007, Indonesia baru mampu menghasilkan wood pellet 40.000 ton, sedangkan produksi dunia telah menembus angka 10 juta ton. Jumlah ini belum memenuhi kebutuhan dunia pada tahun 2010 yang diperkirakan mencapai 12,7 juta ton. Peluang mengembangkan bahan bakar ini sangat terbuka luas mengingat limbah hasil hutan kita sangat besar, baik dari limbah industri kayu maupun dari hutan tanaman.

**Kuesioner Teks Nomor 53**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 54

Energi Bersih: Kompor Biomassa Unibraw Sirnakan Asap

Asap menyesakkan tak jarang dikeluhkan oleh pengguna kompor biomassa. Muhammad Nurhuda, peneliti dari Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, menemukan dua metode untuk menyirnakkan asap agar sepenuhnya berubah menjadi energi panas yang menyatu dengan lidah- lidah api.

Saya menangkap panas dari hasil pembakaran biomassa yang terbang percuma ke samping. Ini metode yang pertama kali untuk memperoleh gasifikasi terpanaskan sampai 200 derajat celsius," kata Nurhuda di Malang, saat dihubungi, Kamis (10/6).

Metode kedua, lanjut Nurhuda, yaitu mengupayakan aliran udara sekunder pada lapis tabung ketiga. Ini dialirkan ke bagian atas menuju nyala api, kemudian diarahkan ke bawah sehingga berlawanan dengan panas vertikal dari tungku pembakaran biomassa.

Dengan mengandalkan dua metode itulah diperoleh nyala api yang bersih dari asap. Dengan briket jerami seharga Rp 1.500 per kilogram, kompor itu bisa bernyala sampai dua jam dengan warna api biru seperti nyala api dari elpiji. "Berbeda dengan tabung-tabung elpiji kecil seperti sekarang, kompor biomassa ini tidak bisa meledak," ujar Nurhuda.

Nurhuda menyebut kompor biomassa dengan sistem gasifikasi terpanaskan dan pembakaran secara turbulen itu sebagai Kompor UB-03. Kompor UB-03 merupakan penyempurnaan dua generasi sebelumnya. "Kompor UB-03 menjawab tantangan energi bersih dengan teknologi tepat guna," kata Nurhuda.

Dia menguji coba Kompor UB-03 mampu mendidihkan 12 liter air dalam waktu 40-50 menit hanya dengan 600 gram potongan ranting-ranting kecil. Jika dibandingkan dengan tungku-tungku tradisional, penggunaan bahan bakar biomassa dengan Kompor UB-03 mampu menghemat sampai 80 persen.

Kompor UB-03 juga direkomendasikan untuk pengurangan emisi dari penggunaan briket batu bara. Caranya, dengan mencampurkan biomassa sampah-sampah organik dengan batu bara yang dihancurkan menjadi butiran kecil.

Menurut Nurhuda, briket jerami yang pernah diperoleh dari Bali seharga Rp 1.500 per kilogram. Briket sampah organik dipadukan dengan batu bara diperkirakan bisa menurunkan ongkos produksi menjadi Rp 1.000 per kilogram.

Nurhuda memperoleh kesempatan mengembangkan riset teknologi tepat guna untuk energi bersih dari biomassa ini atas dukungan Yayasan Inovasi Teknologi Indonesia. Yayasan ini menginduk pada Recognition and Mentoring Program (RAMP).

RAMP adalah sebuah program filantropis dari Amerika Serikat. Aktivitasnya menunjang kesejahteraan masyarakat melalui inovasi- inovasi teknologi.

Nurhuda bersama tim sejak 2003 berhasil mengembangkan teknologi energi bersih lainnya, meliputi alat pemanas dengan sumber energi matahari, kompor matahari, dan pemanas air menggunakan sinar matahari. Selanjutnya, Kompor UB-01, Kompor UB-02, dan terakhir kalinya Kompor UB-03.

"Untuk diimplementasi bagi masyarakat banyak, biaya produksi Kompor UB-03 cukup terjangkau," kata Nurhuda.

Nurhuda mengatakan, Kompor UB-03 paling berpotensi untuk dikembangkan. Guna menunjang kompetisi yang sehat dan inovasi berikutnya, Kompor UB-03 pun dipatenkan. "Ada tujuh klaim yang didaftarkan untuk mendapatkan paten," kata Nurhuda.

Ketujuh klaim itu meliputi susunan komponen kompor, ciri lubang pembakar asap (burner) pada sisi miring untuk menciptakan pembakaran turbulen, ciri aliran udara dari burner yang menyongsong arah gerak asap dari bahan bakar biomassa.

Kemudian klaim terhadap ciri lubang burner tambahan pada sisi tegak bagian atas tabung pembakaran, keberadaan tabung pre-heating (untuk pemanasan gasifikasi) yang melingkupi tabung pembakaran biomassa, sekat pemisah udara di dalam tabung pre-heating, dan klaim terhadap keberadaan panel pengontrol debit aliran udara yang masuk ke tabung pre-heating.

Menurut Nurhuda, kunci inovasi yang ditemukannya itu terletak pada gerak turbulen. Gerak turbulen itu yang menyebabkan pembakaran menjadi sempurna. Gerak turbulen seperti gerakan mengaduk.

Gerakan turbulen itu ditimbulkan aliran gasifikasi terpanaskan dan aliran udara sekunder. Tetapi, alirannya mengarah ke bawah, bertolak belakang dengan nyala api yang ke atas dari sumber pembakaran biomassa.

"Ini sebagai prinsip counter flow burning mechanism, yaitu mekanisme aliran udara melawan arah api ke atas. Itu menyebabkan pembakaran yang lebih efisien," kata Nurhuda.

Dengan mekanisme itu, diperoleh keuntungan selain asap bahan bakar lebih sempurna terbakar, juga sebagian lidah api yang menjulur ke bawah menyebabkan suhu ruang bawah makin tinggi.

Kenaikan suhu ruang bawah mempermudah proses gasifikasi terpanaskan. Pemanfaatan suhu gasifikasi yang mencapai 200 derajat celsius merupakan efisiensi pemanfaatan panas dari pembakaran sumber biomassa.

Nurhuda juga merancang ukuran tabung biomassa tidak berupa silinder lurus. Pada bagian bawah dibuat makin besar volumenya.

"Dengan volume bahan bakar makin besar, biomassa yang digunakan bisa lebih banyak. Penggunaan kompor pun bisa terus-menerus tanpa harus mengisi ulang saat digunakan," kata Nurhuda.

Inovasi Kompor UB-03 menghadirkan kepraktisan penggunaan bahan bakar biomassa. Nurhuda, bahkan, ingin merancang Kompor UB-03 berukuran mini yang bisa diaplikasikan di militer.

Bagi masyarakat di pelosok yang mengalami kesulitan mendapat bahan bakar konvensional seperti minyak tanah atau elpiji seperti sekarang, Kompor UB-03 menawarkan solusinya.

**Kuesioner Teks Nomor 54**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 55

### Energi Baru Terbarukan: Dari Sampah Menjadi Listrik

Sejumlah petugas mengawasi beroperasinya delapan unit mesin pembangkit listrik dengan total kapasitas terpasang 10,5 megawatt di areal Tempat Pembuangan Sampah Akhir Bantar Gebang, Kota Bekasi, Jawa Barat, beberapa pekan lalu. Aliran listrik itu masuk ke sistem kelistrikan Jawa dan Bali yang dikelola PT Perusahaan Listrik Negara. Nantinya, listrik yang dialirkan itu mencapai 26 megawatt.

Lokasi kedelapan unit mesin pembangkit listrik itu tidak jauh dari tumpukan sampah setinggi 20 meter. Meski sampah menggunung, tidak tercium aroma busuk yang menyengat di lokasi tersebut. Bagian atas timbunan sampah dilapisi tanah dan tertutup rapat oleh terpal plastik berwarna hitam agar hampa oksigen.

Dalam proses fermentasi itu, sampah organik membusuk dan menghasilkan gas metana. Kemudian, gas metana disaring dari kotoran padat yang dikandung dan suhu distabilkan sesuai dengan spesifikasi mesin pembangkit. Gas metana yang dihasilkan "bukit" sampah itu dialirkan melalui pipa untuk mengoperasikan mesin-mesin pembangkit listrik di areal tempat pembuangan sampah tersebut.

Dengan memanfaatkan sampah untuk menghasilkan listrik, hal ini sekaligus mengatasi persoalan sampah di kota-kota besar. Produksi sampah naik, sementara pengolahannya tidak maksimal. Akibatnya, sampah menggunung dan tidak terurus. Selain menimbulkan bau tak sedap, sampah juga mengganggu keindahan, mencemari air dan tanah, serta dapat menjadi sumber penularan penyakit.

Di sejumlah daerah, pemerintah sulit mencari lahan tempat pembuangan sampah. Bahkan, sampah longsor dan menelan korban jiwa sebagaimana terjadi di TPA Leuwi Gajah, Bandung. "Dengan mengolah sampah jadi listrik, dua masalah teratasi, yakni pencemaran lingkungan dan keterbatasan bahan bakar fosil," kata Direktur Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Kardaya Warnika.

Di Indonesia, baru TPA Bantar Gebang, Bekasi, dan Instalasi Pengolahan Sampah Terpadu Denpasar, Badung, Gianyar, Tabanan yang merintis penerapan teknologi yang mengintegrasikan pengolahan sampah terpadu. Jadi, sampah yang ada didaur ulang lalu dimanfaatkan komposnya dan juga dikelola menjadi energi listrik.

Proyek pengolahan sampah di TPA Bantar Gebang diserahkan Pemerintah Provinsi (Pemprov) Daerah Khusus Ibu Kota (DKI) Jakarta kepada dua pemenang tender, yakni PT Godang Tua Jaya dan PT Navigat Organic Energy, pada Desember 2008 dengan mekanisme sewa-beli selama 15 tahun dan nilai investasi Rp 700 miliar. Setelah masa kontrak berakhir, semua fasilitas yang dibangun investor menjadi milik Pemprov DKI Jakarta.

Selama masa kontrak itu, pengelola harus menerapkan beberapa teknologi pengelolaan sampah, yakni penumpukan sampah dengan metode berlapis, pemilahan sampah organik dan non-organik dengan menumpuk dalam bangunan fasilitas daur ulang material, serta metode pemanasan sampah.

Menurut Wakil Direktur PT Navigat Organic Energy Indonesia Budiman Simadjaja, kegiatan usaha itu masih merugi karena daya listrik yang dihasilkan relatif kecil. Selain itu, harga jual listrik ke PLN hanya Rp 820 per kilowatt hour (kWh). "Baru untung kalau daya listrik meningkat," ujarnya.

Dalam pengelolaan TPA Bantar Gebang, sedikitnya 500 karyawan dipekerjakan dan sebagian besar merupakan warga setempat. Adapun ribuan pemulung di tempat pembuangan sampah dibiarkan mengumpulkan sampah di titik akhir pembuangan sebelum timbunan sampah itu diolah. "Kami berusaha tidak mengganggu aktivitas para pemulung," kata Budiman.

Pembangunan pembangkit listrik yang menggunakan sampah ini bisa dikembangkan di setiap kota besar. Penutupan tempat pembuangan sampah terbuka telah diamanatkan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Saat ini, hampir semua kota dan kabupaten di Indonesia menggunakan tempat pembuangan sampah terbuka. Namun, sejauh ini belum ada langkah dan program nyata yang dilaksanakan pemerintah daerah.

Padahal, menurut data Kementerian ESDM, secara nasional biomassa berpotensi menghasilkan listrik 49.810 MW, termasuk dari sampah kota. Saat ini, kapasitas terpasang untuk biomassa baru sebanyak 445 MW atau 0,89 persen dari total potensi tenaga listrik energi ramah lingkungan itu. Khusus untuk biogas dari sampah, dari 38 kota dan kabupaten di Indonesia, potensi listrik diperkirakan mencapai 236 MW.

Wakil Ketua Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia Djoko Winarno memaparkan, kendala utama rendahnya pemanfaatan sampah organik untuk tenaga listrik adalah tingginya biaya investasi untuk mengumpulkan sampah, memilah antara sampah organik dan non-organik, mengolah sampah organik menjadi biogas, serta membangun pembangkit listrik tenaga sampah.

Rendahnya harga jual listrik dari pembangkit listrik tenaga sampah mengakibatkan biaya investasi sulit kembali, terutama jika memakai teknologi gasifikasi. Harga keekonomian listrik dari sampah itu di atas Rp 1.000 per kWh, sedangkan saat ini harganya baru Rp 820 per kWh. "Jika harga jual listrik terlalu rendah, investor akan enggan berinvestasi dalam bisnis pengolahan sampah," ujarnya.

Apalagi, pengolahan sampah untuk tenaga listrik itu berisiko tinggi, menimbulkan konflik sosial dengan warga sekitar yang terganggu oleh hilir mudiknya truk pengangkut sampah dan aroma busuk sampah. Para pemulung juga merasa terancam sumber nafkahnya dengan adanya kegiatan pengolahan sampah.

Selain itu, sebagian besar pemerintah daerah juga tidak mengalokasikan dana pengelolaan sampah yang memadai. Agar sampah bisa dikelola dengan baik, idealnya biaya pengelolaan sampah di atas Rp 200.000 per ton. Kenyataannya, sebagian daerah hanya berani mengalokasikan dana Rp 30.000 sampai Rp 40.000 per ton, bahkan banyak daerah tidak mengalokasikan biaya pengelolaan sampah.

Sejauh ini, baru Pemprov DKI Jakarta yang mengalokasikan dana Rp 103.000 per ton untuk pengelolaan sampah, dan 20 persen di antaranya masuk ke kas Pemerintah Kota Bekasi sebagai kompensasi pemakaian lahan di Bekasi untuk TPA. Adapun volume sampah di Jakarta sekitar 6.000 ton per hari. "Untuk mengembalikan modal, kami memproduksi kompos dan pihak Navigat memproduksi biogas untuk tenaga listrik," kata Wakil Direktur PT Godang Tua Jaya, Linggom Lumban Toruan.

Direktur Eksekutif Lembaga Reformasi Pelayanan Dasar Fabby Tumiwa menambahkan, pemanfaatan listrik dari sampah juga terkendala buruknya sistem pengumpulan sampah di banyak kota. Berdasarkan survei yang dilakukan lembaganya, jumlah sampah yang diproduksi dan dibawa ke TPA di beberapa kota di Jawa Timur dan Jawa Tengah hanya 15 persen dari total volume sampah. "Banyak sampah rumah tangga yang dibuang sembarangan atau dibakar," ujarnya.

"Kondisi sebagian besar TPA tidak memenuhi standar penerapan teknologi pengolahan sampah. Volume sampah yang dibuang juga melebihi kapasitas TPA dan bercampur antara sampah organik dan non-organik," ujarnya. Jadi, kalau ada pelaku usaha yang hendak berinvestasi dalam bidang pengolahan sampah, dia harus menambah biaya untuk menata ulang TPA.

Untuk menarik minat investor, pemerintah baru menerbitkan Peraturan Menteri ESDM Nomor 4 Tahun 2012 tentang harga pembelian tenaga listrik oleh PT PLN dari pembangkit listrik yang menggunakan energi terbarukan skala kecil dan menengah atau kelebihan tenaga listrik. Aturan pelaksanaan itu juga memuat tentang harga jual listrik dari pembangkit listrik berbasis sampah kota.

Dalam aturan tersebut, harga jual listrik dengan kapasitas hingga 10 MW, apabila berbasis sampah kota dengan teknologi "sanitary landfill", ditetapkan Rp 850 per kWh jika terinterkoneksi pada tegangan menengah dan Rp 1.198 per kWh jika terinterkoneksi pada tegangan rendah. "Sanitary landfill" merupakan teknologi pengolahan sampah dalam kawasan tertentu yang terisolasi sampai aman untuk lingkungan.

Sementara harga jual listrik berbasis sampah kota menggunakan teknologi "zero waste" ditetapkan Rp 1.050 per kWh jika terinterkoneksi pada tegangan menengah dan Rp 1.398 per kWh jika terinterkoneksi pada tegangan menengah. "Zero waste" merupakan teknologi pengelolaan sampah sehingga terjadi penurunan volume sampah yang signifikan melalui proses terintegrasi dengan gasifikasi atau insinerator dan anaerob.

Kepala Divisi Energi Baru Terbarukan PT PLN Mohamad Sofyan mengatakan, pihaknya mendukung penetapan harga listrik berbasis biomassa dan sampah kota oleh pemerintah. Apalagi, saat ini biaya penyediaan listrik jika memakai bahan bakar minyak Rp 2.300 per kWh. Selama ini, penetapan harga listrik berbasis biomassa berdasarkan negosiasi bisnis. Harga jual listrik di TPSA Bantar Gebang, misalnya, baru Rp 820 per kWh.

Sejumlah pemerintah daerah mulai menjajaki kerja sama dengan pelaku usaha pengolahan sampah untuk mengantisipasi pemberlakuan UU tentang pengolahan sampah. Studi mengenai potensi tenaga listrik berbasis biogas dari sampah dilaksanakan di Bandung, Jawa Barat, dan Surabaya, Jawa Timur. Pemerintah Kota Surabaya, misalnya, berencana mengolah sampah di TPA Benowo dengan volume sampah 2.562 ton per hari mulai tahun ini dengan menggandeng PT Navigat Organic Energy Indonesia.

"Agar proyek pengolahan sampah berjalan baik dan layak secara ekonomi, pemda perlu mengalokasikan biaya pengelolaan dan volume sampah minimal 800 ton per hari. Karena itu, pemda-pemda sebaiknya membangun TPA regional sehingga kami dapat mengolah sampah dengan baik dan dapat menghasilkan tenaga listrik untuk dijual dan mengembalikan biaya investasi," kata Budiman.

Tentu perlu komitmen kuat pemerintah dan kesadaran masyarakat untuk mengolah sampah agar sampah memberi manfaat secara ekonomi, sehat bagi masyarakat, dan aman bagi lingkungan. Dengan menggunakan teknologi, sampah juga dapat menjadi tenaga listrik yang menerangi jutaan penduduk.

**Kuesioner Teks Nomor 55**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 56

Penghitungan Karbon: Biomassa Jadi Dasar Peraturan

Penghitungan stok karbon suatu areal menggunakan dasar biomassa akan diimplementasikan dalam berbagai peraturan di Kementerian Kehutanan. Ini diharapkan menjadi dasar ilmiah yang lebih akurat dalam menerbitkan izin-izin kehutanan.

Model penghitungan karbon itu akan berkembang dan lebih rinci sesuai kemajuan ilmu pengetahuan. Diperlukan sistem penghitungan yang mudah diterapkan di lapangan serta diaplikasikan pada jenis spesies, ekosistem, dan wilayah berbeda.

Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Kehutanan merangkum sekitar 800 metode penghitungan karbon di Indonesia. Metode dikumpulkan dari berbagai tesis, disertasi, dan penelitian sejumlah institusi dari Sumatera hingga Papua.

Kajiannya dipaparkan dalam buku Model-model Alometrik untuk Pendugaan Biomassa Pohon pada Ekosistem Hutan Indonesia yang diluncurkan Jumat (27/7), di Jakarta.

Acara dihadiri Deputy I Unit Kerja Presiden Bidang Pengawasan dan Pengendalian Pembangunan Heru Prasetyo, Sekretaris Jenderal Kemhutan Hadi Daryanto, Kepala Balitbang Kemenhut Iman Santoso, para pakar perguruan tinggi, serta aktivis LSM. Mereka memuji para penulis (Haruni Krisnawati, Wahyu Catur Adinugroho, dan Rinaldi Imanuddin) yang menghasilkan monografi bagi penghitungan karbon nasional.

Hadi Daryanto mengatakan, model penghitungan biomassa relatif baru bagi Kemenhut yang semula mendasarkan pada penghitungan volume. "Ini mengubah cara berpikir kita. Saya akan melaporkan ke Menteri (Kehutanan) dan mengajak para direktur jenderal agar ini bisa memperkaya keputusan," kata Hadi.

Ia mengatakan, tahun 2010, saat menjabat sebagai Dirjen Bina Produksi Kehutanan, ia menerbitkan surat keputusan yang mengatur cara pengukuran karbon. Hal ini akan disempurnakan dengan monografi Balitbang. Menurut dia, pengukuran karbon dari sisi biomassa penting dalam penerbitan pemberian izin dan pelepasan kawasan.

Semisal pada hutan gambut, secara volume memiliki kandungan karbon kecil. Namun, setelah dihitung biomasanya, jumlah karbon menjadi besar. Dengan demikian, izin pelepasan kawasan bisa diperketat.

Heru mengatakan, data dan informasi stok karbon dalam biomassa hutan beserta perubahan secara spasial sangat diperlukan untuk menyusun strategi penurunan emisi gas rumah kaca akibat deforestasi dan degradasi hutan. Karena itu, diperlukan Sistem Perhitungan Karbon Nasional yang komprehensif, kredibel, dan dapat diverifikasi.

**Kuesioner Teks Nomor 56**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 57

Kerja sama Riset: Jepang Incar Potensi Biomassa Indonesia

Indonesia memiliki potensi biomassa terbesar di dunia. Karena itu, Jepang menawarkan kerja sama dalam pengkajian dan pengembangan teknologi pemanfaatan biomassa untuk kebutuhan industri.

Nota kesepakatan bersama ditandatangani Yoshiya Izumi, CEO Biomaterial in Tokyo Co.Ltd, dan Marzan Aziz Iskandar, Kepala Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Selasa (7/8), di Jakarta.

Izumi mengatakan, pihaknya tertarik mengembangkan pemanfaatan sumber biomassa Indonesia. "Masyarakat Jepang mulai beralih pada sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan setelah kebocoran reaktor nuklir Fukushima pascatsunami tahun 2011," ujarnya.

Berbeda dengan kerja sama riset dengan pihak asing selama ini, Listyani Wijayanti, Deputi Kepala BPPT Bidang Agroindustri dan Bioteknologi BPPT, menyatakan, pada kerja sama riset kali ini sebagian besar dilakukan di Indonesia. "Kita kawal semua materi untuk mengamankan sumber hayati Indonesia. Kerja sama riset harus saling menguntungkan," ujarnya.

Riset bersama itu meliputi produksi bioetanol dari berbagai bahan biomassa pada pabrik skala percontohan, pembuatan asam laktat, serta produksi bahan makanan kesehatan DHA (Docosahexaenoic Acid) dan EPA (Elcosa Pentaenoic Acid).

Kepala Balai Besar Teknologi Pati BPPT Bambang Triwiyono menyatakan, pembuatan asam laktat dari biomassa menggunakan kapang atau mikroba yang dimodifikasi sifat genetiknya. Asam laktat dapat digunakan sebagai bahan baku plastik yang dapat terdegradasi di alam. Biopolimer ini dapat menggantikan polimer sintetis atau plastik dari bahan bakar fosil.

Produksi DHA dan EPA menggunakan alga mikro untuk dimasukkan dalam produk susu untuk anak.

**Kuesioner Teks Nomor 57**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## **Teks Nomor 58**

Bioteknologi: "Lengan Kapang" Urai Biomassa

Mengolah pati menjadi bahan bakar terkalahkan dengan penggunaannya sebagai sumber pangan. Kini, sasaran beralih ke nonpati. Untuk itu digunakan teknologi proses biokilang generasi kedua yang menggunakan mikroba super dan sistem proses baru.

Cadangan minyak bumi di Indonesia diperkirakan habis dalam 20 tahun mendatang. Ini mendorong pemanfaatan berbagai sumber energi terbarukan, di antaranya biomassa.

Salah satu jenis biomassa yang selama ini menjadi target adalah pati-patian, seperti singkong untuk produksi bioetanol, yang digunakan sebagai bahan bakar nabati. Namun, upaya ini mandek karena tarikan kebutuhan pati sebagai sumber pangan lebih kuat.

Kini, sasaran beralih pada penggunaan karbohidrat nonpati, yang potensinya di Indonesia juga melimpah. Apalagi sumber nonpati ini tersedia dalam bentuk limbah yang dibuang begitu saja di lahan pertanian, perkebunan, dan hutan.

Sumber biomassa nonpati sedang digarap peneliti di Pusat Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) untuk menghasilkan bioetanol dan bioplastik, serta bahan biokimia lain. Tim peneliti LIPI menggandeng tim dari Universitas Kobe yang selangkah lebih maju dalam mengolah biomassa dengan sistem biokilang (biorefinery).

Namun, yang kemudian lebih dipilih LIPI sebagai bahan baku biokilang adalah limbah tandan kosong kelapa sawit di industri kelapa sawit dan bagas dari industri gula. Pertimbangannya, sumber biomassa ini tak perlu upaya besar untuk pengambilan dan pengangkutannya.

Dalam mengolah bahan nonpati tersebut dikembangkan teknik bioproses yang berbeda dengan mengolah pati. Ada tiga tahap proses yang akan ditingkatkan, yaitu pada proses pendahuluan atau pretreatment, mengefisienkan produksi enzim, dan mempercepat proses fermentasi. "Jika tiga tahapan ini dapat dicapai, biaya energi dan produksi dapat dihemat," kata Kepala Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI Witjaksono.

Untuk mencapai itu semua, teknologi kuncinya adalah rekayasa genetika mikroba. Tujuannya, mikroba yang melumat biomassa nonpati itu harus berkemampuan "super" karena bahan selulosa ini relatif lebih keras daripada pati.

Mikroba super ini dicari dari isolat lokal di Indonesia yang memang memiliki keragaman hayati tertinggi di dunia. Mikroba unggul yang ditemukan nantinya akan dikloning dan dibudidayakan. Pasukan mikroba super ini dikerahkan untuk menghasilkan rekombinan enzim yang cocok untuk fermentasi bahan karbohidrat nonpati.

Dalam kerja sama riset ini, LIPI menjadi andalan karena memiliki Pusat Koleksi Mikroba yang disebut Indonesia Culture Collection (InaCC). Dengan koleksi mikroba ini, dapat dilakukan produksi enzim,

senyawa biokimia, dan mendesain supermikroba untuk mendukung proses fermentasi yang lebih efisien. Demikian Yopi Sunarya, peneliti dari Puslit Bioteknologi LIPI.

Sasaran utama proyek riset ini, kata Bambang Prasetyo, Manajer Program Kerja Sama LIPI-JST-JICA untuk Riset Biokilang adalah terbangunnya biokilang terintegrasi di Indonesia untuk produksi bioetanol dan bioplastik menggunakan enzim pendegradasi lignoselulosa dan supermikroba hasil rekayasa genetika itu.

Biokilang terpadu ini merupakan generasi kedua yang akan dibangun LIPI dan Universitas Kobe dalam lima tahun mendatang.

Pada biokilang generasi kedua ini dipadukan beberapa proses dan satu tabung, yaitu proses pendahuluan, hidrolisis, hingga fermentasi. Dari satu kilang yang disebut Yeast Arming (lengan kapang) dapat dihasilkan beberapa produk sesuai keinginan.

Dana riset tersebut berasal dari Jepang, yaitu melalui proyek JST-JICA SATREPS. Jumlah dana sekitar Rp 50 miliar untuk riset selama 5 tahun hingga 2018. Dana Rp 20 miliar dari Japan Science and Technology (JST) untuk peneliti di Universitas Kobe. Adapun dana sekitar Rp 30 miliar untuk peneliti Indonesia. Dana tersebut untuk penyediaan peralatan, bahan kimia, dan pelatihan riset di Jepang.

Hasil riset ini akan digulirkan ke industri untuk produksi massal. Bioetanol berbasis biomassa nonpati saat ini masih relatif mahal. Namun, pada masa mendatang harganya akan bersaing dengan turunnya cadangan bahan bakar fosil dan meningkatkan kebutuhan energi sejalan dengan pertumbuhan penduduk.

Konsep biokilang dapat diterapkan disesuaikan dengan kondisi ketersediaan biomassa di setiap area di Indonesia.

"Kemandirian energi tiap daerah di Indonesia dapat dicapai dengan menerapkan biokilang," kata Bambang.

**Kuesioner Teks Nomor 58**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 59

### Sampah TPA Degayu Bisa Jadi Listrik

Langkah Pemkot Pekalongan untuk mengubah sampah di TPA Degayu menjadi sumber listrik, sepertinya bukan isapan jempol. Hasil keseriusan pemerintah dalam hal ini terlihat dengan di softlunchingnya komponen sistem pembangkit listrik pemanggang kompos di TPA Degayu, Senin (10/11).

Alat yang menghabiskan dana sekitar Rp750 juta ini digadang-gadang akan mampu memperpanjang umur TPA Degayu. Dengan cara merubah sampah kompos yang ada menjadi gas yang bisa digunakan untuk menjadi pembangkit listrik.

Anggota ikatan Alumni BPPT dan juga sebagai perancang sistem, Hengky Sutanto mengatakan, untuk kapasitas sampah yang bisa diolah oleh alat tersebut belum diketahui dengan jelas, karena masih dalam tahap penelitian, namun diperkirakan untuk menghasilkan listrik sebesar 100 kw, maka sampah yang harus dibakar adalah 150 kg perjam dengan dinyalakan non stop.

“Semantara ini sampah yang bisa diolah melalui alat ini adalah sampah organik atau biomassa yang sudah menjadi kompos. Jika alat ini bekerja dengan baik, mimpi kami alat ini bisa direplikasi dan diproduksi di Pekalongan, sehingga TPA degayu bisa dikurangi volume sampahnya,” lanjutnya.

Selain bisa memproduksi listrik, Hengky menuturkan, hasil buangan pembakaran sampah dari alat tersebut juga bisa digunakan untuk kesuburan tanaman, sebab sisa pembakarannya berupa arang. Arang yang dihasilkan mengandung karbon dapat digunakan untuk media tanam dengan dicampur kompos. “Keuntungan dari alat ini sangat banyak, selain bisa mengurangi tumpukan sampah di TPA Degayu, kemudian menghasilkan listrik, buangan atau hasil sisa dari alat ini yang berupa arang juga masih bisa digunakan untuk menjadi media tanam,” jelasnya.

Sementara itu, Walikota Pekalongan, HM Basyir Ahmad mengatakan bahwa dengan adanya alat ini, dia berharap dalam satu hingga satu setengah tahun kedepan, 10 persen sampah di TPA Degayu bisa diolah. Sehingga umur TPA yang seharusnya sudah tutup tahun 2013 lalu tersebut bisa diperpanjang, bahkan tidak bisa mati.

“Ini adalah awal yang menjanjikan, dengan adanya alat ini kita tidak perlu khawatir untuk mencari lokasi untuk TPA lain. Karena TPA Degayu bisa diperpanjang umurnya,” ujarnya.

Kedepan, Basyir menyampaikan bahwa pemerintah akan memberikan sarana dan prasarana yang dibutuhkan. Namun ia juga menghimbau kepada masyarakat agar membantu dengan memilah sampah antara yang organik dan anorganik. Sehingga ketika sampah datang ke TPA bisa langsung dibuat kompos tanpa pemilahan lagi.

“Ada tiga hal yang jadi prioritas, yang pertama adalah menghabiskan sampah yang menggunung di TPA, kemudian pengolahan sampah ditingkat masyarakat hingga pembakaran di TPA dengan alat baru ini. Yang terakhir adalah pemanfaatan energi hasil dari pengolahan sampah, jika ini bisa dilakukan maka siklus yang terjadi akan sangat baik,” pungkasnya.

**Kuesioner Teks Nomor 59**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 60

### Usaha Menjanjikan dari Briket Ketapang

Sekarang ini, orang-orang sudah mulai berfikir kedepan dalam usaha mencari sumber energi alternatif dari penggunaan minyak bumi. Akan banyak sekali bermunculan sumber-sumber energi alternatif baru pengganti minyak bumi. Meskipun begitu, briket ketapang ini tetap dapat menjadi salah satu pilihan karena untuk mendapatkan buah ketapang ini tergolong cukup mudah.

“Usaha pembuatan briket ketapang ini pun dapat dikembangkan sehingga menghasilkan keuntungan. Kita bisa mendapatkan penghasilan dari usaha pembuatan briket ini. Peluang briket ketapang ini cukup menjanjikan mengingat kebutuhan akan minyak bumi semakin banyak. Namun, semua itu tidak diimbangi dengan persediaan minyak bumi yang akan habis dalam beberapa tahun ke depan,” ungkap Rusna MPd, Kepala SMPN 2 Bandarseikijang.

Diakuinya, dalam membuat briket dari ketapang ini kepada siswa membutuhkan waktu. Hanya saja, setelah dilakukan dan diajarkan dengan baik kepada siswa briket bioarang dari cangkang ketapang sudah bisa dilakukan. Kedepan, sekolah ini ingin mengajak masyarakat untuk menggunakan briket. karena masyarakat selama ini sudah bergantung pada minyak tanah dan gas elpiji.

“Kita tidak bisa terus bergantung pada sumber daya alam yang sulit diperbaharui. Kita harus mulai beralih kepada sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan,” ujarnya.

Rusna juga menjelaskan, bioarang adalah salah satu jenis bahan bakar dari aneka macam bahan hayati atau biomassa, misalnya kayu, ranting, rumput, jerami, dan limbah pertanian lainnya. Biasanya bahan-bahan tersebut merupakan limbah yang terbuang. Namun bahan-bahan tersebut dapat diolah menjadi arang, yang selanjutnya disebut bioarang.

Briket adalah gumpalan yang terbuat dari bahan lunak yang dikeraskan. Briket bioarang adalah gumpalan-gumpalan atau batang-batangan arang yang terbuat dari bioarang. Briket bioarang ini merupakan sumber energi yang penting seperti bahan bakar lainnya. Bahan-bahan yang dapat juga digunakan misalnya, daun-daun yang sudah kering, bagian dari buah, dan tanaman-tanaman tertentu yang kurang bermanfaat dapat juga dijadikan briket.

“Pembuatan briket juga tergolong mudah. Proses pembuatannya adalah dengan metode pengarangan. Kita juga dapat menggunakan alat-alat yang biasa kita gunakan untuk membuat briket ini. Dengan penggunaan briket arang sebagai bahan bakar maka kita dapat menghemat penggunaan kayu sebagai hasil utama dari hutan,” sebutnya.

Untuk briket yang baik memiliki syarat, permukaannya halus dan rata, tidak meninggalkan bekas hitam di tangan, mudah dinyalakan, tidak mengeluarkan asap, emisi gas hasil pembakaran tidak mengandung racun, kedap air dan hasil pembakaran tidak berjamur bila disimpan pada waktu lama. Tidak mengeluarkan bau, tidak beracun dan tidak berbahaya.

Sementara itu untuk bahan baku yang umum dipakai sebagai perekat untuk pembuatan briket, yaitu :

Perekat anorganik yang bisa menjaga ketahanan briket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Perekat anorganik ini mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari bahan perekat, sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor.

Kemudian bisa juga perekat organik yang menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran briket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Contoh dari perekat organik di antaranya kanji, tar, aspal, amilum, molase dan parafin. Clay atau yang sering disebut lempung umumnya banyak digunakan sebagai bahan perekat briket. Jenis-jenis lempung yang dapat dipakai untuk pembuatan briket terdiri dari jenis lempung warna kemerah-merahan, kekuning-kuningan dan abu-abu.

Selain itu, penggunaan briket dari ketapang dapat menghemat pengeluaran biaya untuk membeli minyak tanah atau gas elpiji. Dengan memanfaatkan ketapang sebagai bahan pembuatan briket arang maka akan meningkatkan pemanfaatan tumbuhan yang jarang digunakan karena selama ini buah ketapang dibiarkan begitu saja dan tidak dimanfaatkan.

Manfaat lainnya adalah dapat meningkatkan pendapatan masyarakat bila pembuatan briket arang ini dikelola dengan baik untuk selanjutnya briket arang dijual. Bila dikembangkan secara serius maka usaha ini juga dapat membuka lapangan pekerjaan bagi masyarakat yang menganggur. Dengan demikian, perekonomian warga masyarakat di daerah sekitar bisa meningkat.

**Kuesioner Teks Nomor 60**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 61

"Cahaya" dari Kebun Sawit

Listrik sudah merupakan kebutuhan pokok selain sembilan kebutuhan pokok pangan, papan, sandang dan lain-lain. Tanpa listrik tidak akan terjadi nilai tambah pada suatu produk, bahan pangan akan rusak dan busuk tanpa adanya pengolahan, dan untuk pengolahan mutlak memerlukan energi listrik.

Pemanfaatan energi terbarukan telah menjadi isu penting dalam kebijakan energi Indonesia. Dalam rangka mengurangi porsi bahan bakar fosil untuk pembangkit listrik, Pemerintah telah mengambil inisiatif untuk diversifikasi penggunaan sumber energi, dari penggunaan bahan bakar fosil menjadi penggunaan sumberdaya energi terbarukan, yaitu biomassa, panas bumi, energi surya, hidro, angin, dan laut.

Landasan program dan operasional sebagai payung hukum pengembangan energi terbarukan nasional adalah UU No 30 Tahun 2007 tentang Energi, di mana dalam Pasal 20 ayat 2 disebutkan penyediaan energi oleh pemerintah dan/atau pemerintah daerah diutamakan di daerah yang belum berkembang, daerah terpencil dan daerah perdesaan dengan mengutamakan sumber energi terbarukan. Selanjutnya terdapat Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2012 tentang Kegiatan Penyediaan Tenaga Listrik, dalam Pasal 51 Ayat 2 disebutkan, menteri, gubernur, bupati/wali kota sesuai kewenangannya melakukan pembinaan dan pengawasan terhadap penyediaan tenaga listrik.

Kemampuan pembangkit listrik untuk konsumen di Provinsi Riau menurut PT. PLN Wilayah Riau-Kepri per Agustus 2014 adalah sebesar 551,54 MW, dan hanya mampu melayani pelanggan rumah tangga sebanyak 926.636 pelanggan atau dengan ratio elektrifikasi sebesar 66,44 persen dan terjadi defisit hingga 65 MW. Defisit tersebut berdampak pada pemadaman bergilir, terutama saat kemarau dan saat perawatan unit pembangkit. Dengan pertumbuhan permintaan tenaga listrik di Riau sebesar 12 persen per tahun, diperkirakan lima tahun ke depan (2019) beban puncak 1.193 MW atau dengan defisit 764 MW, apabila tidak diimbangi dengan pembangunan pembangkit baru.

Menurut Sukandarrumidi, konsumsi per kapita listrik di suatu negara mencerminkan kemajuan suatu bangsa. Di Indonesia konsumsi per kapita listrik masih sangat rendah yaitu 591 kWh per tahun (1 orang = 1,62 kWh per hari). Bandingkan dengan negara Thailand (2,060 kWh), Malaysia (3,499 kWh, dan Singapura (8,185 kWh). Apalagi dibandingkan dengan konsumsi per kapita listrik orang di negara Eropa atau Amerika Serikat?

Provinsi Riau memiliki sumber energi baru terbarukan yang cukup besar dan beragam. Namun yang paling potensial dan realistis untuk dapat dimanfaatkan saat ini adalah dari limbah Pabrik Kelapa Sawit (PKS), yaitu serabut, cangkang kelapa sawit serta limbah cair. Serabut kelapa sawit sudah habis digunakan untuk kebutuhan listrik di pembakaran boiler PKS, cangkang umumnya dijual ke luar daerah atau diekspor, sedangkan biogas dari limbah cair belum banyak dimanfaatkan.

Berdasarkan data Disbun Riau tahun 2013, tercatat sebanyak 187 unit PKS di Riau yang tersebar di daerah perdesaan dengan total kapasitas produksi 7.520 ton per jam. Pemanfaatan limbah cair PKS untuk menghasilkan listrik melalui metode methane capture (penangkapan gas methane), dengan sistem cover

lagoon (penutupan kolam) dan sistem buffer tank (tangki bioreaktor), instalasinya disebut biogas plant. Gas methane yang ditangkap, diproses sebagai bahan bakar untuk menggerakkan generator yang menghasilkan listrik. Seandainya 187 unit PKS tersebut semua membangun pembangkit listrik, akan dihasilkan listrik sebesar 227 MW. Sedangkan dari limbah padat berupa tandan kosong, cangkang dan serabut, berdasarkan perhitungan dari Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Riau menghasilkan 1.900 MW. Sehingga secara total dari limbah cair dan limbah padat PKS akan dihasilkan listrik sebanyak 2.127 MW.

Investasi pembangunan biogas plant kapasitas 1 MW diperkirakan antara Rp25–Rp30 miliar dan biaya operasi sangat murah, sehingga menguntungkan secara bisnis. Menurut keterangan perusahaan PKS, biaya tersebut kembali modal pada tahun kelima. Sumber energi tersebut dikuasai PKS, oleh sebab itu, pemanfaatan biogas dan biomasa tersebut diperlukan koordinasi pemerintah daerah dengan PKS, PLN ataupun investor. Program ini dapat dikaitkan dengan program CD (Community Development) atau CSR (Corporate Social Responsibility) bagi PKS.

Berdasarkan monitoring di Provinsi Riau yang telah membangun biogas plant adalah PKS PT. Musim Mas Pangkalan Kuras Kabupaten Pelalawan, menghasilkan listrik 2 MW, PKS PT. Musim Mas Pangkalan Lesung Kabupaten Pelalawan menghasilkan listrik 1,5 MW. Listriknnya untuk memenuhi keperluan sendiri dan kelebihan daya (excess power) dijual ke PLN. PKS PT. Meskom Agrosarimas di Bengkalis menghasilkan listrik 2 MW, di mana 1,5 MW dipakai sendiri dan 0,5 MW dijual ke PLN, PKS PT. Arya Rama Perkasa di Kabupaten Rokan Hulu menghasilkan listrik 1 MW.

Selanjutnya PKS PTPN V Tandun di Kampar, menghasilkan listrik 1,1–1,3 MW, di mana dengan pembangkit listrik ini, PTPN V Tandun dapat menghemat penggunaan solar 2013 sebanyak 1.855.542 liter solar. Di samping itu keuntungannya adalah biaya energi di pabrik minyak kernel turun dari Rp302/kg menjadi Rp229/kg, mengurangi biaya pemeliharaan kolam, bisa menjual kelebihan energi ke PLN dan memenuhi persyaratan ISPO. Biogas Plant PTPN V Tandun saat ini juga sudah terdaftar di UNFCC dan Dewan Nasional Perubahan Iklim sehingga masuk dalam Clean Development Mechanism atau perdagangan karbon. Emisi karbon yang berhasil ditahan adalah 14.836 ton CO<sub>2</sub>. PT. Ivo Mas Tunggal Group di Kabupaten Siak dan Kampar berencana membangun 1,6 MW, PT. Swastisidhi Amagra di Kabupaten Kampar berencana membangun 2 MW, PT. Inhil Sarimas membangun 2 MW.

Sungguh suatu pujian ditujukan kepada perusahaan-perusahaan perkebunan yang telah mengolah limbahnya menjadi energi listrik baik untuk konsumsinya sendiri, maupun dijual ke masyarakat melalui PLN, karena selain membantu Pemprov Riau mengatasi krisis listrik, juga telah melakukan hal nyata dalam ikut memerangi perubahan iklim. Kecukupan energi ini akan meningkatkan elektrifikasi dan mengejar ketertinggalan dari negara lain. Meskipun Provinsi Riau peringkat ketiga dalam perekonomian nasional, namun jika suplai listrik lebih meningkat, maka investor akan semakin banyak yang datang.

Tantangan yang dihadapi dalam membangun pembangkit listrik biogas ini adalah prosedur perizinan yang sangat panjang dan memakan waktu, lokasi pembangkit listrik cukup jauh dari jaringan PLN, serta keterbatasan teknologi, pengetahuan dan keahlian.

Kembali ke peraturan, gubernur dan/atau bupati/wali kota sesuai kewenangannya melakukan pembinaan dan pengawasan terhadap penyediaan tenaga listrik, maka apakah memungkinkan seandainya dibuat kebijakan untuk mewajibkan perusahaan PKS membangun instalasi listrik dari kolam limbahnya? Atau menunggu kemurahan hati dan kesadaran lingkungan pihak perusahaan melalui program CSR-nya membangun instalasi listrik dimaksud? Yang jelas keterbatasan teknologi dalam situasi persaingan global ini harus ditundukkan, sebagaimana yang telah dilakukan beberapa perusahaan PKS di atas. Juga karena bangsa yang menguasai teknologi walaupun miskin sumber daya alam, telah terbukti mampu mengeksploitasi bangsa yang kaya sumber daya alam namun terbelakang dalam pengusahaan teknologi. Kini tinggal pilihan ada di tangan kita.

**Kuesioner Teks Nomor 61**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 62

### Pelet untuk Pembangkit Listrik

Pemerintah Finlandia akan membantu pengembangan energi bersih dan terbarukan di Indonesia. Karena kedua negara memiliki hutan yang perlu dibudidayakan secara berkelanjutan," kata Wakil Menteri Luar Negeri Finlandia Esko Hamilo dalam diskusi tentang biomassa di Jakarta kemarin.

Menurut Esko, lebih dari 75 per sen energi terbaru kan Finlandia berasal dari sektor kehutanan. Hal ini berarti 73 terawatt-jam dari keseluruhan konsumsi energi tahunan Finlandia, yang sebesar 370 terawatt-jam. Indonesia, ujar dia, memiliki potensi besar.

Dalam diskusi tersebut, beberapa perusahaan Finlandia memaparkan teknologi yang mereka miliki. Wartsila, misalnya, yang selama ini dikenal sebagai perusahaan dalam bidang energi dari biofuel dan pembangkit listrik tenaga gas.

Lalu Poyry, dengan produk-produk berbasis biomassa, energi dari limbah, angin, tenaga surya, dan panas bumi. Ada pula Neste Oil, perusahaan bahan bakar Finlandia dan pemimpin dunia dalam produksi biofuel. Serta SaraRasa Biomass, perusahaan penghasil energi dari teknologi pelet yang berasal dari limbah kayu dan pertanian.

Perdagangan pelet di dunia ternyata tumbuh pesat. Pada 2007, ada 8 juta ton dan dua tahun kemudian naik menjadi 13 juta ton. Pada 2020, kata Saku Rantanen, CEO SaraRasa Biomass, konsumsi pelet di Eropa diperkirakan 50 juta ton. Oleh perusahaan yang didirikan Februari 2010, pelet dijadikan bahan pembangkit listrik.

"Teknologi menghasilkan pellet sangat sederhana," ujar Saku. Bahan dari serbuk gergaji atau limbah kayu dikompresi di bawah tekanan dan temperatur tinggi. Kepadatan yang rapat dan kadar airnya yang rendah membuat penanganan dan penyimpanan pelet lebih baik ketimbang bahan non-olahan, seperti cip kayu atau residu pertanian.

Menurut Saku, pelet memiliki manfaat besar bagi lingkungan. Maklum, pada prosesnya, pelet tidak menghasilkan karbon dioksida dan menjadi salah satu solusi mengurangi pemanasan global. "Bahan bakunya memenuhi kriteria keberlanjutan dari Uni Eropa," kata dia, mengklaim.

**Kuesioner Teks Nomor 62**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### **Teks Nomor 63**

Mencipta Biofuel Generasi Kedua

Peneliti menciptakan bahan bakar nabati dari bahan baku nonpangan.

Pipa dan tangka stainless steel tersusun rapat dalam kolom setinggi empat lantai di sebuah pilot plant Pusat Penelitian Kimia, Pusat Penelitian Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Puspiptek) Serpong, Banten. Dalam struktur rumit itu, para peneliti Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia mengubah kayu, jerami, dan rumput menjadi bahan bakar.

“Pilot plant ini bagian dari tren baru dunia dalam menciptakan bioenergi dari bahan nonpangan, menghasilkan pengganti bensin generasi kedua,” ujar peneliti bioetanol dari Pusat Penelitian Kimia, LIPI, Yanni Sudiyani, kepada Tempo pekan lalu.

Berbeda dengan bioetanol generasi pertama yang dihasilkan dari pati, misalnya dari tanaman singkong, tebu, dan jagung, yang teknologi prosesnya mudah. Bioetanol generasi kedua berasal dari biomassa limbah pertanian atau kehutanan.

Biomassa bahan selulosa atau lignoselulosa memerlukan teknologi yang prosesnya sangat sulit karena perlu perlakuan awal atau pretreatment. Teknologi pengembangan bioetanol yang menjadi campuran bahan bakar premium generasi kedua untuk saat ini masih banyak kendala dan masih terbilang mahal.

Pengembangan bioetanol dari tumbuhan ini dipicu oleh krisis energi dunia. Menipisnya cadangan minyak dunia menimbulkan kekhawatiran akan ketersediaan energi.

Data Dewan Energi Nasional (DEN) memperlihatkan, selang waktu 2006 hingga 2030, permintaan energi dunia meningkat hingga 45 persen sehingga dibutuhkan sumber energi alternatif selain bahan bakar fosil.

Peneliti kemudian melirik etanol sebagai bahan bakar alternatif. Etil alkohol bersifat tak berwarna, sedikit berbau, dan mudah terbakar.

Pembakaran etanol menghasilkan uap air dan karbon dioksida dalam jumlah relatif lebih rendah dibanding bahan bakar fosil. Rendahnya emisi karbon etanol membuat bahan bakar ini sebagai alternatif tepat pengganti bahan bakar fosil, yang dituding sebagai sumber terbesar gas rumah kaca.

Dalam satu dekade terakhir, Brasil menjadi negara yang paling gencar menggenjot penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif. Negara yang memproduksi seperempat suplai gula global ini menjadi contoh bagaimana bioetanol dari tebu bisa dipakai untuk memenuhi kebutuhan energi manusia.

Sayangnya, energi alternatif ini terhambat masalah harga. Bahan baku pembuatan bioetanol umumnya berasal dari gandum, jagung, tebu, dan kentang yang menjadi sumber utama pangan dunia. Lonjakan harga komoditas ini membuat bioetanol tak ekonomis lagi.

Lignoselulosa, yang berasal dari limbah berbagai tanaman pangan, berupa kayu, jerami, dan rumput, dianggap sebagai alternatif bahan baku bioenergi yang paling potensial. Dalam beberapa tahun terakhir, LIPI meneliti pemanfaatan lignoselulosa sebagai bahan baku pembuatan etanol.

Limbah rumput dan jerami kering serta kayu umumnya mengandung biomassa lignoselulosa, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Pada tumbuhan, kandungan lignoselulosa mencapai 90 persen total biomassa.

Untuk memanfaatkan biomassa ini, para peneliti LIPI harus memisahkan lignin atau zat kayu, yang merupakan zat pengikat senyawa lain pada tanaman. Kandungan lignin bisa mencapai 15-30 persen. Proses delignifikasi inilah yang membuat pengolahan lignoselulosa berbeda dengan bioenergi yang bersumber dari pangan.

Setelah lignin dipisahkan, selulosa dan hemiselulosa bisa difermentasi menjadi zat gula yang kemudian diubah menjadi etanol. "Ada perlakuan awal khusus untuk memisahkan lignin dari selulosa dan hemiselulosa agar menghasilkan glukosa," kata Yanni.

Perlakuan awal dimulai dengan proses pencacahan bahan baku rumput, pelepah daun, dan jerami. Proses fisik ini dilakukan berulang-ulang sehingga bahan baku berubah menjadi bagian-bagian kecil.

Material yang telah halus tersebut diberi perlakuan kimia dengan asam atau basa. Bubur material dimasukkan ke dalam mesin hidrolisis agar lignin terpisah dari selulosa dan hemiselulosa. Pemisahan ini merupakan proses yang sulit, mengingat struktur selulosa dan hemiselulosa terikat kuat dengan lignin.

Tahap berikutnya adalah hidrolisis enzimatis. Selulosa dan hemiselulosa dimasukkan ke dalam reaktor untuk mengambil sari patinya, gula-selulosa yang mengandung gula karbon 6 (C6) atau gula karbon 5 (C5), seperti xylose. Untuk memecah gula tersebut, diperlukan dua spesies bakteri berbeda, yaitu bakteri ragi (*Sacharomyces cerevisiae*) untuk C5 dan bakteri coli, *Pichia sp*, untuk C6.

Glukosa hasil fermentasi ini selanjutnya diubah menjadi etanol menggunakan proses yang sama dengan pengolahan bahan bakar nabati dari zat pati yang berasal dari bahan pangan.

Menurut Yanni, LIPI pernah menguji bahan baku tandan kosong kelapa sawit untuk menghasilkan etanol. Proses dalam skala laboratorium menunjukkan 1 ton limbah padat ini bisa menghasilkan 151 liter etanol.

Bahan bakar dalam jumlah besar ini, kata dia, sangat potensial dikembangkan di Indonesia, mengingat negara ini menjadi salah satu penghasil kelapa sawit terbesar di dunia. Tak hanya kelapa sawit, biomassa lignoselulosa lainnya juga bisa diperoleh dari tanaman-tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia.

Jerami sebagai limbah tanaman padi juga bisa diolah menjadi etanol. Demikian pula limbah kayu hutan, yang bisa diolah menjadi energi hijau.

"Perlakuan awal khusus ini membuat harga bioetanol generasi kedua relatif lebih mahal," kata Yanni.

"Namun ongkos ini bisa ditebus ketika bahan bakar fosil semakin langka.

**Kuesioner Teks Nomor 63**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## **Teks Nomor 64**

### INDONESIA KAYA BIOMASSA

Indonesia bukan negara yang kaya akan minyak. Cadangan minyak Indonesia semakin tipis. Namun Indonesia boleh berbangga karena menjadi salah satu negara lumbung bahan baku bioenergi.

Peneliti Pusat Penelitian Kimia Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Haznan Abimayu, mengatakan aneka pilihan sumber bahan baku energi terbarukan belum dimanfaatkan di Indonesia. Sebut saja sisa merang atau batang padi dan ampas tebu. Dua limbah industri pertanian ini mencapai 230 juta ton setiap tahunnya. Jumlah ini bisa dikonversikan menjadi 17,618 miliar liter bioetanol.

Potensi lain berasal dari tanaman aren. Haznan memperkirakan produksi aren di Indonesia bisa dikonversi menjadi 11,7 miliar liter bioetanol setiap tahun. Begitu pula tanaman singkong, yang bisa menghasilkan 180 liter bioetanol untuk setiap hektare lahan per tahun.

“Selain berpotensi besar, tanaman-tanaman tersebut tidak dikonsumsi manusia sehingga pengolahannya tak akan mengganggu stok dan harga pangan nasional,” ujar Haznan di Jakarta pekan lalu.

Tak hanya biomassa, Indonesia juga masih memiliki sumber bioetanol yang berasal dari bahan pangan. Di daerah timur, terdapat perkebunan sagu seluas 3,25 juta hektare. Dari perkebunan ini saja diperkirakan bisa dihasilkan 4.000 liter etanol setiap hektare.

**Kuesioner Teks Nomor 64**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 65

### BIOETANOL, PENGGANTI BBM YANG KOMPETITIF

Berlakunya Protokol Kyoto pada Rabu (16/2) mendatang untuk mereduksi emisi gas rumah kaca ke atmosfer memberi angin segar bagi pengembangan teknologi dan penggunaan bahan bakar energi ramah lingkungan. Salah satu alternatif energi nonfosil yang mulai diintroduksi di Indonesia untuk kendaraan bermotor adalah bioetanol.

Pengenalan energi alternatif ini juga merupakan upaya untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia. Kebutuhan BBM di Indonesia saat ini mencapai 215 juta liter per hari. Sedangkan yang diproduksi di dalam negeri hanya 178 juta liter per hari. Karena itu, kekurangannya 40 juta liter per hari harus diimpor.

Indonesia yang dikenal sebagai anggota Organisasi Negara-negara Pengekspor Minyak (OPEC) sekarang telah menjadi net-importir minyak bumi.

Impor BBM tampaknya belum dapat diatasi karena lebih dari 50 persen kebutuhan energi dalam negeri masih bertumpu pada minyak bumi. Padahal, sebenarnya Indonesia kaya sumber energi fosil non-BBM seperti gas alam, batu bara, dan minyak bumi, serta energi terbarukan di antaranya panas bumi, biomassa, tenaga hidro, dan panas matahari.

Dalam kondisi harga BBM yang cenderung terus naik, saat ini berbagai jenis energi terbarukan mulai kompetitif terhadap bahan bakar tanpa subsidi. Bioetanol, menurut Kepala Balai Besar Teknologi Pati Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Dr Agus Eko Cahyono, merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang biaya produksinya sama atau bahkan cenderung lebih murah dibandingkan dengan bensin tanpa subsidi.

Pada kapasitas produksi bioetanol berkapasitas 60 kiloliter per hari, biaya pokok produksinya Rp 2.400. Sementara itu, dengan harga minyak mentah mendekati 60 dollar AS per barrel, biaya pokok produksi BBM meningkat mendekati Rp 4.000 per liter.

### Gasohol

Bioetanol, disebut demikian karena etanol diperoleh lewat proses fermentasi biomassa dengan bantuan mikroorganisme. Umumnya etanol diproduksi dengan cara sintesa etilen.

Selain bioetanol dikenal pula gasohol, yang merupakan campuran bioetanol dengan premium. Gasohol BE-10, misalnya, mengandung bioetanol 10 persen, sisanya premium. Kualitas etanol yang digunakan tergolong fuel grade etanol yang kadar etanolnya 99 persen. Etanol yang mengandung 35 persen oksigen dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi emisi gas rumah kaca.

Rendahnya biaya produksi bioetanol karena sumber bahan bakunya merupakan limbah pertanian yang tidak bernilai ekonomis dan berasal dari hasil pertanian budidaya yang dapat diambil dengan mudah. Dilihat dari proses produksinya juga relatif sederhana dan murah.

Keuntungan lain dari bioetanol adalah nilai oktannya lebih tinggi dari bensin sehingga dapat menggantikan fungsi bahan aditif, seperti metil tertiary butyl ether dan tetra ethyl lead. Kedua aditif tersebut telah dipilih menggantikan timbal pada bensin.

"Bioetanol dapat langsung dicampur dengan bensin pada berbagai komposisi sehingga untuk meningkatkan efisiensi dan emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan," kata Agus.

Selain meningkatkan kualitas udara dan ketahanan energi nasional, penggunaan bioetanol yang berasal dari limbah pertanian dan produk pertanian dapat membantu petani meningkatkan penghasilannya melalui intensifikasi budidaya dan perluasan lahan.

#### Produksi bioetanol

Produksi bioetanol di Indonesia, berdasarkan data Departemen Perindustrian dan Perdagangan pada tahun 2002, sekitar 180 juta liter dengan etanol berkadar 95-97 persen.

Dari empat pabrik di Lampung, Jawa Tengah, dan Jawa Timur saja dihasilkan 174,5 juta liter per tahun. Dari jumlah itu, 115 juta liter diekspor ke Jepang dan Filipina, sedangkan sisanya digunakan sebagai bahan baku industri asam asetat, selulosa, pengolahan rumput laut, minuman alkohol, cat, farmasi, dan kosmetik.

Selain pabrik komersial yang umumnya menggunakan limbah pabrik gula atau tetes, Balai Besar Teknologi Pati BPPT mengembangkan produksi bioetanol dari bahan baku ubi kayu. Pabrik percontohan yang dibangun di Lampung berkapasitas 8.000 liter per hari.

Selain ubi kayu, ada sumber karbohidrat yang potensial sebagai bahan baku etanol, yaitu jagung, ubi jalar, sagu, dan tebu. Namun, kelebihan ubi kayu dibandingkan dengan yang lain adalah dapat tumbuh di tanah yang kurang subur.

Ubi kayu atau singkong memiliki daya tahan yang tinggi terhadap penyakit dan dapat diatur waktu panennya. Namun, kadar patinya berkisar 30 persen, masih lebih rendah dibandingkan dengan jagung (70 persen) dan tebu (55 persen).

Di seluruh Indonesia terdapat 1,4 juta hektar perkebunan ubi kayu, yang terdapat di 10 provinsi. Lampung di antaranya menghasilkan ubi kayu 15 ton per hektar, sedangkan Jawa Timur 17-18 ton per hektar.

Dengan asumsi 20 persen kebutuhan bensin bisa digantikan gasohol BE-10 hingga 3 juta kiloliter, maka setiap tahun akan diperlukan 2 juta ton ubi kayu, yang diproduksi dari lahan seluas 100.000 hektar.

Selain dari singkong, BPPT tengah mengkaji dan mengembangkan produksi etanol dari limbah pertanian. "Ini merupakan bahan baku potensial mengingat nilai ekonominya sangat rendah," katanya.

**Kuesioner Teks Nomor 65**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 66

DR ROBERT MANURUNG, MEMERDEKAKAN DESA DARI KETERGANTUNGAN BBM

HARGA minyak bumi yang terus berkisar pada angka 50 dollar AS per barrel menyebabkan Indonesia yang importir neto minyak bumi kerepotan. Subsidi bahan bakar dicabut tanpa pemerintah sebelumnya mempersiapkan masyarakat dengan teknologi yang dapat memerdekakan mereka dari ketergantungan pada bahan bakar minyak fosil.

DALAM situasi seperti itu, keteguhan Dr Ir Robert Manurung MEng (50), Lektor Kepala Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Bandung (ITB), untuk konsisten meneliti pirolisa biomassa-usaha mencairkan bahan bakar padat (biomassa) secara termal untuk menghasilkan bahan bakar cair, gas yang bisa terbakar, dan padatan berupa arang-seperti cahaya terang di ujung terowongan. Ketekunannya berangkat dari pemikiran bagaimana membuat potensi alam Indonesia menjadi berkah yang berguna untuk masyarakatnya.

PENELITIANNYA dengan jarak pagar (*Jatropha curcas* L) memperlihatkan secara teknologi sederhana dan ekonomis memungkinkan mengutip minyak jarak untuk menggantikan solar. Prospek hasil penelitian ini jelas: masyarakat desa dapat mengadakan minyak jarak dan menggunakannya untuk membangkitkan listrik memakai mesin generator kecil (genset).

Penelitian minyak jarak dilakukan laki-laki kelahiran Onan Ganjang, Tapanuli Utara, Sumatera Utara, itu sejak tahun 1997 bersama teman-temannya di ITB dengan fokus pengutipan (ekstraksi) minyak kelapa dan jarak. Sayangnya, penelitian tersebut dianggap tidak menarik oleh pemberi dana sehingga dana hibah bersaing yang awalnya dianggarkan tiga tahun hanya diberikan untuk dua tahun.

"Padahal, rancangan ekstraksi itu sempat dipamerkan tahun 1998 di Istana Negara karena juga dapat dipakai mengutip minyak kelapa untuk mengatasi kelangkaan minyak goreng saat itu," papar Manurung.

Pada periode itu, Manurung yang menyelesaikan S1-nya di Teknik Kimia ITB, S2 di Technology Asian Institute of Technology (Bangkok) dan S3 di Rijksuniversiteit Groningen (RuG, Belanda) ini mendalami

struktur berbagai minyak tumbuhan. Sayangnya, dia gagal mendapat dana riset unggulan terpadu karena dianggap tidak relevan. Yang tertarik membiayainya justru RuG, Belanda.

"Penelitian yang diperlukan bukan lagi pada minyak jaraknya karena minyaknya dapat digunakan langsung sebagai bio- diesel tanpa campuran metanol atau bahan lain, tetapi bagaimana mengutip minyak itu seefisien mungkin. Yang lebih penting lagi, bagaimana memanfaatkan limbah padatannya," ujar Manurung, yang tengah meneliti pengutipan minyak dari limbah jarak untuk mendapat pengganti minyak tanah, bekerja sama dengan Badan Penelitian dan Pengkajian Teknologi.

KETERTARIKAN Manurung pada pirolisa dipicu pengalamannya di kampung. Sampai usia 14 tahun, sebelum melanjutkan pendidikan SMA ke Bandung tahun 1970, Manurung dan saudara-saudara lelakinya harus mencari kayu bakar untuk digunakan ibunya memasak.

"Sekembali dari luar negeri, di kampung kami BBM bukan lagi barang mewah, tetapi di berbagai pelosok Indonesia apa yang saya rasakan 30-40 tahun lalu di kampung masih mereka alami. Padahal, saya sudah menjelajah berbagai negeri turut mengembangkan teknologi limbah pertanian menjadi energi," kata ayah Christy Sondang Nauli (8), Efraim Partogi Nahotasi (6), dan Gamaliel Adaran Nadiuarohon (4) dari pernikahannya dengan Desi Indira Chaer, yang juga lulusan Teknik Kimia ITB.

Sejak belum lulus dari ITB, pada tahun 1977 Manurung sudah dilibatkan Prof Dr Saswinadi Samojo dalam penelitian bahan bakar terbarukan, yaitu pirolisa sekam padi. Pada tahun 1976, ITB bekerja sama dengan TH Twente dan TH Delft (keduanya dari Belanda) dalam penelitian energi baru dari biomassa melalui proses gasifikasi.

Dalam kerja sama TH Twente-ITB, Prof Dr Ir AACM Beenackers tahun 1982 mengunjungi ITB untuk menjajaki pengembangan gasifikasi sekam padi skala kecil. Dalam sebuah disertasi doktor di Jerman disebutkan, karena sifat fisik sekam padi dan kandungan silikanya yang tinggi tidak mungkin gasifikasi dibuat dalam skala kecil.

Di depan tamunya, Manurung mengambil potongan seng. Dengan meniru tungku sekam padi di pedesaan Yogyakarta, tiga jam kemudian alat yang dimodifikasi dengan menambah penyalur udara dan kompresor serta berisolasi itu siap. Manurung mendapat biaya penelitian doktor dan dia dipromosikan di Rijksuniversiteit Groningen pada tahun 1993.

"Promosi itu menjadi kenangan indah pertama sebagai peneliti karena yang saya katakan 10 tahun sebelumnya terbukti kebenarannya secara ilmiah dalam disertasi doktor saya," kata Manurung, yang langsung mendapat kesempatan melanjutkan penelitian post-doctoral selama setahun di Massachusetts Institute of Technology (MIT) di Amerika Serikat.

SEPULANG dari MIT, dia terobsesi pada penelitian pirolisis minyak tumbuhan karena teknologi saat itu memungkinkan pengutipan sampai 70 persen berat biomassa serta penggunaannya menggantikan BBM.

Oleh karena itu, ketika Mitsubishi Research Institute (Miri) dan New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) dari Jepang mengajak bekerja sama, Manurung menekankan penggunaan langsung minyak jarak tanpa campuran bahan lain dan pengolahan lebih lanjut limbahnya. Tahun depan dia optimistis teknologi pengutipan minyak jarak ini dapat disebar ke masyarakat.

Jarak dipilih karena bisa tumbuh di tanah tandus. Kerja sama dengan Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat serta sejumlah pesantren di Jawa Barat memperlihatkan produktivitas buah sampai 30 kilogram per pohon per tahun sehingga keekonomisan juga bisa dicapai.

"Menariknya, ada rekan yang tidak percaya, ada pesimis, tetapi ada juga yang mengatakan 'Nothing new. Nothing is perfect di dunia. Karena itu perlu penelitian dan pengembangan lebih jauh,'" kata staf ahli bidang keahlian energi baru Himpunan Kerukunan Tani Indonesia ini.

Namun, dengan memulai teknologi yang memungkinkan penggunaan langsung minyak jarak menggantikan solar, ada misi memerdekakan masyarakat pedesaan dari ketergantungan pada BBM

sehingga mereka dapat subsiten dalam energi dan itu memberi dampak ikutan, yaitu air bersih, tumbuhnya ekonomi perdesaan, dan kesejahteraan masyarakat desa.

**Kuesioner Teks Nomor 66**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 67

### EMISI KARBON GASOHOL LEBIH RENDAH DIBANDING PERTAMAX

Dalam pengujian pada kendaraan roda empat di laboratorium Balai Termodinamika, Motor, dan Propulsi Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi menunjukkan, tingkat emisi karbon dan hidrokarbon gasohol E10-campuran bensin dan etanol 10 persen-lebih rendah dibandingkan dengan premium dan pertamax.

Saat ini penggunaan gasohol E10 memasuki tahap uji lapangan pada berbagai jenis kendaraan bensin menyusul peluncurannya oleh Menteri Negara Riset dan Teknologi Kusmayanto Kadiman di Jakarta, akhir Januari lalu.

"Pada uji lapangan penggunaan bahan bakar itu, dipilih 14 kendaraan bermotor roda empat dari berbagai merek dari Jepang, Amerika Serikat, Jerman, dan Inggris," kata Deputi Bidang Teknologi Agroindustri dan Bioteknologi Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) Wahono Sumaryono di Jakarta, Senin (14/2).

Sebelum itu telah dilakukan uji coba penggunaan statis dan dinamis di laboratorium Balai Termodinamika, Motor, dan Propulsi (TMP) BPPT. Pengujian karakteristik unjuk kerja, yaitu daya dan torsi, ujar Prawoto-peneliti dari Balai TMP BPPT, menunjukkan, etanol 10 persen identik atau cenderung lebih baik ketimbang pertamax. Etanol mengandung 35 persen oksigen sehingga meningkatkan efisiensi pembakaran.

"Emisi CO (karbon monoksida) dan HC (hidrokarbon) dari mobil yang menggunakan E10 secara umum lebih rendah dibandingkan dengan premium maupun pertamax," urainya.

Pada emisi CO, misalnya, E10 hanya 0,31 gram per kilometer, sedangkan premium dan pertamax masing-masing 0,5 gram dan 0,58 gram per kilometer.

Menurutnya, penelitian perlu dilanjutkan dengan studi pengaruh E10 terhadap komponen mesin serta penggunaan kendaraan yang secara teknologi memenuhi standar emisi kendaraan Euro II.

"Pengembangan teknologi pembuatan etanol menggunakan uji kayu sebenarnya telah dilakukan sejak 1984," kata Kepala Balai Teknologi Pati BPPT Agus Eko Cahyono.

Produk yang dihasilkan dari instalasi yang dibangun balai tersebut di Lampung berupa etanol berkadar 95 persen. Etanol yang dihasilkan itu telah diuji lapangan selama enam bulan, melibatkan peneliti dari Universitas Indonesia dan Universitas Brawijaya.

Hasil uji coba menunjukkan kinerja yang baik pada mesin kendaraan ketika dioperasikan meski untuk itu perlu dilakukan penyetelan pada karburator. Efek negatif yang mungkin timbul adalah karat pada tangki karena pada etanol itu mengandung air lima persen.

"Pada proyek pembuatan etanol saat ini dihasilkan etanol berkadar lebih tinggi mencapai 99 persen. Hal ini akan mengurangi kemungkinan terjadinya korosi," ujarnya.

Selama ini, yang dilakukan BPPT hanya sebatas pengkajian teknologi dan pengembangan skala laboratorium. Tahap selanjutnya, yaitu untuk menerapkan dan mengembangkan pada skala pabrik, diharapkan keterlibatan swasta.

Saat ini sebenarnya ada enam produsen besar etanol di Indonesia dengan total produksi 174.000 kiloliter (kl) pada tahun 2002. Namun, sebagian besar masih terfokus untuk memenuhi kebutuhan industri dan ekspor. Di antara industri bioetanol yang ada di Indonesia itu, sebuah industri di Jawa Timur telah menyatakan kesediaan untuk mengembangkan produksi gasohol berkadar etanol 99 persen untuk kendaraan bermotor. Namun, realisasi dan pengembangan selanjutnya memerlukan dukungan kebijakan pemerintah.

#### Prospek bioetanol

Menurut La Ode Muh Abdul Wahid dari Pusat Pengkajian Konversi dan Konservasi Energi BPPT, manfaat pengembangan gasohol dan biodiesel antara lain dapat mendorong pengembangan agroindustri dan meningkatkan pendayagunaan lahan, ekonomi pedesaan, serta membuka lapangan kerja baru.

Bila skenario tahun 2010 bahwa 15 juta kl bensin akan digantikan sebesar 20 persen oleh gasohol BE-10, diperlukan lahan 100.000 hektar untuk menghasilkan ubi kayu 30 ton per hektar. Budidaya produk pertanian ini melibatkan 50.000 petani. Keuntungan yang diperoleh petani dari budidaya ubi kayu untuk memasok industri gasohol sebesar Rp 290 miliar per tahun.

Di kawasan Asia, untuk investasi bioetanol diperlukan Rp 1 miliar per kl. Investasi pabrik bioetanol berkapasitas 60 kl per hari diperlukan biaya 7,38 juta dollar AS atau Rp 66,42 miliar. Untuk menyubstitusi 20 persen bensin dengan gasohol BE-10, diperlukan 20 pabrik dengan total investasi Rp 1,33 triliun.

Prakiraan kebutuhan gasohol untuk kendaraan bermotor pada tahun 2010 akan mencapai 200.000 kl, sedangkan pada tahun 2015 dan 2020 masing-masing 600.000 kl dan 1,1 juta kl.

Untuk mencapai target tersebut, diperlukan pembangunan industri gasohol berkapasitas 200.000 kl pada tahun 2010. Perlu insentif bagi calon investor dan pemakai gasohol. Perlu sosialisasi manfaat penggunaan bahan bakar itu dan sinergis pihak stakeholder dalam mendukung pengembangan gasohol.

Pertumbuhan etanol sebagai bahan bakar terpicu oleh isu global, yaitu tingginya kebutuhan energi dunia, termasuk bahan bakar minyak (BBM). Saat ini, permintaan BBM beroktan tinggi juga terus meningkat. Sementara itu, terjadi penurunan deposit minyak bumi sehingga menaikkan harga minyak mentah dunia.

Faktor lain yang memicu peningkatan bahan bakar etanol adalah berlakunya peraturan reduksi emisi gas rumah kaca, yaitu Clean Air Act 1990 (di Amerika Serikat) dan Protokol Kyoto, serta penghapusan MTBE untuk mereformulasi bensin di AS dan beberapa negara. Sementara itu, di dunia juga terjadi kecenderungan beralihnya konsumsi pada sumber energi ramah lingkungan dan terbarukan, seperti teknologi fuel-cell dan biomassa.

Adapun bagi Indonesia, pertumbuhan bahan bakar etanol dapat terpicu antara lain untuk mengurangi subsidi BBM dan net impor BBM.

**Kuesioner Teks Nomor 67**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## **Teks Nomor 68**

### ETANOL DAN KELANGKAAN BBM

Berbagai pemikiran terhadap jawaban masalah bahan bakar minyak dalam negeri terus berlanjut. Gas alam yang dipadatkan, biomassa, biodiesel, dan LNG, semuanya sudah pernah didiskusikan dalam berbagai forum.

Berbagai penelitian sedang dilakukan untuk melihat apakah semua alternatif tersebut dapat digunakan di Indonesia. Namun sejauh ini, penelitian yang dilakukan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)-lah yang telah menunjukkan hasil.

BPPT telah berhasil meneliti penggunaan etanol sebagai campuran bahan bakar untuk berbagai kendaraan berbahan bakar bensin yang ada di Indonesia. Keberhasilan percobaan penggunaan etanol ini sangat tepat waktunya.

Selama beberapa bulan terakhir, kekhawatiran berkurangnya persediaan bahan bakar makin bertambah dari hari ke hari. Hal ini menjadi perhatian pemerintah dengan keluarnya anjuran Presiden Susilo Bambang Yudhoyono kepada badan-badan pemerintah untuk melakukan penghematan penggunaan bahan bakar minyak (BBM).

Meskipun langkah ini cukup menolong, tetapi yang lebih penting bagi Indonesia adalah solusi jangka panjang yang didasarkan pada strategi pengembangan berbagai bahan bakar alternatif. Dengan berhasilnya percobaan yang dilakukan BPPT, penggunaan etanol untuk kendaraan di Indonesia sangat memungkinkan.

Yang perlu dilakukan sebagai tahap berikutnya adalah membuat berbagai kebijakan pemerintah yang mendorong produksi etanol dengan tingkat kemurnian yang cukup sebagai bahan bakar, dan dalam jumlah yang mencukupi.

Dalam penelitiannya, BPPT melakukan uji coba campuran bahan bakar yang disebut sebagai BE10 yang merupakan campuran 90 persen premium dan 10 persen etanol yang dihasilkan dari ubi kayu (singkong) yang banyak terdapat di Indonesia. Hasil BPPT menunjukkan bahwa dengan penggunaan BE10, kinerja mesin sama sekali tidak terpengaruh. Uji coba BE10 pada beberapa kendaraan, seperti Chevrolet Blazer, juga menunjukkan tingkat emisi gas buang yang lebih bersih.

Selain percobaan dengan campuran etanol, BPPT juga berhasil melakukan uji coba menggunakan biodiesel yang dibuat dari crude palm oil (CPO) sebagai bahan pengganti solar. Beberapa karyawan BPPT bahkan telah menggunakan biodiesel untuk kendaraan pribadi, juga ada yang menggunakan gasohol dengan campuran etanol yang lebih banyak, sebesar 20 persen.

Apa sebetulnya etanol? Etanol biasanya dihasilkan dari gula atau tanaman lain yang kaya akan zat tepung, seperti ubi kayu, tebu, dan jagung. Bahkan etanol juga dapat dibuat dari hasil sampingan, seperti kulit dan batang dari tanaman-tanaman tadi, meskipun etanol yang dihasilkan akan lebih sedikit.

Etanol dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan atau dengan mencampurnya dengan bensin, yang disebut gasohol. Etanol mempunyai tingkat oktan yang lebih tinggi (104 RON) dibandingkan dengan bensin biasa (95/98 RON). Saat dicampur dengan bensin, maka kadar oktan bensin akan meningkat sekitar tiga angka, hasilnya kinerja mesin juga akan meningkat. Kalau Anda pernah mengalami mesin "ngelitik" karena kualitas bensin yang rendah, hal tersebut akan hilang dengan penggunaan gasohol. Selain itu, penggunaan gasohol juga membuat busi dan pelumas mesin tetap bersih karena pembakarannya lebih sempurna dibandingkan dengan bensin.

Amerika Serikat saat ini menggunakan lebih dari 57 miliar liter etanol sebagai bahan campuran bahan bakar setiap tahunnya. Penggunaan etanol juga meningkat di Afrika Selatan dan negara-negara Amerika Latin.

Sepertinya menjanjikan, lalu bagaimana harganya? Di Indonesia, Pertamina sudah mengumumkan kenaikan harga eceran BBM. Bahkan untuk industri, harga BBM kini tanpa subsidi.

Secara umum, biaya produksi etanol jauh di bawah harga bensin untuk industri yang Rp 4.640 per liter. Angka tersebut, meskipun bervariasi, tergantung pada bahan baku yang digunakan. Sebagai contoh, dengan menggunakan tapioka, biaya produksi per liter etanol hanya Rp 2.400. Sedangkan di Brasil, menurut Bank Dunia, biaya produksinya secara kasar hanya 0,23 dollar AS atau Rp 2.300 per liter dengan bahan baku gula.

Angka ini juga masih lebih rendah dibandingkan dengan biaya produksi biodiesel yang mencapai Rp 4.000. Dengan biaya produksi yang bersaing, saatnya tepat bagi Indonesia untuk mempertimbangkan bahan bakar alternatif pengganti solar dan bensin seperti digambarkan dalam tabel di bawah ini.

Solar

Harga untuk industri Rp 5.480

Harga dengan subsidi Rp 2.100

Bensin

Harga untuk industri Rp 4.640

Harga dengan subsidi Rp 2.400

Biaya produksi bio-fuel

CPO Rp 4.000 (\*\*)

Gula/Tebu Rp 2.300 (\*\*)

(\*\*) Biaya produksi dapat bervariasi

tergantung banyak faktor

Oktan yang lebih tinggi dengan harga yang lebih rendah. Mungkin Anda berpikir, hanya mobil-mobil canggih dan mahal saja yang dapat menggunakan etanol. Sekali lagi, Anda mungkin akan heran bahwa campuran etanol dapat digunakan pada kendaraan berbahan bakar bensin tanpa melakukan modifikasi.

Uji coba yang dilakukan BPPT membuktikan hal ini dengan menggunakan campuran BE10 pada kendaraan-kendaraan yang digunakan di Indonesia seperti Chevrolet Blazer. Banyak produsen kendaraan terkemuka di Amerika Serikat merekomendasikan penggunaan etanol sebagai bahan bakar, dan hampir seluruh produsen kendaraan di dunia memperbolehkan penggunaan etanol sebagai campuran bahan bakar. Produsen kendaraan di Amerika Serikat sendiri mulai membuat kendaraan penumpang dan truk yang dapat menggunakan etanol dan bensin pada tahun 1997.

Sebagai contoh lihat saja General Motors (GM), pabrikan mobil terbesar di dunia. Kendaraan berbahan bakar etanol bukanlah hal baru bagi GM. Perusahaan itu memperbolehkan penggunaan bensin dengan campuran 10 persen etanol pada semua kendaraannya lebih dari 20 tahun yang lalu, dan memproduksi hampir 5 juta kendaraan per tahun.

Di Brasil, semua bahan bakar mengandung sedikitnya 24 persen etanol. Fasilitas bio-refineries atau penyulingan etanol dari tebu yang dimiliki Brasil mampu memproduksi etanol yang cukup untuk digunakan semua kendaraan, baik baru maupun lama.

#### Ramah lingkungan

Sejauh ini Anda telah mengetahui bahwa etanol mempunyai tingkat oktan yang tinggi, lebih murah dibandingkan dengan bensin dan dapat digunakan juga pada mobil-mobil lama yang tidak mungkin Anda lihat dalam film James Bond. Anda yang peduli terhadap lingkungan mungkin akan bertanya apakah etanol akan sama berbahayanya dengan BBM yang biasa kita gunakan saat ini? Apakah justru akan menghilangkan kesempatan untuk kembali melihat birunya langit di Jakarta?

Faktanya, etanol adalah bahan bakar yang ramah lingkungan. Etanol secara signifikan mengurangi emisi gas berbahaya dan berarti lebih baik untuk lingkungan. Lebih jauh lagi, etanol adalah bahan bakar terbuat dari tumbuhan yang dapat diperbarui, bukan bahan bakar yang terbuat dari fosil. Jadi, produksi dan pembakarannya tak akan meningkatkan efek rumah kaca.

Suka atau tidak, Indonesia yang kaya akan sumber daya alam ini telah menjadi pengimpor minyak. Hal ini berarti, Indonesia harus menghabiskan devisa yang didapat dengan susah payah untuk membeli minyak. Menurut data statistik, Indonesia rata-rata menggunakan 158.900 kiloliter bahan bakar per harinya.

Apabila BE 10 (dengan 10 persen etanol) diterapkan, artinya akan mengurangi penggunaan minyak sebanyak 15.890 kiloliter setiap hari. Dengan perhitungan bahwa subsidi bahan bakar adalah Rp 2.260 per liter, dengan penggunaan etanol Indonesia dapat menghemat Rp35,9 miliar (sekitar 3,6 juta dollar AS) per hari hanya dari subsidi bahan bakar.

Kesuksesan Brasil dalam program bahan bakar etanol ditunjang kenyataan bahwa Brasil merupakan produsen tebu terbesar dunia.

Situasinya agak sedikit berbeda dengan Indonesia karena Indonesia merupakan importir netto gula. Walaupun begitu, perkebunan tebu dapat dikembangkan di Indonesia yang mempunyai lahan yang memadai untuk menanam tebu. Dengan kebijakan dan insentif tepat, Indonesia juga bisa jadi negara pengeksport gula seperti Brasil.

Pertama, seandainya Indonesia dapat melakukan swasembada gula sehingga mampu menyediakan pasokan yang cukup untuk produksi etanol. Kedua, hal ini akan menciptakan lapangan kerja baru untuk mengatasi masalah pengangguran yang cukup besar di Indonesia.

Untuk menyebarluaskan penggunaan bahan bakar etanol, pertama-tama harus ada produksi etanol dengan kapasitas memadai. Besarnya biaya yang dibutuhkan adalah sekitar 7,4 juta dollar AS untuk membangun pabrik etanol dengan kapasitas 60 kiloliter per hari. Walaupun bukan investasi yang besar, Pemerintah Indonesia seharusnya mendorong produksi etanol melalui insentif pajak dan pinjaman lunak.

Pada akhirnya, bagaimanapun dan bahan bakar alternatif apa pun yang digunakan, sangat penting bagi Pemerintah Indonesia untuk mempunyai strategi jangka panjang terkait dengan subsidi bahan bakar dan rencana bahan bakar alternatif.

Pada akhirnya, bahan bakar alternatif yang dipilih haruslah yang memberi banyak keuntungan dalam hal biaya, kemudahan dalam penggunaan, ketersediaan dalam jangka panjang, dan mengurangi atau meniadakan sama sekali subsidi bahan bakar. Berdasarkan kriteria-kriteria ini, tampaknya etanol hampir memenuhi semua kriteria yang diperlukan Indonesia.

**Kuesioner Teks Nomor 68**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 69

### BIOGAS, SUMBER ENERGI ALTERNATIF

Kelangkaan bahan bakar minyak, yang disebabkan oleh kenaikan harga minyak dunia yang signifikan, telah mendorong pemerintah untuk mengajak masyarakat mengatasi masalah energi bersama-sama (Kompas, 23 Juni 2005).

Kenaikan harga yang mencapai 58 dollar Amerika Serikat ini termasuk luar biasa sebab biasanya terjadi saat musim dingin di negara-negara yang mempunyai empat musim di Eropa dan Amerika Serikat. Masalah ini memang pelik sebagaimana dikatakan Presiden Susilo Bambang Yudhoyono dalam pertemuan dengan para gubernur di Pontianak, Kalimantan Barat, tanggal 22 Juni 2005, dan mengajak masyarakat melakukan penghematan energi di seluruh Tanah Air.

Penghematan ini sebetulnya harus telah kita gerakkan sejak dahulu karena pasokan bahan bakar yang berasal dari minyak bumi adalah sumber energi fosil yang tidak dapat diperbarui (unrenewable), sedangkan permintaan naik terus, demikian pula harganya sehingga tidak ada stabilitas keseimbangan permintaan dan penawaran. Salah satu jalan untuk menghemat bahan bakar minyak (BBM) adalah mencari sumber energi alternatif yang dapat diperbarui (renewable).

Kebutuhan bahan bakar bagi penduduk berpendapatan rendah maupun miskin, terutama di pedesaan, sebagian besar dipenuhi oleh minyak tanah yang memang dirasakan terjangkau karena disubsidi oleh pemerintah. Namun karena digunakan untuk industri atau usaha lainnya, kadang-kadang terjadi kelangkaan persediaan minyak tanah di pasar. Selain itu mereka yang tinggal di dekat kawasan hutan berusaha mencari kayu bakar, baik dari ranting-ranting kering dan tidak jarang pula menebangi pohon-pohon di hutan yang terlarang untuk ditebangi, sehingga lambat laun mengancam kelestarian alam di sekitar kawasan hutan.

Sebetulnya sumber energi alternatif cukup tersedia. Misalnya, energi matahari di musim kemarau atau musim kering, energi angin dan air. Tenaga air memang paling banyak dimanfaatkan dalam bentuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA), namun bagi sumber energi lain belum kelihatan secara signifikan.

Energi terbarukan lain yang dapat dihasilkan dengan teknologi tepat guna yang relatif lebih sederhana dan sesuai untuk daerah pedesaan adalah energi biogas dengan memproses limbah bio atau bio massa di dalam alat kedap udara yang disebut digester. Biomassa berupa limbah dapat berupa kotoran ternak bahkan tinja manusia, sisa-sisa panen seperti jerami, sekam dan daun-daunan sortiran sayur dan sebagainya. Namun, sebagian besar terdiri atas kotoran ternak.

#### Teknologi biogas

Gas metan terbentuk karena proses fermentasi secara anaerobik (tanpa udara) oleh bakteri metan atau disebut juga bakteri anaerobik dan bakteri biogas yang mengurangi sampah-sampah yang banyak mengandung bahan organik (biomassa) sehingga terbentuk gas metan (CH<sub>4</sub>) yang apabila dibakar dapat menghasilkan energi panas. Sebetulnya di tempat-tempat tertentu proses ini terjadi secara alamiah sebagaimana peristiwa ledakan gas yang terbentuk di bawah tumpukan sampah di Tempat Pembuangan

Sampah Akhir (TPA) Leuwigajah, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, (Kompas, 17 Maret 2005). Gas metan sama dengan gas elpiji (liquidified petroleum gas/LPG), perbedaannya adalah gas metan mempunyai satu atom C, sedangkan elpiji lebih banyak.

Kebudayaan Mesir, China, dan Roma kuno diketahui telah memanfaatkan gas alam ini yang dibakar untuk menghasilkan panas. Namun, orang pertama yang mengaitkan "gas bakar" ini dengan proses pembusukan bahan sayuran adalah Alessandro Volta (1776), sedangkan Willam Henry pada tahun 1806 mengidentifikasi gas yang dapat terbakar tersebut sebagai metan. Becham (1868), murid Louis Pasteur dan Tappeiner (1882), memperlihatkan asal mikrobiologis dari pembentukan metan.

Pada akhir abad ke-19 ada beberapa riset dalam bidang ini dilakukan. Jerman dan Perancis melakukan riset pada masa antara dua Perang Dunia dan beberapa unit pembangkit biogas dengan memanfaatkan limbah pertanian. Selama Perang Dunia II banyak petani di Inggris dan benua Eropa yang membuat digester kecil untuk menghasilkan biogas yang digunakan untuk menggerakkan traktor. Karena harga BBM semakin murah dan mudah memperolehnya pada tahun 1950-an pemakaian biogas di Eropa ditinggalkan. Namun, di negara-negara berkembang kebutuhan akan sumber energi yang murah dan selalu tersedia selalu ada. Kegiatan produksi biogas di India telah dilakukan semenjak abad ke-19. Alat pencernaan anaerobik pertama dibangun pada tahun 1900. (FAO, *The Development and Use of Biogas Technology in Rural Asia*, 1981).

Negara berkembang lainnya, seperti China, Filipina, Korea, Taiwan, dan Papua Niugini, telah melakukan berbagai riset dan pengembangan alat pembangkit gas bio dengan prinsip yang sama, yaitu menciptakan alat yang kedap udara dengan bagian-bagian pokok terdiri atas pencernaan (digester), lubang pemasukan bahan baku dan pengeluaran lumpur sisa hasil pencernaan (slurry) dan pipa penyaluran gas bio yang terbentuk.

Dengan teknologi tertentu, gas metan dapat dipergunakan untuk menggerakkan turbin yang menghasilkan energi listrik, menjalankan kulkas, mesin tetas, traktor, dan mobil. Secara sederhana, gas metan dapat digunakan untuk keperluan memasak dan penerangan menggunakan kompor gas sebagaimana halnya elpiji.

#### Alat pembangkit biogas

Ada dua tipe alat pembangkit biogas atau digester, yaitu tipe terapung (floating type) dan tipe kubah tetap (fixed dome type). Tipe terapung dikembangkan di India yang terdiri atas sumur pencernaan dan di atasnya ditaruh drum terapung dari besi terbalik yang berfungsi untuk menampung gas yang dihasilkan oleh digester. Sumur dibangun dengan menggunakan bahan-bahan yang biasa digunakan untuk membuat fondasi rumah, seperti pasir, batu bata, dan semen. Karena dikembangkan di India, maka digester ini disebut juga tipe India. Pada tahun 1978/79 di India terdapat l.k. 80.000 unit dan selama kurun waktu 1980-85 ditargetkan pembangunan sampai 400.000 unit alat ini.

Tipe kubah adalah berupa digester yang dibangun dengan menggali tanah kemudian dibuat bangunan dengan bata, pasir, dan semen yang berbentuk seperti rongga yang ketat udara dan berstruktur seperti kubah (bulatan setengah bola). Tipe ini dikembangkan di China sehingga disebut juga tipe kubah atau tipe

China (lihat gambar). Tahun 1980 sebanyak tujuh juta unit alat ini telah dibangun di China dan penggunaannya meliputi untuk menggerakkan alat-alat pertanian dan untuk generator tenaga listrik. Terdapat dua macam tipe ukuran kecil untuk rumah tangga dengan volume 6-10 meter kubik dan tipe besar 60-180 meter kubik untuk kelompok.

India dan China adalah dua negara yang tidak mempunyai sumber energi minyak bumi sehingga mereka sejak lama sangatgiat mengembangkan sumber energi alternatif, di antaranya biogas.

Di dalam digester bakteri-bakteri methan mengolah limbah bio atau biomassa dan menghasilkan biogas methan. Dengan pipa yang didesain sedemikian rupa, gas tersebut dapat dialirkan ke kompor yang terletak di dapur. Gas tersebut dapat digunakan untuk keperluan memasak dan lain-lain. Biogas dihasilkan dengan mencampur limbah yang sebagian besar terdiri atas kotoran ternak dengan potongan-potongan kecil sisa-sisa tanaman, seperti jerami dan sebagainya, dengan air yang cukup banyak.

Untuk pertama kali dibutuhkan waktu lebih kurang dua minggu sampai satu bulan sebelum dihasilkan gas awal. Campuran tersebut selalu ditambah setiap hari dan sesekali diaduk, sedangkan yang sudah diolah dikeluarkan melalui saluran pengeluaran. Sisa dari limbah yang telah "dicerna" oleh bakteri methan atau bakteri biogas, yang disebut slurry atau lumpur, mempunyai kandungan hara yang sama dengan pupuk organik yang telah matang sebagaimana halnya kompos sehingga dapat langsung digunakan untuk memupuk tanaman, atau jika akan disimpan atau diperjualbelikan dapat dikeringkan di bawah sinar matahari sebelum dimasukkan ke dalam karung.

Untuk permulaan memang diperlukan biaya untuk membangun pembangkit (digester) biogas yang relatif besar bagi penduduk pedesaan. Namun sekali berdiri, alat tersebut dapat dipergunakan dan menghasilkan biogas selama bertahun-tahun. Untuk ukuran 8 meter kubik tipe kubah alat ini, cocok bagi petani yang memiliki 3 ekor sapi atau 8 ekor kambing atau 100 ekor ayam di samping juga mempunyai sumber air yang cukup dan limbah tanaman sebagai pelengkap biomassa. Setiap unit yang diisi sebanyak 80 kilogram kotoran sapi yang dicampur 80 liter air dan potongan limbah lainnya dapat menghasilkan 1 meter kubik biogas yang dapat dipergunakan untuk memasak dan penerangan. Biogas cocok dikembangkan di daerah-daerah yang memiliki biomassa berlimpah, terutama di sentra-sentra produksi padi dan ternak di Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, Bali, dan lain-lain.

Pembangkit biogas juga cocok dibangun untuk peternakan sapi perah atau peternakan ayam dengan mendesain pengaliran tinja ternak ke dalam digester. Kompleks perumahan juga dapat dirancang untuk menyalurkan tinja ke tempat pengolahan biogas bersama. Negara-negara maju banyak yang menerapkan sistem ini sebagai bagian usaha untuk daur ulang dan mengurangi polusi dan biaya pengelolaan limbah. Jadi dapat disimpulkan bahwa biogas mempunyai berbagai manfaat, yaitu menghasilkan gas, ikut menjaga kelestarian lingkungan, mengurangi polusi dan meningkatkan kebersihan dan kesehatan, serta penghasil pupuk organik yang bermutu.

Untuk menuai hasil yang signifikan, memang diperlukan gerakan secara massal, terarah, dan terencana meliputi pengembangan teknologi, penyuluhan, dan pendampingan. Dalam jangka panjang, gerakan pengembangan biogas dapat membantu penghematan sumber daya minyak bumi dan sumber daya kehutanan. Mengenai pembiayaannya mungkin secara bertahap sebagian subsidi BBM dialihkan untuk

pembangunan unit-unit pembangkit biogas. Melalui jalan ini, mungkin imbauan pemerintah mengajak masyarakat untuk bersama-sama memecahkan masalah energi sebagian dapat direalisasikan.

**Kuesioner Teks Nomor 69**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perlu kah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## Teks Nomor 70

### MANFAATKAN CDM UNTUK MENGEMBANGKAN "BIOFUEL"

Berlakunya kesepakatan Protokol Kyoto untuk menekan pencemaran gas rumah kaca di dunia mendorong negara maju menawarkan beberapa mekanisme pendanaan untuk mereduksi emisi gas pencemar tersebut. Di antaranya apa yang disebut CDM atau clean development mechanism.

Mekanisme ini mengatur pemberian dana dari negara maju kepada negara berkembang yang rendah tingkat emisinya, atas upaya mereka mengurangi emisi di dalam negerinya sampai tingkat tertentu. Sebagai penghargaan terhadap upaya tersebut, negara maju akan menyediakan dana tiga dollar AS per ton emisi.

Saat ini telah terdaftar lebih dari 400 proposal kegiatan untuk mendapatkan pendanaan dari CDM, terbesar diajukan India dan China. Dari ratusan proposal itu nyaris tidak ada yang berasal dari Indonesia.

Padahal, menurut Menteri Negara Riset dan Teknologi (Meneg Ristek) Kusmayanto Kadiman dalam "Seminar Teknologi untuk Negeri" di Serpong, pekan lalu, pengembangan pemanfaatan biofuel atau bahan bakar dari tanaman ini sebagai energi alternatif yang terbarukan dapat masuk dalam CDM.

Hal itu memang dimungkinkan karena akan mendorong dilakukannya penanaman di lahan tidur dan kritis dengan tanaman tertentu sebagai bahan baku energi bio. Di seluruh Indonesia terdapat sekitar 10 juta lahan kritis yang dapat dikonversi untuk perkebunan tanaman energi. Biofuel adalah minyak yang dapat diekstrak dari produk tumbuh-tumbuhan, seperti kelapa sawit, buah jarak, ketela pohon, dan limbah biomassa.

Pendanaan CDM untuk pengembangan biofuel diperlukan juga untuk melakukan kajian ekonomi, pengolahan pascapanen, hingga distribusi dan pemasarannya. Dalam pemanfaatan dan pengembangan biofuel, pemerintah perlu memenuhi kebutuhan pebisnis tentang jaminan pasar, tata niaga, dan potensi keuntungannya, di samping peraturan yang mendukung.

Meneg Ristek mengharapkan industri biofuel dapat menggantikan minimal 5 persen kebutuhan energi yang berasal dari premium dan solar. Saat ini konsumsi energi premium dan solar di Indonesia sudah mencapai 40 juta kiloliter. Harga subsidi Rp 4.500 per liter untuk premium dan Rp 4.300 per liter untuk solar sebetulnya sudah menarik untuk investasi di bidang industri biodiesel dan bioetanol di Indonesia.

Jana T Anggadiredja, Deputi Meneg Ristek bidang Teknologi Pengembangan Sumber Daya Alam, menambahkan bahwa studi kelayakan pembangkit energi dengan menggunakan CDM-dalam kaitannya dengan Protokol Kyoto-telah dilakukan oleh BPPT. Misalnya dalam pemanfaatan kelebihan bagas untuk biofuel. Gas metan di tempat pembuangan akhir sampah dan mikrohidro untuk pembangkit listrik juga sedang diteliti untuk tujuan yang sama.

Namun, sejauh ini kegiatan pemanfaatan energi alternatif dari bahan bakar bio ini belum pernah diajukan secara langsung oleh pihak Indonesia kepada pihak lembaga internasional untuk memperoleh CDM. Pengajuan validasi PDD (Project Design Document) hasil studi BPPT dan TEPCO, misalnya, masih atas

nama perusahaan Jepang itu. Kecuali kerja sama antara Chugoku dan Indonesia Power, pengajuan CDM-nya dilakukan bersama-sama.

Kusmayanto menambahkan, pemanfaatan biofuel untuk pembangkit kini mulai banyak dilakukan. Pembangkit listrik skala kecil berkapasitas 2 x 7 MW sudah mulai menggunakan biofuel hingga 40 persen dari kebutuhan bahan bakarnya, yaitu dengan sekam padi atau limbah perkebunan seperti ranting kayu.

Seminar dan temu bisnis di Serpong tersebut mendiskusikan aspek peta potensi bahan baku biofuel, pola budidaya, dan manajemen plantasi bahan baku biofuel, teknologi proses, pola distribusi, prospek bisnis, dan kebijakan yang kondusif agar biofuel dapat mengambil alih sebagian peran BBM dari fosil.

Dalam seminar ini ditandatangani kesepakatan bersama antara BPPT dan Pemerintah Provinsi Bali dalam hal penempatan peneliti BPPT sebagai tenaga penghubung di Bali. Sementara itu, dengan PT Timah Tbk kerja sama dilakukan menyangkut pengujian pipa apung untuk penambangan dan pengerukan serta dengan PT Zulfaa Agri Utama dan PT Trisigma Indonusa, masing-masing, terkait redistilasi minyak atsiri dan minyak nilam.

Adapun kesepakatan bersama BPPT dan PT BRI mengenai pemanfaatan ilmu pengetahuan dan penyediaan layanan perbankan untuk mengembangkan usaha kecil menengah (UKM). Sementara kerja sama penerapan teknologi tepat guna untuk industri kecil dan menengah dijalin BPPT dengan PT Mochtar Sany Corporation.

**Kuesioner Teks Nomor 70**

Anda merasakan bahwa tulisan di atas mengandung :	Terlalu sedikit tulisan	<input type="checkbox"/>
	Cukup tulisan	<input type="checkbox"/>
	Terlalu banyak tulisan	<input type="checkbox"/>

Seberapa sulit/mudah Anda membaca dan mengikuti tulisan di atas? Tunjukkan dalam skala 1 sampai 4 ini:	Sangat mudah	1 <input type="checkbox"/>
		2 <input type="checkbox"/>
		3 <input type="checkbox"/>
	Sangat sulit	4 <input type="checkbox"/>

Anda merasa kata-kata dan frase di dalam tulisan di atas:	Mudah untuk dipahami	<input type="checkbox"/>
	Dapat dipahami dengan beberapa kesulitan	<input type="checkbox"/>
	Sulit untuk dipahami	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa tulisan di atas perlu lebih banyak menggunakan kata-kata dan frasa yang lebih umum/lazim/biasa agar membuatnya lebih mudah dipahami?	Ya	<input type="checkbox"/>
	Tidak	<input type="checkbox"/>

Apakah Anda merasa bahwa tulisan di atas dapat:	Dipahami oleh setiap orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh kebanyakan orang	<input type="checkbox"/>
	Dipahami oleh sedikit orang saja	<input type="checkbox"/>

Seberapa besar manfaat yang Anda dapatkan dari tulisan ini untuk menjelaskan tentang energi terbarukan khususnya tentang energi biomassa?	Sangat bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Bermanfaat	<input type="checkbox"/>
	Biasa saja	<input type="checkbox"/>
	Tidak begitu bermanfaat	<input type="checkbox"/>

Perluah tulisan ini diperbaiki agar lebih mudah diikuti dan dipahami?	Ya, perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>
	Tidak perlu diperbaiki	<input type="checkbox"/>

Jika perlu diperbaiki, bagaimana sebaiknya menurut Anda? (Jika Anda tidak keberatan berbagi ide Anda)	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--



9th International Conference on Applied Energy, ICAE2017, 21-24 August 2017, Cardiff, UK

## Technology for public outreach of fuel oil production from municipal plastic wastes

Muhammad Kunta Biddinika<sup>a,\*</sup>, Mochamad Syamsiro<sup>b</sup>, Arip Nur Hadiyanto<sup>b</sup>, Zahrul Mufrodi<sup>c</sup>, Fumitake Takahashi<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*School of Environment and Society, Tokyo Institute of Technology, 4259 Nagatsuta-cho Midori-ku, Yokohama 226-8503, Japan*

<sup>b</sup>*Center for Waste Management and Bioenergy, Universitas Janabadra, Jl. T.R. Mataram 57, Yogyakarta 55231, Indonesia*

<sup>c</sup>*Chemical Engineering Department, Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Prof. Dr. Soepomo, Yogyakarta 55164, Indonesia*

---

### Abstract

Improving public understanding and awareness is often considered as one of key factor on the waste-to-energy implementation. In order to improve awareness on plastic separation from household waste, an education and public outreach activity has been initiated by involving the development of pyrolysis technology for producing liquid oil. The technology is an integrated system of pyrolysis machine and shredding machine. The system need to cope with challenge of flexibility and easy transportation from one community-based waste recycle (waste bank) to another for campaign or education purpose. The technology is expected to exhibit the benefit of plastic waste to be converted as an alternative source of burnable oil for household.

© 2017 The Authors. Published by Elsevier Ltd.

Peer-review under responsibility of the scientific committee of the 9th International Conference on Applied Energy.

*Keywords:* waste-to-energy; plastics waste; pyrolysis; recycling bank; waste bank

---

### 1. Introduction

An effort to improve public understanding and awareness on the benefit of plastics waste has been initiated by presentation of fuel oil production from municipal plastic waste in waste banks. By improving its understanding, public may have more willingness to participate into 3R (reduce, reuse, recycle) activities of plastic waste. However, the response of attendance showed that the presentation could have been more interesting if the whole process could be seen, including the plastics waste in its original form. Up to now, the presentations have been carried out by plastics

---

\* Corresponding author. Tel.: +81-45-924-5585; fax: +81-45-924-5518.

E-mail address: [kunta.m.aa@m.titech.ac.jp](mailto:kunta.m.aa@m.titech.ac.jp), [mkuntab@gmail.com](mailto:mkuntab@gmail.com)

feedstock for the pyrolysis machine which has been in the form of small size in order to maximize the reactor capacity, while the shredding process from the original form of plastics waste had been carried out separately prior to the presentation. Since the limited number of the machine, it should be easily transportable from one waste bank to another as well as operable without difficulty for education and campaign purposes.

Therefore, in order to fulfill requirement of small size pyrolysis feedstock whilst presentation of plastic waste-to-oil conversion, a shredding machine has been designed and currently being developed

## 2. Theoretical background

Education and public outreach has been recognized as the essential contributions of scientists and engineers to the community since it provides exciting connections between science and the real world [1]. Several activities are often considered as the outreach, such as exhibition, guided tours or visits, workshop, and film screening [2]. In addition, scientists and engineers giving presentations, tutored, and organized or judged science fairs, developing resources and curricula, interacting with children or lay persons are also considered as outreach participation [3].

Dhokhikah *et.al* [4] defined the waste bank as a bank that is established by local community, it receives recyclable waste from member of the community as the customer/client of the bank. Different types of solid waste materials have different prices per kilogram, while each client has a deposit book containing type of waste, weight, price per kilogram, and total money received. The bank is able to minimize the volume of solid waste from its sources prior to transporting to the temporary disposal sites.

The fuel oil production in this paper employs sequential pyrolysis and catalytic reforming technology which converts municipal plastics wastes into fuel oil [5]. The technology uses commercial and natural zeolite catalysts available in Indonesia. The liquid product of the technology is utilized for fueling diesel engine as a single fuel of blending with commercial diesel fuel, while its gaseous product is used either as a heating source for cooking gas stove application and its solid product is used for co-firing with coal and biomass.

## 3. Methodology

The study is initiated by designing and fabrication of plastic shredder in a small scale so that it fits for the deployment to community-based waste collection and recycle center. The shredder is designed to have a working capacity of 20-30 kg per hour so that is capable of being used together by some centers within vicinity area simultaneously. The machine is designed to be powered by diesel/gasoline engine due to operational consideration such as the absence of electric power or low electric power available in the waste bank so that it is unable to supply the machine.

The design of the machine was performed part by part of its units for the ease of assembly. They are inlet unit where plastic waste material inserted, shredding unit (knife), outlet unit, and mover.

## 4. Results and discussions

The work principle of this shredding machine is by rotating blade using gasoline/diesel engine. Power from the engine is transmitted by pulley and belt. The pulley serves to reduce rotation of the engine. Plastic waste materials which has been cleaned were inserted into the machine through inlet unit and the plastic went down to shredding blade. The shredded plastics went out through the filter and then outlet.

The main components of the machine are machine frame, shredding knife, filter, upper casing, and mover. The frame serves as a supporting component of the machine in which the other components are installed, such as gasoline/diesel engine, shredding knife, and upper casing. Design of the frame is shown in the following Fig.1. From the side view of the frame, the bulge part is a holder for the engine.

The shredding knife consists of 5 (five) blades, 3 (three) of them are rotating following the rotation of the shaft, and 2 (two) of them are statically attached on the frame as shown in Fig.2. The shredding process occurs while the position of the rotating blades coincides with the static blades. Shredding blades are the soonest worn-out components of the machine.

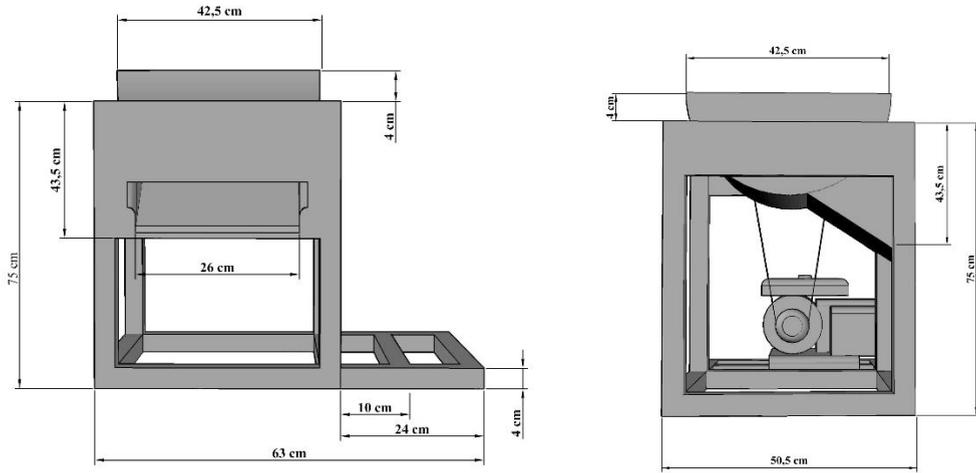


Fig. 1. Design of plastics shredder's frame; side view (right); front look (left)

The filter serves to ensure the plastic material is in small size to maximize the pyrolysis reactor capacity. Each hole of the filter is designed to be 2 cm in diameter and each hole is located by 3 cm in distance as shown in Fig.3. The filter is designed in a U-shaped in order to ease the shredded plastics go out from the machine. The diameter of the hole depends on the size of plastics as the feedstock of pyrolysis reactor, hence the filter may be modified according to the required size of pyrolysis feedstock.

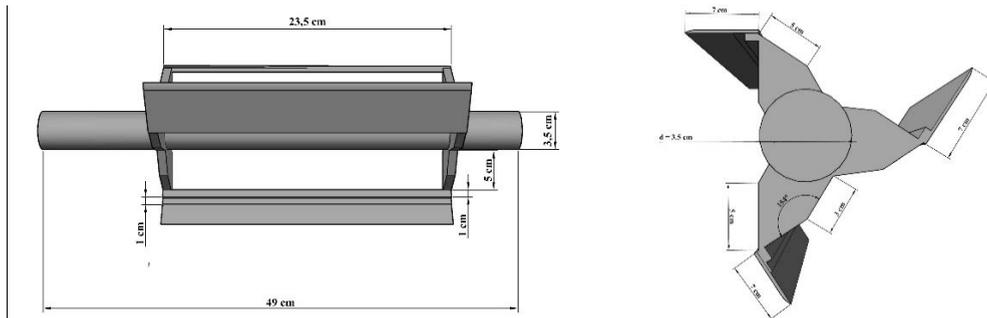


Fig. 2. Design of plastics shredding knife; side view (right); front look (left)

The upper casing serves as the inlet unit for plastic waste materials as well as the protection unit preventing plastic materials from being thrown out due to the rotating force of the shredding knife which may hurt people standing in the vicinity of the machine. The casing is designed in certain angles as shown in the side view of Fig.4 in order to effectively prevent the plastic materials splashed out on upward direction due to rotation force of the knife.

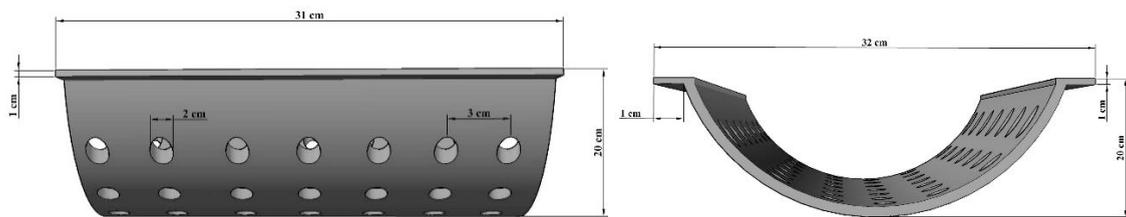


Fig. 3. Design of filter unit; side view (right); front look (left)

The mover unit is a gasoline/diesel engine which is capable of generating 5.5 horse power (hp). It is attached on the bulge part of the lower frame. The engine and the pulley, as the mover of shredding shaft, is connected by a V-shaped belt as shown in Fig.5. The overall arrangement of the machine is also shown in Fig.5. As a whole, the machine has a dimension of 63 cm x 50.5 cm x 136.5 cm (length x wide x height). After design process, the machine was fabricated in a local workshop.

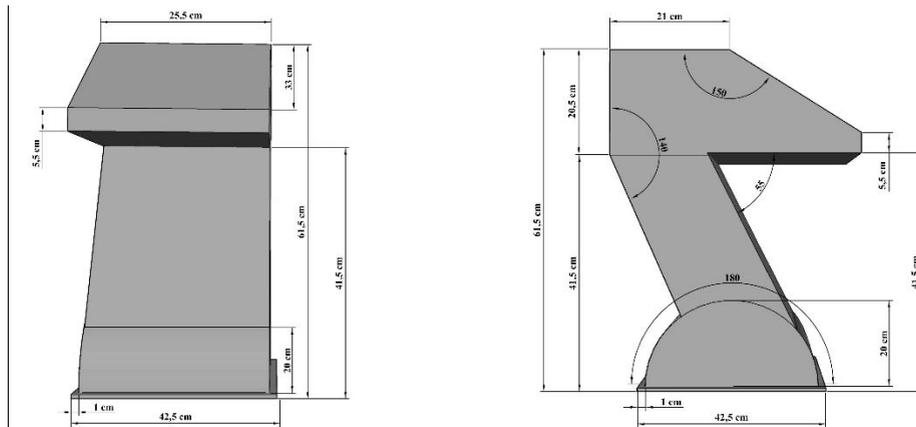


Fig. 4. Design of upper casing; side view (right); front look (left)

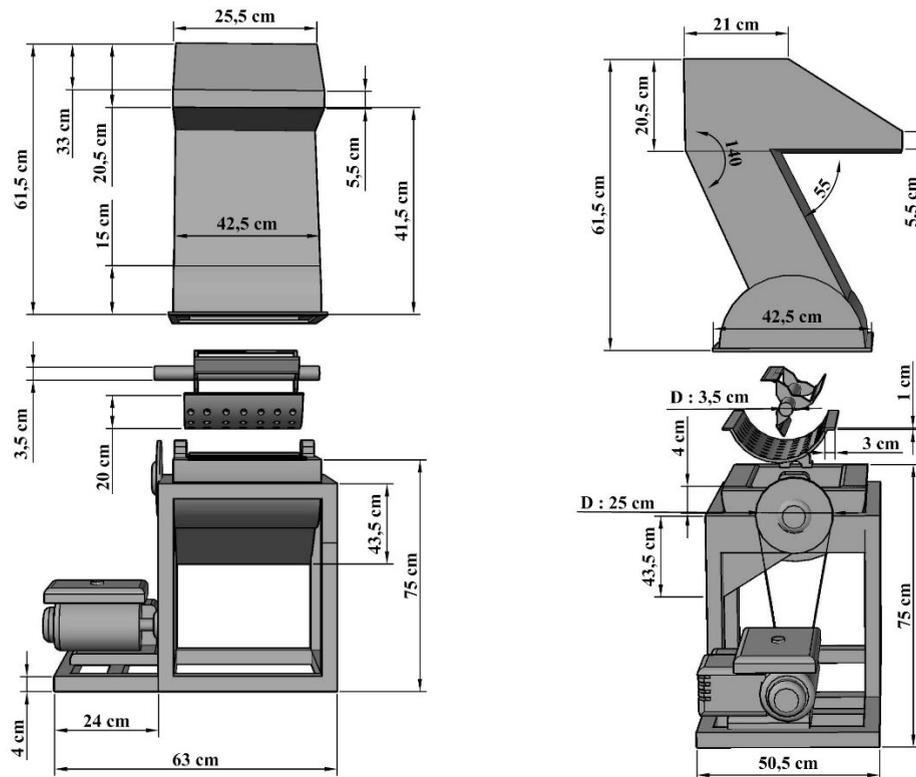


Fig. 5. Design of plastics shredder's frame; side view (right); front look (left)

The machine then underwent operation test in order to observe whether the machine works as designed. The test has been carried out by using PET bottles as the sample of plastic waste materials. The test was carried out in rotation speed of 450 rotation per minute (rpm) without loading. During the shredding process, the speed was decreasing into approximately 350 – 380 rpm due to the loading on the rotating blades. The test showed the machine works well.

The short testing indicates the machine may have the production capacity of 14 kilograms shredded plastic materials from PET bottles within an hour. This production capacity is considered as low capacity because of a little amount of plastic waste as the sample. It caused the plastic waste was unable to be shredded well so that the waste was also difficult to go down from the filter unit. The shredded plastic in the filter unit was supposed to be driven by new plastic waste, however, adding the flowing water into shredding chamber from upper casing inlet was also helpful to drive the plastic waste out from the machine.

## 5. Conclusions and lesson learned

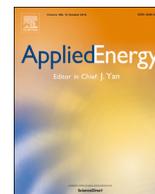
The design and fabrication of plastic waste shredding machine has been carried out in order to supply the feedstock of pyrolysis process of the waste. The capacity production of the machine depends on the thickness of the plastic waste. The shredding machine has complementary functions with the pyrolysis machine, however, both of them serve for campaign or education purpose on the waste recycle activities. The operational experience indicates that diesel engine emits exhaust fumes and more noise compared with that of electric motor as the knife mover. The exhaust fumes and noise are not convenient for in-door operation since some of the waste banks are located in-door.

## Acknowledgements

This study is financially supported by the Ministry of Research, Technology, and Higher Education, Republic of Indonesia through *Iptek bagi Masyarakat* (IbM) scheme, year 2016 and by JSPS KAKENHI Grant Number 15H05228. The authors greatly appreciate the support.

## References

- [1] C.A. Morrow, P.B. Dusenbery, Workshops for scientists and engineers on education and public outreach, *Adv. Sp. Res.* 34 (2004) 2153–2158. doi:10.1016/j.asr.2003.05.061.
- [2] A.M.M. Farrona, R. Vilar, How can we turn a science exhibition on a really success outreach activity?, *Nucl. Part. Phys. Proc.* 273–275 (2016) 1225–1228. doi:10.1016/j.nuclphysbps.2015.09.194.
- [3] E. Andrews, A. Weaver, D. Hanley, J.H. Shamatha, G. Melton, Scientists and public outreach: Participation, motivations, and impediments, *J. Geosci. Educ.* 53 (2005) 281–293. <http://cires.colorado.edu/education/outreach/rescipe/papers/andrewsJGE2005preprint.pdf>.
- [4] Y. Dhokhikah, Y. Trihadiningrum, S. Sunaryo, Community participation in household solid waste reduction in Surabaya, Indonesia, *Resour. Conserv. Recycl.* 102 (2015) 153–162. doi:10.1016/j.resconrec.2015.06.013.
- [5] M. Syamsiro, H. Saptoadi, T. Norsujianto, P. Noviasri, S. Cheng, Z. Alimuddin, K. Yoshikawa, Fuel oil production from municipal plastic wastes in sequential pyrolysis and catalytic reforming reactors, *Energy Procedia.* 47 (2014) 180–188. doi:10.1016/j.egypro.2014.01.212.



# Highly energy-efficient combination of dehydrogenation of methylcyclohexane and hydrogen-based power generation

Firman Bagja Juangsa<sup>a,\*</sup>, Lukman Adi Prananto<sup>b</sup>, Zahrul Mufrodi<sup>c</sup>, Arief Budiman<sup>d</sup>, Takuya Oda<sup>b</sup>, Muhammad Aziz<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Mechanical Engineering, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, 152-8550, Japan

<sup>b</sup> Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, 152-8550, Japan

<sup>c</sup> Chemical Engineering Department, Ahmad Dahlan University, Jl. Kapas 9, Yogyakarta 55166, Indonesia

<sup>d</sup> Chemical Engineering Department, Gadjah Mada University, Jl. Grafika 2, Yogyakarta 55284, Indonesia

## HIGHLIGHTS

- Integrated system of MCH dehydrogenation and H<sub>2</sub> power generation is proposed.
- Enhanced process integration is adopted to realize high energy efficiency.
- The proposed system can realize very high energy efficiency of 58.9%.
- Compared to Graz cycle based system, the proposed system shows excellent efficiency.

## ARTICLE INFO

### Keywords:

Methylcyclohexane  
Dehydrogenation  
Hydrogen  
Graz  
Electricity  
Energy efficiency

## ABSTRACT

Hydrogen (H<sub>2</sub>) has been well studied for its potential use in energy storage, which is particularly related with the intermittent characteristic of renewable energy sources. However, the gas form of H<sub>2</sub> at standard pressure and temperature (STP) poses a challenging problem in terms of storage, transportation, and low volumetric energy density. An effective and reversible method for H<sub>2</sub> storage is chemically bonded H<sub>2</sub> used in the toluene (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>)/methylcyclohexane (MCH, C<sub>7</sub>H<sub>14</sub>) cycle. This study investigates a power generation system from H<sub>2</sub> storage in MCH, involving the dehydrogenation process and the combined cycle as a power generation process. An adequate analysis of the heat circulation was performed through an enhanced process integration (EPI) to ensure the high energy-efficiency of the proposed system. A highly endothermic reaction of dehydrogenation was supplied by utilizing the energy/heat from air-fuel combustion to ensure the effective heat recovery of the system. The proposed system was analyzed through an adjustment of the main operating parameters, namely, the GT inlet pressure, GT inlet temperature, and the condenser pressure, to observe their effects on the efficiency of the system. It was found that these parameters have a significant influence on the system performance and provide the possibility of further improvement. Under optimum conditions, the proposed system can realize a very high system efficiency of 54.6%. Moreover, the proposed system is also compared to a Graz cycle-based system, which has been reported to achieve an excellent power generation cycle from H<sub>2</sub>. This result implies that the proposed integrated system leads to a significantly higher power-generating efficiency. Numerically, the proposed system demonstrated a system efficiency of 53.7% under similar conditions as the Graz cycle based system, which achieved a system efficiency of 22.7%.

## 1. Introduction

Power generation from renewable energy sources has been studied for decades, and has been implemented at a large scale in many countries during recent years [1]. In addition, renewable energy is the fastest growing source of electricity generation, and it has been

predicted that its share will increase to 39% by 2050 [2]. However, the power generation from renewable energy sources, particularly wind and solar, faces several challenges to a power grid operation, including an intermittent output and a mismatch between the power output and demand, resulting in grid instability and wasted energy during a period of oversupply [3].

\* Corresponding authors.

E-mail addresses: [juangsa.f.aa@m.titech.ac.jp](mailto:juangsa.f.aa@m.titech.ac.jp) (F.B. Juangsa), [aziz.m.aa@m.titech.ac.jp](mailto:aziz.m.aa@m.titech.ac.jp) (M. Aziz).

Electrical energy storage can be installed in the system to balance the energy between demand and supply, as well as store the surplus energy. Electrical energy storage in the form of chemical energy has been widely applied, such as through batteries, methane (CH<sub>4</sub>), and hydrogen (H<sub>2</sub>) [4]. Among such chemical storage types, H<sub>2</sub> has the best ratio of valence electrons to protons, and therefore, the energy gain per electron is quite high [5]. Energy storage achieved by converting excess electricity into H<sub>2</sub> through the water electrolysis (power-to-gas) process has been widely studied using well-established pilot plants [6,7]. In addition, the trends of decarbonization of fossil fuels and conversion of biomasses into H<sub>2</sub> have increased significantly owing to a high environmental concern and convenience [8,9]. The chemical energy per mass of H<sub>2</sub> (142 MJ kg<sup>-1</sup>) is at least three-times higher than that of gasoline (44 MJ kg<sup>-1</sup>) [5,10]. Because H<sub>2</sub> is one of the most abundant elements on Earth, H<sub>2</sub> has a high potential as an energy storage or energy carrier, and it is believed that the role of H<sub>2</sub> will increase in the future.

However, H<sub>2</sub>, which is in gas form at standard pressure and temperature (STP), has been a challenging problem in terms of storage and transportation owing to its low volumetric energy density, which is only about 3 Wh L<sup>-1</sup> [11]. Therefore, an effective storage method of H<sub>2</sub> will play a key role in H<sub>2</sub> technology development. There are many types of H<sub>2</sub> storage systems used with the general purpose of increasing the volumetric energy density of H<sub>2</sub>. The compression of H<sub>2</sub> is one of the basic technologies applied to increase the molecule density, resulting in an increase in the volumetric energy density [12]. High-pressure tanks are required with a rated pressure of 200–450 bar. However, high-pressure containers have several significant disadvantages in terms of an additional pressure control required during depressurization and the safety risk of H<sub>2</sub> pressurization. Another method for H<sub>2</sub> storage is liquefaction, which is condensing the gas into a liquid, or even a solid, because both phases have significantly higher density than the gaseous phase [5,13,14]. However, a very low condensation temperature (−252 °C at 1 bar) is required, and cryogenic technology consumes a large amount of energy, and there are still many challenging problems with regard to liquefaction, including super-insulated low-temperature storage methods [5,13].

Many studies related to the effective chemical storage of H<sub>2</sub> have recently been conducted [15,16], including the use of organic materials and ammonia. Unfortunately, ammonia is poisonous and has a pungent odor [17]. The utilization of ammonia via combustion, such as gas turbine, has several problems including lower reactivity of ammonia and release of NO<sub>x</sub>. Regarding the latter, the formation of NO<sub>x</sub> increases significantly when the combustion temperature reaches about 1500 °C following Zeldovich mechanism (thermal NO<sub>x</sub>). Therefore, as NO<sub>x</sub> is a pollutant (GHG), direct utilization of ammonia via combustion is not environmental friendly. Although there are several technologies which can reduce the NO<sub>x</sub> formation, however, they are still under development. In addition, in ammonia-based H<sub>2</sub> chemical storage system, N<sub>2</sub> is released during the dehydrogenation process, creating one-way transport from the site of H<sub>2</sub> production to the site of H<sub>2</sub> utilization. On the other hand, toluene in liquid phase as the result of dehydrogenation of MCH, will be returned to the hydrogenation plant and reused, allowing sustainable cycle of H<sub>2</sub> storage system.

Chemical H<sub>2</sub> storage can be applied by binding H<sub>2</sub> to produce H<sub>2</sub>-rich molecules in a catalytic hydrogenation reaction [15]. To create a sustainable H<sub>2</sub> storage system, at least two processes, namely, H<sub>2</sub>-rich molecule formation (hydrogenation) and H<sub>2</sub> release (dehydrogenation), are required. Numerous molecules can be utilized in chemical storage, which can be distinguished into two main categories: (1) natural H<sub>2</sub>-lean molecules that can be extracted from an exhaust gas mixture such as CO<sub>2</sub> or N<sub>2</sub>, and (2) a H<sub>2</sub>-lean organic liquid, which allows a fully reversible cycle of hydrogenation/dehydrogenation. The latter is commonly referred to as liquid organic H<sub>2</sub> storage (LOHC) [16,15].

LOHC technology has been widely studied, with an option of different organic material pairs such as methylcyclohexane (MCH, C<sub>7</sub>H<sub>14</sub>)-

toluene (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>), cyclohexane-benzene, decalin-naphthalene, and dibenzyl-toluene. Among the first three pairs, MCH-toluene is preferable for easier storage and transportation owing to its wide temperature range under a liquid state [18,19]. Among the available LOHCs, MCH-toluene and dibenzyl-toluene have a relatively high H<sub>2</sub> content of 6.2% [20]. A dibenzyl-toluene pair has been recently reported with a focus on the dynamism of the system in supplying electricity [21]. However, this work remains at the laboratory scale, without a sufficient analysis at larger scales, and is designed for fuel cell application. In contrast, the MCH-toluene cycle has been evaluated at the pilot scale by a Japanese company, and has been demonstrated to be effective [18]. Gaseous H<sub>2</sub> is chemically bonded to toluene through hydrogenation forming liquid MCH [22]. Transportation and storage are the main features of MCH with a high boiling point, which make it a potentially safe medium for an H<sub>2</sub> carrier. This is also very promising because up to 6–8 wt% of H<sub>2</sub>, or 60–62 kg m<sup>-3</sup> (volume based under ambient conditions), can be stored [15,23]. Toluene as a raw material has been widely produced and utilized industrially, and provides a low-cost material for large-scale processes [23]. In addition, both toluene and MCH are in a liquid phase over a wide range of temperatures, which is favorable for long-term storage. At the industrial scale, in 2013, the Chiyoda Corporation began successfully operating a large-scale H<sub>2</sub> storage and delivery system by utilizing toluene-MCH as an H<sub>2</sub> carrier using a K-promoted Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalyst [18]. Therefore, the toluene-MCH cycle is theoretically promising as an H<sub>2</sub> carrier, and is practically applicable at an industrial scale.

To gain energy from H<sub>2</sub> bonded in MCH, H<sub>2</sub> must be separated from toluene through a dehydrogenation process. The extracted H<sub>2</sub> can be converted into electrical energy through thermal energy (a combined cycle) or chemical energy (a fuel cell). Numerous studies have been carried out to develop an efficient dehydrogenation process and electricity generation from MCH. Scherer et al. developed a seasonal electricity generation from MCH by employing solid oxide fuel cells (SOFCs) [24]. However, despite exhibiting high energy efficiency, SOFCs have very fragile characteristics owing to the reformation-based H<sub>2</sub> used for the fuel [25]. Most studies on fuel cells have a common challenge in terms of the inability to provide a large power output [25,26]. It has been reported that, for power units with a capacity greater than 10 MW, steam-turbine-based units are preferable over fuel cell power units [27]. An H<sub>2</sub>-fueled combustion turbine cycle (HFCTC) is expected to be a new energy source for the power sector, and certain countries, including Japan, have started its development [28]. To confirm its operability, a number of turbine manufacturers have reported studies on HFCTC, both numerically and experimentally, including H<sub>2</sub>-fueled burners [28,29]. Milewski et al. investigated the utilization of H<sub>2</sub> as a fuel based on a combined cycle concept with various plant utility configurations, and successfully achieved 60% energy efficiency [28]. Among these cycles, the Graz cycle has been developed further with an improved net efficiency of greater than 65% [26]. However, most of the combined cycles, including the Graz cycle, employ pure O<sub>2</sub>, resulting in additional utilities and energy required for O<sub>2</sub> separation from the air, leading to high-cost plants and a drop in efficiency of nearly 61% [26]. Moreover, the above studies have disregarded the hydrogenation process, and assumed that the H<sub>2</sub> feed is in a pure phase, which is very difficult to achieve in a real operation. Regarding the large-scale production of MCH, Aziz et al. developed novel integrated concepts of large-scale MCH production from both low-rank coal [11] and brown coal [30] by applying chemical looping and hydrogenation using toluene. These concepts have achieved high values of H<sub>2</sub> production while maintaining a clean technology for the environment. However, no evaluation regarding the dehydrogenation and utilization of H<sub>2</sub> from MCH has been conducted.

To the best of the authors' knowledge, few investigations have addressed the concept of energy-efficient electricity production from H<sub>2</sub> through MCH as a storage method. In this paper, we therefore propose the concept of an electricity generation plant, which is an integrated

system consisting of dehydrogenation and combined cycle systems. The dehydrogenation of MCH is integrated with a combined hydro-fuel cycle, which employs ambient air for combustion. Therefore, the proposed system is more realistic as it is based on a comprehensive energy balance analysis of the cycle. An adequate analysis of the heat circulation has been conducted through enhanced process integration (EPI) to ensure the high energy-efficiency of the proposed system.

## 2. Process modeling

### 2.1. Conceptual model

The proposed integrated-system was designed and optimized based on the principles of EPI in order to significantly reduce the exergy loss throughout the integrated system. EPI focuses mainly on the heat circulation optimization throughout the systems by promoting an effective exergy recovery and process integration, leading to minimum exergy loss [31]. Exergy recovery is initially performed in each single process in order to achieve the optimum heat recovery through an exergy rate elevation and heat coupling [32]. In addition, the unrecoverable heat from any process is utilized further in other processes. Therefore, the unrecoverable heat can be minimized, resulting in minimum energy waste into the environment, and a high energy-efficiency of the system. Such technology has been applied to several processes, including drying [33], H<sub>2</sub> production from algae [34], and biomass gasification [35].

Fig. 1 shows a conceptual diagram of the proposed integrated system. The system consists of three combined modules: MCH dehydrogenation, H<sub>2</sub> combustion, and a combined cycle power generation. The solid, dotted, and dashed lines represent the material, heat, and electricity flows, respectively.

One of the main processes of the systems is the highly endothermic dehydrogenation reaction of MCH, which contains a 6.2 wt% capacity of H<sub>2</sub>. MCH is supplied and transported from the hydrogenation plant using a large-sized vessel or pipeline. A packed bed reactor is employed in this module, and equipped with a catalyst to improve the reaction. Thermal energy for a dehydrogenation reaction is supplied mainly from recovered heat through pre-heating and combustion module exhaust before its remaining heat is converted into electrical energy through a combined cycle module.

As the main product of the dehydrogenation module, H<sub>2</sub> is further fed to the combustion module, whereas the separated toluene is returned to the hydrogenation plant for another cycle to be utilized as a carrier substance. In the combustion module, H<sub>2</sub> as a fuel is reacted with O<sub>2</sub> from the air, converting the chemical energy of H<sub>2</sub> into thermal energy. To obtain a reasonable combustion temperature, particularly the designated gas turbine inlet temperature, gas and steam discharged from the combined cycle are supplied back to the combustion chamber, cooling the burners and liners, and also controlling the fuel gas temperature. Exhaust gas, consisting of high-pressure and high-temperature

steam and gas, leaves the combustion chamber under a pre-determined temperature condition.

The last module, the combined cycle module, converts the thermal energy of the exhaust gas into electricity by utilizing the combination of gas and steam turbines. The hot exhaust gas from combustion is utilized initially as a heat source for the packed bed reactor to conduct dehydrogenation through a heat exchanger immersed inside the reactor, and sequentially flows to the combined cycle module for expansion.

### 2.2. Detailed system

In this section, a detailed design of the system is explained based on the process flow diagram shown in Fig. 2. The proposed system was evaluated through a theoretical calculation and software modeling using Aspen HYSYS ver. 8.8 (Aspen Technology, Inc.). To establish the model of the system, the following additional assumptions were employed during the calculations:

- (i) The rated flow rate of MCH is 100 t h<sup>-1</sup>.
- (ii) Heat exchangers, including HRSG, are a counter-flow type.
- (iii) The ambient pressure and temperature are 101.33 kPa and 25 °C, respectively.
- (iv) The kinetic and potential energy losses are negligible.
- (v) Air consists of 79 mol% N<sub>2</sub> and 21 mol% O<sub>2</sub>.
- (vi) The adiabatic efficiency of the pump and compressor is 90%.
- (vii) The pressure drop in the heat exchanger is 2%.
- (viii) The minimum approach temperature in the heat exchanger is 10 °C.
- (ix) There are no external heat losses.

#### 2.2.1. MCH dehydrogenation

The dehydrogenation module employs a packed bed reactor, and a catalyst is used inside the reactor to improve the following reaction. In addition, the pressure drop across the reactor is approximated using the following Eq. (2) [36]:



$$\Delta P = \frac{12.5(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \times (29.32Re^{-1} + 1.56Re^{-n} + 0.1) \frac{\rho u^2}{2} \frac{1}{d_p} \quad (2)$$

Among the various hydrogenation catalysts, a Pt catalyst has been studied by a number of researchers [22,37,38]. A theoretical review on the reaction kinetics and experimental results have shown that Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> is considered the best catalysts for MCH dehydrogenation in terms of activity, selectivity, and stability [22,38]. Dehydrogenation is an endothermic reaction, and therefore the required thermal energy is initially supplied through a self-heat exchange between the cold stream (process stream, F3) and hot stream (combustion flue gas, F9). Toluene, as an H<sub>2</sub> carrier, is returned to a hydrogenation plant (F17) for another cycle as an H<sub>2</sub> storage system.

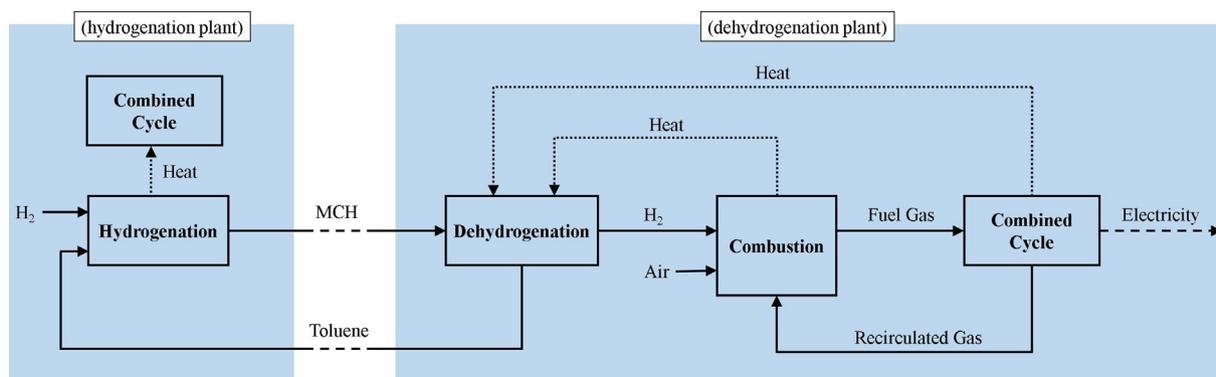


Fig. 1. Conceptual diagram of proposed integrated system.

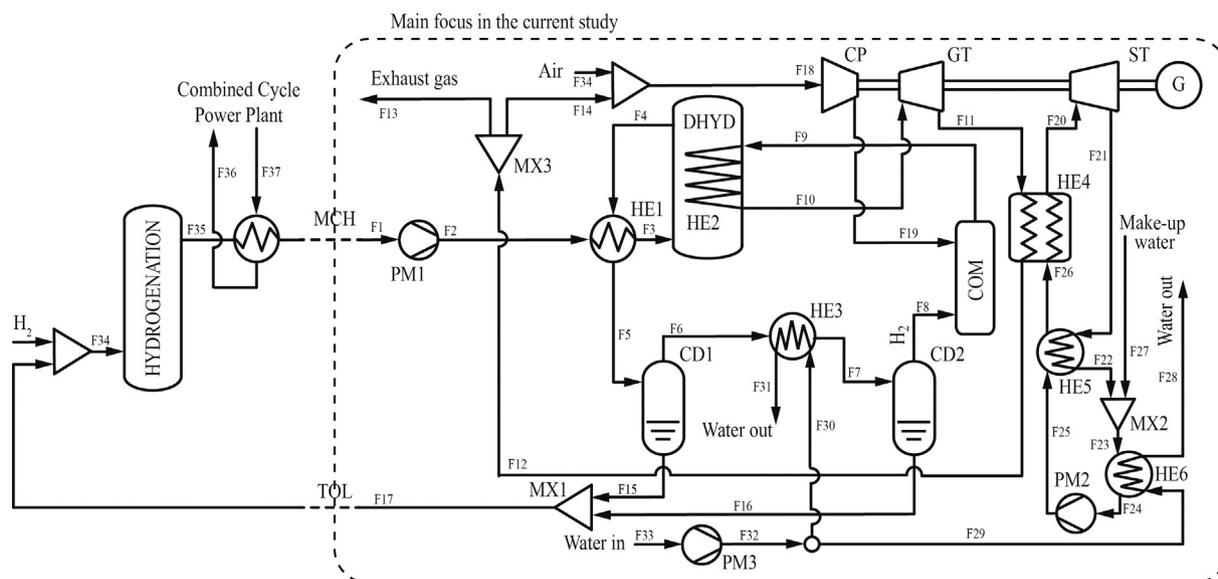
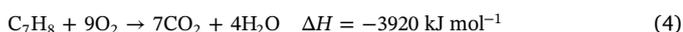
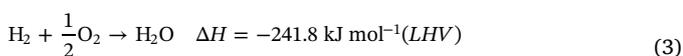


Fig. 2. Arrangement and process flow diagram of the proposed integrated system.

2.2.2. Combustion

H<sub>2</sub> produced from the dehydrogenation module is fed into the combustion chamber to be reacted with O<sub>2</sub> included in the air, converting the chemical energy of H<sub>2</sub> into thermal energy. Furthermore, thermal energy produced from a combustion reaction is utilized for producing the electricity in the combined cycle module, and the remaining heat is utilized to provide the thermal energy required for an endothermic reaction of dehydrogenation. Owing to the carbon-free combustion process of H<sub>2</sub>, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), which well known to be the main contributor of greenhouse gasses, is not emitted, as shown in reaction (3). In this study, after dehydrogenation, the gas and liquid phase substance is separated into separators (CD1, CD2) and cooled through water cooling (F30). Owing to the extremely different boiling temperature, H<sub>2</sub> is discharged in a gas phase, whereas toluene is discharged in a liquid phase. However, small portions of toluene in the gas phase remain and are mixed with H<sub>2</sub>, flowing into the combustion chamber. Therefore, a very small amount of CO<sub>2</sub> production may occur, as shown in reaction (4).



2.2.3. Combined cycle for electricity generation

The combined cycle consists of three main components: a gas turbine (GT), steam turbine (ST), and heat recovery steam generator (HRSG). EPI is applied throughout the system, including the heat circulation during the dehydrogenation, and the combined cycle to enhance the optimum heat circulation of the system and achieve a high energy-efficiency. Table 1 summarizes the conditions and assumptions for each module of the dehydrogenation and combined cycle.

In this study, the combined cycle is employed with a modification of the Graz cycle, whereas the exhaust gas from HRSG (F14) is partially returned to the combustion chamber for cooling, as well as to improve the energy density owing to the high heat capacity of water. Originally, the Graz cycle utilizes high-pressure steam from a high-pressure steam turbine to be fed into the combustion chamber for cooling [26,40]. However, in this study, the gas exhausted from the HRSG outlet is used instead of high-pressure steam, leaving the steam expansion process in the ST for optimum electrical generation. The HRSG outlet gas also has a lower temperature, providing an effective cooling process in the combustion chamber.

Table 1

Assumed conditions for each module of the dehydrogenation and combined cycle.

Parameter	Value	Symbol (Refer to Fig. 2)
<i>Dehydrogenation (DHYD)</i> [18,21,22,39]		
Reactor temperature (°C)	450	F4
Internal pressure (kPa)	120–150	DHYD
Catalyst	Pt/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–
Fuel temperature before separation (°C)	70	F7
Minimum toluene discharge ratio	90%	F17
<i>Power generation – Gas turbine (GT)</i> [11,26]		
Isentropic efficiency (%)	90	–
Inlet temperature (°C)	1400–1600	F10
Inlet pressure (MPa)	2.8–4.0	F10
<i>Power generation – Steam turbine (ST)</i> [11,26]		
Isentropic efficiency (%)	90	–
Inlet pressure (MPa)	10	F20
Steam turbine inlet temperature (°C)	522–581	F20
Minimum vapor quality	0.9	–

3. Results and discussion

The performance of the proposed integrated system was evaluated through the optimization of several key operating parameters with regard to a detailed system performance, and the energy efficiency of the system was compared with other similar systems. The performance of the system was evaluated by determining the system efficiency ( $\eta_{\text{power}}$ ) as follows:

$$\eta_{\text{system}} = \frac{W_{\text{net}}}{(\dot{m}_{\text{MCH}} \times LHV_{\text{MCH}} - \dot{m}_{\text{Toluene}} \times LHV_{\text{Toluene}})} \quad (5)$$

where  $\dot{m}_{\text{MCH}}$ ,  $\dot{m}_{\text{Toluene}}$ ,  $LHV_{\text{MCH}}$ , and  $LHV_{\text{Toluene}}$  are the mass flow rate of MCH, mass flow rate of toluene, LHV of MCH, and LHV of toluene, respectively. The generated net power as the final result of this system is compared with the difference in calorific value between MCH, as an input material, and toluene, as an output material. The net generated power ( $W_{\text{net}}$ ) is calculated based on the total power generated by the GT ( $W_{\text{GT}}$ ) and ST ( $W_{\text{ST}}$ ) with a consideration of the power consumed by auxiliaries ( $W_{\text{Aux}}$ ), which is shown as follows:

$$W_{\text{net}} = W_{\text{GT}} + W_{\text{ST}} - W_{\text{Aux}} \quad (6)$$

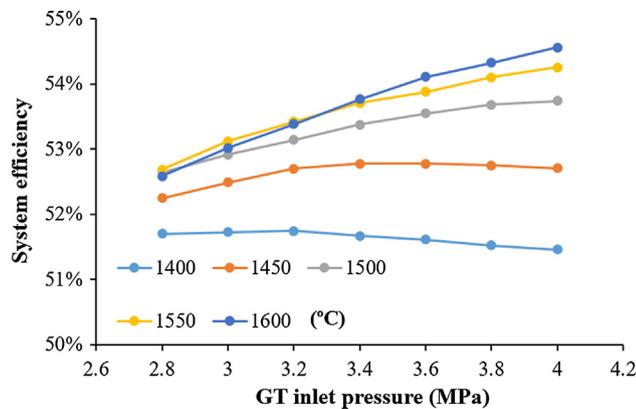


Fig. 3. System efficiency as a function of GT inlet pressure under different GT inlet temperatures.

### 3.1. Detailed system performance

The effects of various operating conditions, including the GT inlet pressure, GT inlet temperature, and ST inlet pressure, on the overall power generation and its efficiency were considered in this study. Calculations using Aspen HYSYS were utilized to investigate the required objectives.

#### 3.1.1. GT inlet pressure

Fig. 3 shows the effects of the variations in GT inlet pressure on the system efficiency under different GT inlet temperatures. It has been shown that the system efficiency increases following an increase in GT inlet pressure. Numerically, the highest system efficiency, which is 54.6% (net generated power of 132 MW), is achieved under a GT inlet pressure and temperature of 4 MPa and 1600 °C, respectively. This system efficiency decreases to 52.6% (net generated power of 128 MW) when the GT inlet pressure is decreased to 2.8 MPa under the same GT inlet temperature.

In detail, power generated by GT and ST increases at a higher pressure of the fuel gas owing to higher enthalpy. However, the power consumed by the compressor also increases, resulting in a compensation relationship between the GT inlet pressure and the compressor power consumption. At high temperature, the amount of additional power generated by a pressure increase is relatively higher than that achieved through an additional compressor application. However, at a lower temperature, the compressor operation increasing the gas pressure is higher than the total generated power, resulting in a decrease in the system efficiency. To decrease the GT inlet temperature, more re-circulated gas (F14) is required, causing an increase in the gas flow rate, and leading to a higher compressor load. The GT inlet pressure, shown as F10 in Fig. 2, is determined based on the compression ratio of the compressor (CP). The influence of the compression ratio on the combined cycle performance has been reported well in other similar arrangements of the combined cycle [26,41]. The energy required for compression significantly affects the net power generated by the combined cycle module.

#### 3.1.2. GT inlet temperature

Fig. 4 shows the influence of the GT inlet temperature on the system efficiency under different GT inlet pressures. In general, the GT inlet temperature strongly influences the system efficiency. At a GT inlet pressure of 4 MPa, the system efficiency increases from 52.7% (net generated power of 127 MW) to 54.6% (net generated power of 133 MW) when the GT inlet temperature is increased from 1400 °C to 1600 °C.

The GT inlet temperature is determined through a combustion reaction, which produces a very high-temperature flue gas, and by the temperature of the recycled gas from the HRSG outlet. The system

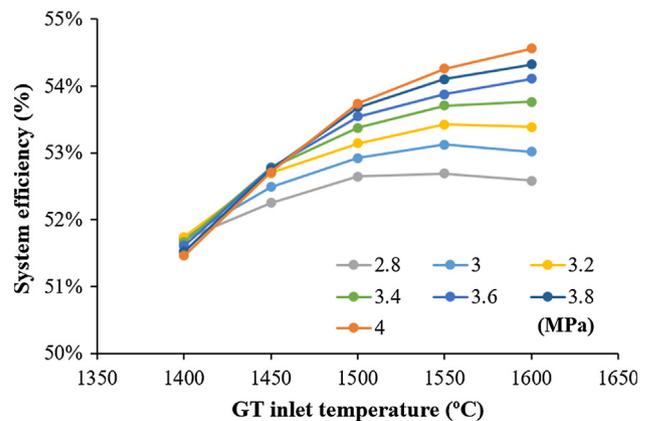


Fig. 4. System efficiency as a function of GT inlet temperature under different GT inlet pressures.

efficiency increases with a higher GT inlet temperature. A higher gas temperature has a higher exergy rate leading to larger energy/heat, which can be recovered by GT. Moreover, a higher GT inlet temperature results in less re-circulated gas, leading to a lower energy required for compression. However, as mentioned previously, the system performance is significantly influenced by the GT inlet pressure, which determines the amount of gas flow. A high GT inlet temperature causes a lower gas flow, affecting the amount of power generated by ST. The ST power is the compensation between the flue gas temperature and flow, as can be observed at a GT inlet pressure of 2.8 MPa, where system efficiency decreases when the GT inlet temperature reaches above 1550 °C.

#### 3.1.3. Condenser pressure

Another operating parameter that is believed to significantly influence the performance of the combined cycle is the condenser (HE6) pressure. Based on the thermodynamic curve, the condenser pressure, as the lowest pressure in the module, greatly affects the ST output. Fig. 5 shows the condenser pressure effect on the system efficiency at a GT inlet pressure and temperature of 4 MPa and 1500 °C, respectively. In general, the system efficiency increases following the lower pressure (more vacuum condition) of the condenser. The system efficiency increases from 53.7% to 52.9% when the condenser pressure is decreased from 85 to 35 kPa.

The condenser temperature is directly affected by the pressure owing to the saturated condition in the condenser. The lower pressure in the condenser can provide a lower temperature of ST expansion, which based on a Carnot cycle improves the system performance [42].

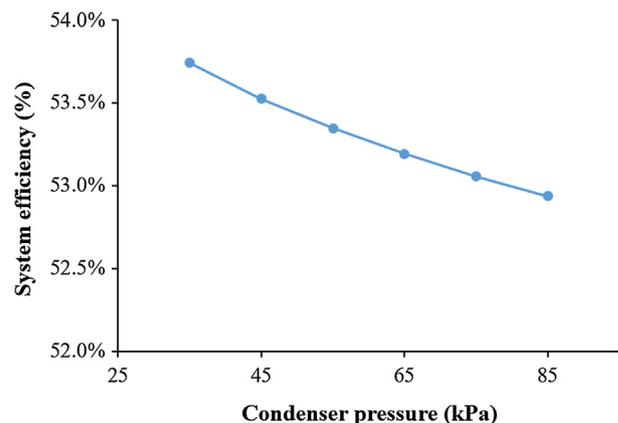


Fig. 5. System efficiency as a function of condenser pressure (GT inlet pressure and temperature of 4 MPa and 1500 °C, respectively).

**Table 2**

Conditions of major flows under optimum operation (GT inlet pressure of 4 MPa, GT inlet temperature of 1600 °C, and condenser pressure of 35 kPa).

Stream	Flow (t h <sup>-1</sup> )	Pressure (kPa)	Temperature (°C)	Stream	Flow (t h <sup>-1</sup> )	Pressure (kPa)	Temperature (°C)
F1	100	101.3	25	F11	597	150	710
F2	100	152	25	F12	597	147	80
F3	100	149	368	F17	85.3	140	37
F4	100	146	450	F19	597	4040	632
F5	100	143	70	F20	157	20,000	550
F7	78	140	25	F21	157	35	73
F8	14.7	140	25	F24	157	34	40
F9	597	4040	1845	F25	157	20,050	41
F10	597	4000	1600	F26	157	20,030	65

### 3.1.4. Optimum system condition

The optimum system condition is determined based on the main parameters, and was analyzed in the previous sections as resulting in the maximum system efficiency. Table 2 shows the mass flow rate, pressure, and temperature of the major flows, which represent the system performance under an optimal operation (GT inlet pressure of 4 MPa, GT inlet temperature of 1600 °C, and condenser pressure of 35 kPa).

### 3.2. Performance comparison with Graz cycle-based power generation

In terms of H<sub>2</sub> utilization when using steam turbine cycles, a number of studies have been reported under various configurations [28]. However, they have focused particularly on power generation from H<sub>2</sub>. In this study, we compared our proposed system with another system, including the dehydrogenation process in each system. The power generation efficiency, described in Eq. (5), was compared for each configuration because it represents the overall performance, including the dehydrogenation process.

Table 3 shows the main parameters and system performance of the

**Table 3**

Comparison of the main parameters and integrated system performance of Graz cycle based system [26] and the proposed integrated-system.

	Graz cycle-based system [26]	Proposed integrated system	Unit
<i>Conditions</i>			
Combustor outlet temperature	1500	1722	°C
GT inlet temperature	1500	1500	°C
GT inlet pressure	4	4	MPa
ST inlet pressure	17	20	MPa
Condenser pressure	0.0025	0.035	MPa
Minimum steam quality	0.893	0.9	
<i>Power Generation</i>			
GT power output	231.8	235.4	MW
ST power output	52.2	41.7	MW
Auxiliary power (pumps, etc.)	78.6	146.4	MW
ASU + O <sub>2</sub> compression	24.3	– <sup>a</sup>	MW
Net power	205.4	130.7	MW
H <sub>2</sub> LHV	120	120	MJ/kg
H <sub>2</sub> mass flow	2.5	1.71	kg/s
Power generation efficiency	<b>60.4%</b>	<b>63.7%</b>	
<i>Dehydrogenation</i>			
MCH mass flow	147,000	100,000	kg/h
MCH LHV	43.4	43.4	MJ/kg
Toluene mass flow	124150.5	85,298	kg/h
Toluene LHV	40.6	40.6	MJ/kg
Energy required for dehydrogenation	99.9 <sup>b</sup>	– <sup>b</sup>	MW
System Efficiency	<b>22.7%</b> <sup>b</sup>	<b>53.7%</b>	

<sup>a</sup> ASU and O<sub>2</sub> are not required owing to the air-fuel combustion type in the proposed model

<sup>b</sup> The dehydrogenation process for the Graz cycle was calculated based on a stoichiometric reaction, using a conservative heat recovery system.

proposed integrated system compared with the Graz cycle, which is integrated with the dehydrogenation process (Graz cycle-based system), for a comprehensive analysis. The dehydrogenation process in the Graz cycle-based system is calculated through a stoichiometric reaction shown in Eq. (1). The amount of MCH and toluene are calculated based on the H<sub>2</sub> mass flow rate, with a toluene discharge ratio of 0.9. Although each system has a different rated power output, the system efficiency represents the overall system performance.

The Graz cycle employs oxy-fuel combustion, in which pure O<sub>2</sub> is supplied from an air separation unit (ASU) and through the O<sub>2</sub> compression process. Therefore, an additional power consumption of 24.3 MW is supplied from the generated power. Our proposed integrated system utilizes air-combustion, eliminating the requirement of ASU and an additional compression system. The power generation efficiency ( $\eta_{power}$ ) can be calculated for each system based on the following equation:

$$\eta_{power} = \frac{W_{net}}{(\dot{m}_{H_2} \times LHV_{H_2})} \quad (7)$$

where  $W_{net}$ ,  $\dot{m}_{H_2}$ , and  $LHV_{H_2}$  are the net power generation, mass flow rate of H<sub>2</sub>, and LHV of H<sub>2</sub>, respectively.

Compared to the Graz cycle-based system (with a power generation efficiency of 60.37%), as shown in Table 3, the integrated system proposed in this study shows a higher power generation efficiency of 63.7%. This may indicate that an air-fuel combustion cycle is more efficient than an oxy-fuel combustion cycle in terms of the total energy efficiency owing to the excessive power consumption of ASU. Furthermore, Sanz et al. proposed the use of the Graz cycle as an efficient power generation under the assumption that high purity O<sub>2</sub> is available as a by-product from the H<sub>2</sub> production through electrolysis [26]. Therefore, in an integrated H<sub>2</sub> storage and power generation system, in which O<sub>2</sub> is unavailable within the process, as proposed in the present study, air-fuel combustion is considered to be more effective. In addition, air-fuel combustion has been well applied in a typical combined cycle plant with fewer components, providing a low initial power plant cost.

In this study, an integrated power generation system achieved through H<sub>2</sub> storage (MCH) is proposed. The overall system performance was analyzed by comparing the system efficiency ( $\eta_{system}$ ) for both a Graz cycle-based system and the proposed integrated system. The dehydrogenation process in the Graz cycle-based system was calculated stoichiometrically based on the reaction shown in Eq. (1). Moreover, the energy required for the endothermic reaction of dehydrogenation was calculated under the assumption that the dehydrogenation system was designed based on conventional heat recovery technology for minimum exergy loss.

The proposed integrated system was shown to have a significantly higher efficiency of 53.7% compared to the Graz cycle-based system, at 23%. The system efficiency of the Graz cycle-based system is lower due to an extensive energy demand following an endothermic reaction of dehydrogenation. In addition, in the proposed integrated-system, the hot flue gas after combustion (F9) has a higher temperature (1722 °C)

**Table 4**  
Typical condition of hydrogenation plant.

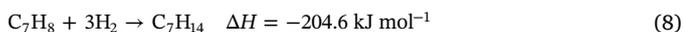
Parameter	Value	Symbol (Refer to Fig. 2)
Pressure (kPa)	130	–
Temperature (°C)	200	F20
Catalyst	Ni-Mo/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F20
Catalyst particle size (mm)	0.3	–
Sphericity (–)	0.5	–

than that of the Graz cycle-based system (1500 °C). High-temperature gas is used as the thermal energy source for a reaction, reducing the exergy loss from the system, and thereby increasing the overall system efficiency.

In addition, further improvement can be achieved in the proposed system by decreasing the condenser pressure. As shown in Fig. 5, the system efficiency increases at a lower condenser pressure. The condenser pressure of the proposed integrated system is set to 35 kPa, although it can be decreased further to as low as that of the Graz cycle-based system (2.5 kPa). With a lower condenser pressure, it is expected that the proposed integrated system can achieve higher power generation efficiency, and thus higher system efficiency.

### 3.3. Overall performance including MCH production (hydrogenation)

MCH production is carried out in hydrogenation plant, where H<sub>2</sub> is bonded with toluene, resulting in the MCH formation. Hydrogenation is an exothermic reaction, producing heat as one of results of reaction. As mentioned above, theoretically, MCH has volumetric and gravimetric H<sub>2</sub> contents of 47% and 6.2%, respectively. Hydrogenation process including the catalyst used in the reaction is considered a well-established technology with the reaction as follow,



The produced heat from hydrogenation reaction can be recovered by other systems that are coupled with hydrogenation plant. Aziz and his co-workers have developed and reported several integrated H<sub>2</sub> production and power generation systems from microalgae [34], low rank coal with syngas chemical looping [11], and brown coal with direct chemical looping [30]. In their developed system, H<sub>2</sub> which is produced from the system, was bonded with toluene in hydrogenation plant. The remaining syngas is utilized as fuel gas in the combined cycle power plant to generate electricity. The excess heat produced from hydrogenation reaction is recovered for preheating the cold stream flow of combined cycle, reducing the exergy loss of the system. Therefore, highly energy-efficient system can be achieved.

Typical condition of hydrogenation process is presented in Table 4. Hydrogenator consists of a mixer, reactor, and heat exchanger. Fixed bed reactor is employed with catalyst loaded inside the bed.

In case of coal as the primary resource for H<sub>2</sub> production, based on [11,30], the total energy efficiencies, including produced H<sub>2</sub> which is hydrogenated in MCH and generated power, for each syngas and direct chemical looping are 84% and 91%, respectively. Combining those studies and the obtained result in the current study, the overall energy efficiency from primary energy source (coal) to the generated power at the utilization site after dehydrogenation is about 46–49%. This is considered very high and can be achieved due to effective heat circulation through EPI.

## 4. Conclusion

An integrated system using dehydrogenation and a power generation process was proposed to gain energy from chemically bonded H<sub>2</sub> in MCH. MCH-toluene has been well reported as a promising H<sub>2</sub> storage system, and has been practically applied at an industrial scale. A highly endothermic dehydrogenation reaction is covered by the heat

generated from the air-fuel combustion of H<sub>2</sub>. Moreover, the remaining heat is supplied to the combined cycle plant, and optimized using enhanced process integration (EPI) to reduce the exergy loss, leading to a highly efficient system.

A comparison between the proposed integrated-system and a Graz cycle-based system was carried out to evaluate the overall system performance. The results show that the proposed integrated system can provide energy for the dehydrogenation process while maintaining a highly efficient combined cycle as the power generation system. The power generation efficiency of the proposed integrated system is higher than that of the Graz cycle-based system, mainly owing to the air-fuel combustion, which requires less energy and fewer components. With a higher combustion temperature and heat recovery optimization, the proposed integrated system has a significantly high system efficiency of 53.7%, compared to that of the Graz cycle based-system, at 23%.

## Acknowledgment

This research was supported by JSPS KAKENHI Grant No. 16K18355. F.B.J. acknowledges the Indonesia Endowment Fund for Education (LPDP) for their support of this study.

## References

- [1] International Energy Agency. Executive Summary - Medium-Term Renewable Energy Market Report; 2016.
- [2] Bhattacharya M, Paramati SR, Ozturk I, Bhattacharya S. The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries. *Appl Energy* 2016;162:733–41.
- [3] Quan H, Srinivasan D, Khambadkone AM, Khosravi A. A computational framework for uncertainty integration in stochastic unit commitment with intermittent renewable energy sources. *Appl Energy* 2015;152:71–82.
- [4] Robinius M, et al. Power-to-gas: electrolyzers as an alternative to network expansion – an example from a distribution system operator. *Appl Energy* 2018;210:182–97. May 2017.
- [5] Schlapbach L, Züttel A. Hydrogen-storage materials for mobile applications. *Nature* 2001;414(6861):353–8.
- [6] Gahleitner G. Hydrogen from renewable electricity: An international review of power-to-gas pilot plants for stationary applications. *Int J Hydrogen Energy* Feb. 2013;38(5):2039–61.
- [7] Dincer I. Hydrogen and fuel cell technologies for sustainable future. *JJMIE* 2008;2(1).
- [8] Zaini IN, Nurdiawati A, Aziz M. Cogeneration of power and H<sub>2</sub> by steam gasification and syngas chemical looping of macroalgae. *Appl Energy* 2017;207:134–45.
- [9] Zhang H, Chen W, Huang W. TIMES modelling of transport sector in China and USA: comparisons from a decarbonization perspective. *Appl Energy* 2016;162:1505–14.
- [10] Sarkar A, Banerjee R. Net energy analysis of hydrogen storage options. *Int J Hydrogen Energy* Jul. 2005;30(8):867–77.
- [11] Aziz M, Juangsa FB, Kurniawan W, Budiman BA. Clean Co-production of H<sub>2</sub> and power from low rank coal. *Energy* Dec. 2016;116:489–97.
- [12] Graetz J. New approaches to hydrogen storage. *Chem Soc Rev* Dec. 2009;38(1):73–82.
- [13] Bracha M, Lorenz G, Patzelt A, Wanner M. Large-scale hydrogen liquefaction in Germany. *Int J Hydrogen Energy* Jan. 1994;19(1):53–9.
- [14] Baker CR, Shaner RL. A study of the efficiency of hydrogen liquefaction. *Int J Hydrogen Energy* 1978;3(3):321–34.
- [15] Preuster P, Papp C, Wasserscheid P. Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHCs): toward a hydrogen-free hydrogen economy. *ACC Chem Res* Jan. 2017;50(1):74–85.
- [16] Aziz M, Putranto A, Biddinika MK, Wijayanta AT. Energy-saving combination of N<sub>2</sub> production, NH<sub>3</sub> synthesis, and power generation. *Int J Hydrogen Energy* Nov. 2017;42(44):27174–83.
- [17] Brautbar N, Wu MP, Richter ED. Chronic ammonia inhalation and interstitial pulmonary fibrosis: a case report and review of the literature. *Arch. Environ. Heal. An Int. J. Sep. 2003;58(9):592–6.*
- [18] Okada Y, Shimura M. Development of large-scale H<sub>2</sub> storage and transportation technology with Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC). *Jt. GCC-JAPAN Environ. Symp.*; 2013.
- [19] Aziz M, Zaini IN. Hydrogen production from algal pathways. *Encyclopedia of sustainability science and technology*. New York, NY: Springer New York; 2018. p. 1–28.
- [20] Brückner N, et al. Evaluation of industrially applied heat-transfer fluids as liquid organic hydrogen carrier systems. *ChemSusChem* Jan. 2014;7(1):229–35.
- [21] Fikrt A, et al. Dynamic power supply by hydrogen bound to a liquid organic hydrogen carrier. *Appl Energy* May 2017;194:1–8.
- [22] Li G, Yada K, Kanezashi M, Yoshioka T, Tsuru T. Methylcyclohexane dehydrogenation in catalytic membrane reactors for efficient hydrogen production. *Ind Eng Chem Res Sep. 2013;52(37):13325–32.*
- [23] Hatim MDI, Fazara MAU, Syarhabil AM, Riduwan F. Catalytic dehydrogenation of

- methylcyclohexane (MCH) to toluene in a palladium/alumina hollow fibre membrane reactor. *Procedia Eng.* Jan. 2013;53:71–80.
- [24] Scherer GWH, Newson E. Analysis of the seasonal energy storage of hydrogen in liquid organic hydrides. *Int J Hydrogen Energy* 1998;23(1):19–25.
- [25] Turco M, Ausiello A, Micoli L. Treatment of biogas for feeding high temperature fuel cells. Cham: Springer International Publishing; 2016.
- [26] Sanz W, Braun M, Jericha H, Platzer MF. Adapting the zero-emission graz cycle for hydrogen combustion and investigation of its part load behaviour. In: *Proceedings of ASME Turbo Expo*; 2016.
- [27] Malyshenko S, Gryaznov A, Filatov N. High-pressure H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>-steam generators and their possible applications. *Int J Hydrogen Energy* May 2004;29(6):589–96.
- [28] Milewski J. Hydrogen utilization by steam turbine cycles. *J J Power Technol.* 2015;95(4):258–64.
- [29] Cappelletti A, Martelli F, Marta VS. Investigation of a pure hydrogen fueled gas turbine burner. *Int J Hydrogen Energy* 2017;42(15):10513–23.
- [30] Aziz M, Zaini IN, Oda T, Morihara A, Kashiwagi T. Energy conservative brown coal conversion to hydrogen and power based on enhanced process integration: Integrated drying, coal direct chemical looping, combined cycle and hydrogenation. *Int J Hydrogen Energy* Feb. 2017;42(5):2904–13.
- [31] Aziz M, Oda T, Kashiwagi T. Integration of energy-efficient drying in microalgae utilization based on enhanced process integration. *Energy* Jun. 2014;70:307–16.
- [32] Darmawan A, Hardi F, Yoshikawa K, Aziz M, Tokimatsu K. Enhanced process integration of black liquor evaporation, gasification, and combined cycle. *Appl Energy* 2017;204:1035–42.
- [33] Aziz M, Kansha Y, Kishimoto A, Kotani Y, Liu Y, Tsutsumi A. Advanced energy saving in low rank coal drying based on self-heat recuperation technology. *Fuel Process Technol* Dec. 2012;104:16–22.
- [34] Aziz M. Integrated hydrogen production and power generation from microalgae. *Int J Hydrogen Energy* Jan. 2016;41(1):104–12.
- [35] Prabowo B, Aziz M, Umeki K, Susanto H, Yan M, Yoshikawa K. CO<sub>2</sub>-recycling biomass gasification system for highly efficient and carbon-negative power generation. *Appl Energy* Nov. 2015;158:97–106.
- [36] Sug Lee J, Ogawa K. Pressure drop through packed bed. *J Chem Eng Jpn* 1994;24(5):691–3.
- [37] Usman M, Cresswell D, Garforth A. Detailed reaction kinetics for the dehydrogenation of methylcyclohexane over Pt catalyst. *Ind Eng Chem Res Jan.* 2012;51(1):158–70.
- [38] Alhumaidan F, Cresswell D, Garforth A. Hydrogen storage in liquid organic hydride: producing hydrogen catalytically from methylcyclohexane. *Energy and Fuels* 25(10). American Chemical Society. p. 4217–4234, 20-Oct-2011.
- [39] Alhumaidan F, Tsakiris D, Cresswell D, Garforth A. Hydrogen storage in liquid organic hydride: Selectivity of MCH dehydrogenation over monometallic and bimetallic Pt catalysts. *Int J Hydrogen Energy* Oct. 2013;38(32):14010–26.
- [40] Sanz W, Jericha H, Moser M, Heitmeir F. Thermodynamic and economic investigation of an improved graz cycle power plant for CO. In: *Volume 7: Turbo Expo 2004, 2004.* p. 409–18.
- [41] Ibrahim TK, Rahman MM. Effect of compression ratio on performance of combined cycle gas turbine. *Int J Energy Eng Aug.* 2012;2(1):9–14.
- [42] Chuang C-C, Sue D-C. Performance effects of combined cycle power plant with variable condenser pressure and loading. *Energy* Jul. 2005;30(10):1793–801.