



Submit an Article  
(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/index>)

## User

You are logged in as...

sitijamilatun

» [My Journals](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submissions>)

» [My Profile](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submissions>)

» [Log Out](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submissions>)

## Score SINTA



(<http://sinta.ristekbrin.id/6425>)

## About Journal

» [Focus and Scope](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/about>)

» [Editorial Board](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/about>)

» [Reviewers](#)

[Acknowledgement](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/about>)

## Author Guidelines

» [Author](#)

[Home \(https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/index\)](https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/index) / [User](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/user>) / [Author](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author>) / [Submissions](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author>) / [#7234](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submission/7234>) /

[Review](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submissionReview/7234>)

## #7234 Review

[Summary \(https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submissionReview/7234\)](https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submissionReview/7234)

[Review \(https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submissionEditing/7234\)](https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submissionEditing/7234)

[Editing \(https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submissionEditing/7234\)](https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submissionEditing/7234)

## Submission

**Authors** Siti Jamilatun, Ikko Nirwana Luthfiani, Dita Permata Putri, J  
[redirectUrl=https%3A%2F%2Fejournal.unida.gontor.ac.id%2F](https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submissionRedirectUrl=https%3A%2F%2Fejournal.unida.gontor.ac.id%2F)

**Title** The Effect of Variations of Stearin Mass and Used Cooking

**Section** Articles

**Editor** Ilham Mufandi (<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submission>)

## Peer Review

### Round 1

**Review** [7234-19100-2-RV.docx](#)

**Version** (<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/download/7234-19100-2-RV.docx>)  
27-01-2022

**Initiated** 29-01-2022

**Last modified** 21-03-2022

**Uploaded** Reviewer A [7234-20021-1-RV.docx](#)

**file** (<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/download/7234-20021-1-RV.docx>)  
18-03-2022

## Editor Decision

**Guidelines**

[\(/index.php/atj/about](#)

» **Author Fee**

[\(/index.php/atj/about  
1\)](#)

» **Publication Ethics**

[\(/index.php/atj/about  
0\)](#)

» **Peer Review Process**

[\(/index.php/atj/about](#)

**About Publisher**

» **ISSN 2599-0799 (Print)**

<http://u.lipi.go.id/1510651139>

» **ISSN 2598-9480 (Online)**

<http://u.lipi.go.id/1509594585>

**Journal Visitors**

» **Visitor Statistics**

[https://statcounter.com/p12131487/?  
guest=1](https://statcounter.com/p12131487/?guest=1)

**Decision** Accept Submission 17-05-2022

**Notify Editor**  [\\_ \(https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/e](https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/e)  
Email Record   
[\(javascript:openComments\('https://ejournal.unida.gontor.ac.  
17-05-2022](#)

**Editor Version** 

**Author Version**  2022   2022   2022

**Upload Author Version**



Pageviews: 6,345

**FLAG** counter

(<https://info.flagcounter.com/TfaO>)



(<https://drive.google.com/file/d/1-LXGvLw4vEvZhIVIFx2GN2sTokuCEJVQ/view?usp=sharing>)

### Indexed



(<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=mOImDsoAAAAJ>)



(<https://search.crossref.org/?q=Agroindustrial+Technology+Journal>)



([http://garuda.ristekbrin.go.id/journal/view/12325?issue=Vol%203,%20No%202%20\(2019\):%20Agroindustrial%20Technology%20Journal](http://garuda.ristekbrin.go.id/journal/view/12325?issue=Vol%203,%20No%202%20(2019):%20Agroindustrial%20Technology%20Journal))



([https://app.dimensions.ai/discover/publication?search\\_mode=content&or\\_facet\\_source\\_title=jour.1365543](https://app.dimensions.ai/discover/publication?search_mode=content&or_facet_source_title=jour.1365543))

GS Citation : ATJ

	All	Since 2017
Citations	81	80
h-index	4	4
i10-index	1	1

### Screening for Plagiarism



(<https://plagiarismcheckerx.com/>)



[\(https://www.turnitin.com/\)](https://www.turnitin.com/)

**Open  
Journal  
Systems**

[\(http://pkp.sfu.ca/ojs/\)](http://pkp.sfu.ca/ojs/)

**Journal Help**

[\(javascript:openHelp\('https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/help/view'\)\)](javascript:openHelp('https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/help/view'))

**Notifications**

» **View**

[\(https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/notification\)](https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/notification)

(7 new)

» **Manage**

[\(https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/notification/settings\)](https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/notification/settings)

**Author**

**Submissions**

» **Active**

[\(https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/index/active\)](https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/index/active)

(0)

» **Archive**

[\(https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/index/completed\)](https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/index/completed)

(1)

» **New**

**Submission**

[\(https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submit\)](https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submit)

**Language**

Select Language

English ▼

Submit

**Journal  
Content**

Search

Search Scope

All ▼

Search

## Browse

### » [By Issue](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/issue/archive>)

### » [By Author](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/search/authors>)

### » [By Title](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/search/titles>)

### » [Other](#)

#### [Journals](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/index>)

### » [Categories](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/index/search/categories>)

## Information

### » [For Readers](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/information/readers>)

### » [For Authors](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/information/authors>)

### » [For Librarians](#)

(<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/information/librarians>)

Published by Universitas Darussalam Gontor  
Managed by Agroindustrial Technology Department  
Siman Street, Km 6, Siman Subdistrict, Ponorogo, East Java, Indonesia



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](#).

35589 [View My Stats](#)

ISSN: 2598-9480

Published by Universitas Darussalam Gontor



ATJ

Tulis



▼ Email

**Kotak Masuk** 9.572

Berbintang

Ditunda

Penting

Terkirim

**Draf** 198

▶ **Kategori**

**Unwanted** 1

▼ Chat +

Rachma Tia Evitasari

maryudi maryudi

Melia Dian

Heni Anggorowati

Shinta Amelia

Aquus Aktawan

▼ Ruang +

Meeting Prodi Teknik Ki...

▶ Rapat

**[ATJ] Submission Acknowledgement** Ekster



**Agroindustrial Technology Journal** <editor.atj@unida.gontor.ac.id>

kepada saya, ikko1800020135, dita1800020158 ▼

Dear: Dr. Siti Jamilatun:

Thank you for submitting the manuscript, "The Effect of Variations of Stearin Mass and Used Cooking Oil From Purification with Activated Ca the Quality of The Candle" to Agroindustrial Technology Journal. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL:

<https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj/author/submission/7234>

Username: sitijamilatun

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering journal as a venue for your work.

Ilham Mufandi

Agroindustrial Technology Journal

Agroindustrial Technology Journal

<http://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj>

--

**Agroindustrial Technology Journal**

UNIVERSITY OF DARUSSALAM GONTOR

Jl. Raya Siman Km.6 Siman Ponorogo 63472 Telp/Faximile: (+62 352) 357 4562 / (+62 352) 488182

email : [editor.atj@unida.gontor.ac.id](mailto:editor.atj@unida.gontor.ac.id)



**Siti Jamilatun UAD** <sitijamilatun@che.uad.ac.id>

Tulis



Email

- Kotak Masuk** 9.572
- Berbintang
- Ditunda
- Penting
- Terkirim
- Draf** 198
- Kategori**
- Unwanted** 1

Chat

- Rachma Tia Evitasari
- maryudi maryudi
- Melia Dian
- Heni Anggorowati
- Shinta Amelia
- Aqus Aktawan

Ruang

Meeting Prodi Teknik Ki...

Rapat

[ATJ]-Request Revision from Editor Eksternal



Agroindustrial Technology Journal <editor.atj@unida.gontor.ac.id>

kepada Nur, saya

Dear: Nur Aini, and Dr. Siti Jamilatun

Hope you are doing well and staying healthy.

Thank you for submitting a research article in Agroindustrial Technology Journal. We are pleased to inform you that your paper has been reviewed by the Editor. We also strongly advise that you check the similarity index (e.g., using Turnitin). Please note that we expect to receive your revised manuscript within 1 week.

If you find any problem, please feel free to contact us.

Editor in Chief:  
Ilham Mufandi, S.T., M.Eng

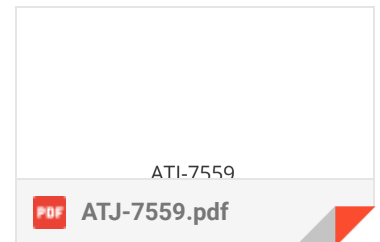
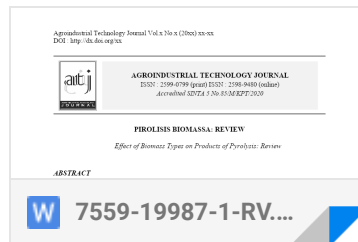
Agroindustrial Technology Journal


UNIVERSITY OF DARUSSALAM GONTOR


Jl. Raya Siman Km.6 Siman Ponorogo 63472 Telp/Fax: (+62 352) 357 4562 / (+62 352) 488182

email : [editor.atj@unida.gontor.ac.id](mailto:editor.atj@unida.gontor.ac.id)

2 Lampiran












Tulis

←
📁
⚠️
🗑️
✉️
🕒
🔄
📄
🗨️
⋮

▼ Email

- 📧 **Kotak Masuk**
9.572
- ☆ Berbintang
- 🕒 Ditunda
- 📌 Penting
- ▶ Terkirim
- 📄 **Draf**
198
- ▶ **Kategori**
- 🗑️ **Unwanted**
1

▼ Chat +

- 
Rachma Tia Evitasari
- 
maryudi maryudi
- 
Melia Dian
- 
Heni Anggorowati
- 
Shinta Amelia
- 
Aqus Aktawan

▼ Ruang +

- M
Meeting Prodi Teknik Ki...

▶ Rapat

?

**Ilham Mufandi** <Ilham.Mufandi@chemical.iitd.ac.in>  
kepada saya, Ikko, Dita ▼

Siti Jamilatun:


We have reached a decision regarding your submission to Agroindustria Technology Journal, "The Effect of Variations of Stearin Mass and Used Cooking Oil From Purification with Activated Carbon on the Quality of Tt Candle".

Our decision is to: Accept Submission

Ilham Mufandi  
(Scopus ID: 57217089299, WoS ID: AGN-4305-2022) Department of Ag Technology, University of Darussalam Gontor, Indonesia)  
Phone +6285766890141  
[Ilham.Mufandi@chemical.iitd.ac.in](mailto:Ilham.Mufandi@chemical.iitd.ac.in)

---

Agroindustrial Technology Journal  
<http://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/atj>



**Siti Jamilatun UAD** <sitijamilatun@che.uad.ac.id>  
kepada Siti ▼

⋮

← Balas

→ Teruskan

<https://mail.google.com/mail/u/0/#search/ATJ/FMfcgzGpFzrjPKZgQNTBvZfCzFWGPIrT>

1/1





ATJ

Tulis



Email

Kotak Masuk 9.572

Berbintang

Ditunda

Penting

Terkirim

Draf 198

Kategori

Unwanted 1

Chat

+

Rachma Tia Evitasari

maryudi maryudi

Melia Dian

Heni Anggorowati

Shinta Amelia

Aqus Aktawan

Ruang

+

Meeting Prodi Teknik Ki...

Rapat

# Letter of Acceptance (LoA) ATJ Eksternal



**Agroindustrial Technology Journal** <editor.atj@unida.gontor.ac.id>

kepada saya, Nur

Dear: Author

*Bismillahirrahmanirrahim,  
Assalamu'alaikum. Wr.Wb*

Hope this email find you well

It's my pleasure to inform you that your paper has been accepted to pub  
Here, I attach the Letter of Acceptance (LoA). You also can see your art  
Thank you for submitting your article on **ATJ**.

Best regards

Ilham Mufandi, S.T., M.Eng

Editor in chief

--

### Agroindustrial Technology Journal

UNIVERSITY OF DARUSSALAM GONTOR

Jl. Raya Siman Km.6 Siman Ponorogo 63472 Telpon/Faximile: (+62 352) 357 4562 / (+62 352) 488182

email : [editor.atj@unida.gontor.ac.id](mailto:editor.atj@unida.gontor.ac.id)

### 3 Lampiran



Thanks a lot.

Thank you so much for the great news!



**AGROINDUSTRIAL TECHNOLOGY JOURNAL**

ISSN : 2599-0799 (print) ISSN : 2598-9480 (online)

Accredited SINTA 5 No.85/M/KPT/2020

**PENGARUH VARIASI MASSA STEARIN DAN MINYAK JELANTAH HASIL  
PENJERNIHAN DENGAN KARBON AKTIF TERHADAP KUALITAS LILIN**

*The Effect of Variations of Stearin Mass and Used Cooking Oil From Purification with  
Activated Carbon on the Quality of The Candle*

*Siti Jamilatun<sup>1\*</sup>, Ikko Nirwana Luthfiani<sup>1</sup>, Dita Permata Putri<sup>1</sup>, Joko Pitoyo<sup>1</sup>,  
Aster Rahayu<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Department of Chemical Engineering, Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Ringroad  
Selatan, Kragilan, Tamanan, Banguntapan, Bantul, D.I.Yogyakarta, 55191

<sup>\*</sup>Email Korespondensi: [sitijamilatun@che.uad.ac.id](mailto:sitijamilatun@che.uad.ac.id)

Info Artikel: Diterima 21 Januari 2022, Diperbaiki 10 Maret 2022, Disetujui 17 Mei 2022

**ABSTRACT**

*Cooking oil is vegetable oil that has been purified and can be used as foodstuff. Consumption of cooking oil is used as a medium for frying foodstuff, to add flavor and to form texture in bread making. Cooking oil that has been used repeatedly or commonly known as used cooking oil has a very bad impact on our body and will pollute the environment if it is not managed properly. Candles are made of paraffin, melt easily when heated, and can be used as a light source. For making candles, a chemical is added, namely stearin. The function of this stearin is to give shape for candles because stearin will solidify once it cools. The presence of palmitic acid and stearic acid contained in stearin causes stearin to be in a solid state at room temperature. The study was conducted using 400 ml of used cooking oil which was then clarified with variations in the mass of activated carbon as much as 40, 80, and 120 grams. The clarified oil will then be analyzed for its absorbance value using a spectrophotometer UV/VIS, then it will become a wax with the addition of variations in the mass of stearin as much as 50, 75, and 100 grams. The resulting candle will be tested which includes hardness, organoleptic test, flame test, and flame resistance of the candle.*

**Keywords:** *Activated carbon; Candle; Used cooking oil; Stearin*

**ABSTRAK**

Minyak goreng adalah minyak nabati yang telah dimurnikan dan dapat digunakan sebagai bahan pangan. Konsumsi minyak goreng digunakan sebagai media menggoreng bahan pangan, penambah cita rasa dan membentuk tekstur pada pembuatan roti. Minyak goreng yang sudah digunakan berulang kali atau yang biasa disebut dengan minyak jelantah memiliki dampak yang sangat buruk bagi kesehatan tubuh dan akan mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Salah satu cara mengatasi polusi limbah minyak jelantah adalah dibuat lilin. Lilin merupakan bahan yang terbuat dari parafin, mudah mencair jika dipanaskan, dan

dapat digunakan sebagai sumber penerangan. Dalam pembuatan lilin, ditambahkan bahan kimia yaitu stearin. Fungsi dari stearin ini adalah untuk memberi bentuk pada lilin karena stearin akan menjadi padat setelah dingin. Adanya asam palmitat dan asam stearat yang terkandung di dalam stearin yang menyebabkan stearin berada pada kondisi padat pada suhu kamar. Penelitian dilakukan menggunakan 400 ml minyak jelantah yang kemudian dijernihkan dengan variasi massa karbon aktif sebanyak 40, 80, dan 120 gram. Minyak yang telah dijernihkan selanjutnya akan dianalisis nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV/VIS, kemudian akan diproses menjadi lilin dengan penambahan variasi massa stearin sebanyak 50, 75, dan 100 gram. Lilin yang dihasilkan tersebut akan dilakukan pengujian yang meliputi kekerasan, uji organoleptik, uji nyala, dan ketahanan nyala lilin.

**Kata kunci:** Karbon aktif; Lilin; Minyak jelantah; Stearin

## PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, masyarakat Indonesia menggunakan minyak goreng dalam proses pengolahan makanan. Minyak goreng merupakan minyak nabati yang telah dimurnikan dan dapat digunakan sebagai bahan pangan. Minyak goreng merupakan salah satu dari sembilan bahan pokok yang dikonsumsi oleh seluruh lapisan masyarakat (Riyanta, dkk., 2016). Perkembangan konsumsi minyak goreng sawit di tingkat rumah tangga di Indonesia selama periode 2002 – 2018 pada umumnya mengalami peningkatan dengan rata-rata sebesar 4,66% per tahun. Konsumsi minyak goreng sawit tahun 2020 dan 2021 masing-masing sebesar 11,53 liter/kapita/tahun atau 9,22 kg/kapita/tahun dan 11,86 liter/kapita/tahun atau 9,49 kg/kapita/tahun (Sehusman, 2019). Tingginya konsumsi minyak goreng sejalan dengan meningkatnya jumlah limbah minyak yang dihasilkan. Tingginya konsumsi minyak goreng membuat penggunaan minyak goreng biasanya dilakukan secara berulang kali, padahal

minyak goreng hanya dapat digunakan dengan batasan tertentu (Adhani, dkk., 2019). Penggunaan minyak goreng yang berulang-ulang dan kontinu akan mengakibatkan terjadinya reaksi degradasi sehingga menurunkan kualitas minyak goreng, kerusakan minyak goreng yang utama adalah karena peristiwa oksidasi yang disebabkan terbentuknya peroksida dan aldehid yang mempercepat proses timbulnya bau tengik (Nasrun, S., dkk., 2017). Minyak goreng yang digunakan berulang kali dapat menurunkan kualitas dan mutu minyak tersebut sehingga dapat membahayakan kesehatan. Oleh karena itu, tidak jarang masyarakat membuang limbahnya secara sembarangan misalnya dibuang ke saluran pembuangan yang mengalir ke sungai (Nane, dkk., 2013). Hal tersebut dapat membahayakan ekosistem perairan dan secara langsung juga dapat membahayakan lingkungan. Selain itu, minyak goreng yang digunakan berulang kali dapat menurunkan kualitas dan mutu minyak tersebut sehingga dapat membahayakan kesehatan karena mengandung senyawa yang bersifat

karsinogenik (Sopianti, dkk., 2017). Karsinogen adalah zat yang dapat memicu kanker dimana sel-sel tubuh akan dipicu menjadi sel-sel kanker. Beberapa penyakit lain yang dapat ditimbulkan karena mengkonsumsi minyak jelantah yaitu obesitas, kolesterol tinggi, dan diabetes gestasional (Hendra, dkk., 2021). Dari hasil penelitian (Bogoriani, dkk., 2015) menyatakan bahwa minyak jelantah dapat membentuk aterosklerosis yaitu penyempitan atau penebalan arteri akibat penumpukan lemak, kolesterol atau zat lain pada dinding arteri sehingga berpotensi memicu terjadinya stress oksidatif dan inflamasi. Salah satu cara untuk menanggulangi masalah pencemaran lingkungan akibat dari pembuangan limbah minyak secara sembarangan yaitu dengan memanfaatkan limbah tersebut menjadi lilin karena memiliki nilai ekonomis (Inayati, dkk., 2021). Dalam proses pembuatan lilin, minyak jelantah terlebih dahulu dijernihkan dengan menggunakan suatu zat yang dapat mengadsorpsi kotoran-kotoran yang ada di dalam minyak, seperti penggunaan karbon aktif (Salamah, dkk., 2017). Adsorpsi merupakan proses pemisahan komponen tertentu dari satu fase fluida ke permukaan zat padat yang menyerap (Alamsyah, dkk., 2017). Karbon aktif adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf yang mempunyai luas permukaan yang sangat besar yaitu 300 – 2000 m<sup>2</sup>/gram. Luas permukaan yang sangat besar ini disebabkan karena mempunyai struktur

pori-pori. Pori-pori inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan untuk menyerap (Utari, dkk., 2014). Karbon aktif disusun oleh atom-atom karbon yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi yang heksagonal. Kemampuan karbon aktif mengadsorpsi ditentukan oleh atom C, H, dan O yang terikat secara kimia membentuk gugus fungsional (Dahlan, dkk., 2013). Karbon aktif yang digunakan adalah karbon aktif dari tempurung kelapa, karbon aktif ini biasa digunakan dalam berbagai industri seperti industri obat-obatan, makanan, minuman, pengolahan air, dan lain-lain (Pambayun, dkk., 2013). Bahan kimia yang berfungsi untuk mengeraskan dan membentuk larutan lilin adalah stearin karena stearin akan menjadi padat setelah dingin (Megawati, dkk., 2015). Stearin merupakan campuran berbagai asam lemak dan asam lemak tidak jenuh, dengan komponen terbesar adalah asam palmitat. Asam palmitat adalah asam lemak jenuh yang berbentuk padat pada suhu kamar. Komponen terbesar kedua dalam stearin adalah asam oleat yang merupakan asam tak jenuh dan memiliki titik leleh rendah yaitu 14 °C. Penggunaan stearin yang banyak dalam pembuatan lilin akan meningkatkan jumlah asam oleat (Raharja, dkk., 2006). Stearin berupa serbuk berwarna putih dengan titik cair kurang lebih 55 °C yang dapat dibuat dengan mereaksikan asam stearat dengan gliserol pada kondisi tertentu (Aisyah, dkk., 2020). Semakin banyak asam oleat maka lilin yang terbentuk akan

memiliki titik leleh yang rendah. Minyak jelantah yang digunakan untuk pembuatan lilin, terlebih dahulu dianalisis nilai absorbansinya melalui spektrofotometer UV/VIS. Analisis nilai absorbansi juga dilakukan setelah minyak jelantah dijernihkan untuk mengetahui kualitas penjernihan yang dihasilkan. Panjang gelombang yang digunakan dalam analisis absorbansi adalah 470 nm dipakai sebagai indeks warna minyak. Minyak jelantah yang telah melalui proses penjerapan selanjutnya dicampur dengan stearin sehingga membentuk larutan lilin. Lilin yang dihasilkan nantinya akan dilakukan pengujian yang meliputi uji organoleptik, uji nyala, dan ketahanan lilin. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas lilin antara lain yaitu komposisi bahan, suhu pemasakan, lama pemasakan, dan lamanya waktu pencetakan (Oktaviani, dkk., 2017)

## METODE PENELITIAN

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak jelantah, minyak goreng murni merk *Hemart*, stearin, dan karbon aktif. Minyak jelantah diperoleh dari pedagang gorengan di daerah Warungboto, sedangkan stearin dan karbon aktif diperoleh dari toko bahan kimia di Yogyakarta. Sedangkan alat yang digunakan diantaranya yaitu kompor listrik, pengaduk kaca, *beaker glass*, *erlenmeyer*, kertas saring, *magnetic stirrer*, corong gelas, cetakan lilin,

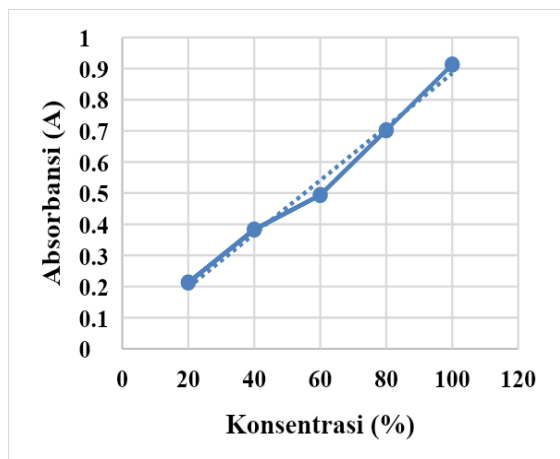
sumbu lilin, dan penyangga sumbu. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Minyak jelantah sebanyak 400 ml didiamkan pada suhu kamar agar kotoran-kotoran yang terdapat di dalam minyak dapat mengendap.
- b. Minyak yang telah diendapkan kemudian akan dilakukan penjerapan menggunakan karbon aktif 40 mesh dengan variasi berat 40, 80, dan 120 gram. Karbon aktif dimasukkan ke dalam 400 ml minyak jelantah kemudian dilakukan pengadukan dan didiamkan selama 24 jam.
- c. Setelah dilakukan penjerapan, minyak jelantah harus disaring untuk memisahkan minyak dan karbon aktif yang terikut menggunakan kertas saring agar menghasilkan minyak yang jernih.
- d. Minyak yang telah disaring kemudian dilakukan pengujian nilai absorbansi minyak jelantah menggunakan alat Spektrofotometer UV/VIS dengan panjang gelombang 470 nm. Setelah diuji nilai absorbansinya, setiap 100 ml minyak ditambah stearin dengan variasi massa 50, 75, dan 100 gram. Proses pembuatan lilin dilakukan dengan memanaskan minyak beserta stearin di atas kompor listrik menggunakan suhu 60-70°C dengan pengadukan 340 rpm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Konsentrasi Minyak Jelantah

Kurva larutan standar dari minyak jelantah dimana konsentrasi dari minyak jelantah yaitu 20, 40, 60, 80, dan 100% dengan panjang gelombang 470 nm ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Kurva larutan standar minyak jelantah

Berdasarkan Gambar 1. kurva larutan standar minyak jelantah menunjukkan hubungan antara konsentrasi minyak jelantah berbanding lurus dengan nilai absorbansi. Pada Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai konsentrasi suatu larutan maka larutan tersebut semakin pekat dan nilai absorbansinya semakin besar. Kurva standar minyak jelantah menunjukkan garis yang hampir lurus dengan koefisien korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9881. Nilai  $R^2$  tersebut hampir mendekati angka 1 yang berarti menunjukkan hubungan linier antara konsentrasi dan nilai absorbansi.

### Uji Absorbansi Hasil Penjerapan Minyak Jelantah

Hasil uji nilai absorbansi minyak jelantah setelah dilakukan penjerapan dengan tiga variasi massa karbon aktif yaitu 40 gram, 80 gram, dan 120 gram tertera pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai absorbansi minyak jelantah hasil penjerapan

No	Massa Karbon Aktif (gram)	Nilai Absorbansi (A)
1	0	0.913
2	40	0.009
3	80	-0.011
4	120	-0.008

Apabila dilakukan rata-rata nilai absorbansi minyak jelantah hasil penjerapan terbesar dimiliki oleh minyak jelantah dengan penjerapan 40 gram karbon aktif dengan nilai rata-rata absorbansi sebesar 0,009 A dan nilai rata-rata absorbansi terkecil dimiliki oleh minyak jelantah dengan penjerapan 80 gram karbon aktif sebesar -0,011. Berdasarkan penelitian (Juliana, 2015) disebutkan bahwa semakin besar nilai absorbansi minyak goreng maka semakin gelap warna minyak, sebaliknya semakin kecil nilai absorbansi minyak maka warna minyak semakin terang. Pernyataan tersebut tidak sejalan dengan hasil penelitian yang telah kami lakukan dimana penjerapan dengan karbon aktif 120 gram seharusnya menghasilkan nilai absorbansi yang lebih kecil dari penjerapan dengan 80 gram. Hal ini terjadi karena pada penjerapan menggunakan 120 gram karbon aktif menghasilkan minyak

yang lebih gelap akibat dari karbon aktif yang digunakan semakin banyak dengan ukuran mesh yang sangat kecil yaitu 40 mesh. Sehingga karbon aktif dengan ukuran kecil dalam jumlah yang banyak ini tidak dapat tersaring dengan baik oleh kertas saring yang tersedia dan menyebabkan partikel dari karbon aktif ikut tercampur dengan minyak dan membuat warna minyak menjadi gelap.

## PENGARUH MASSA STEARIN

### 1. Massa Stearin 50 Gram

Hasil lilin menggunakan stearin 50 gram dengan berbagai variasi massa karbon aktif disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



**Gambar 2.** Lilin dengan 50 gram stearin sebelum dibakar



**Gambar 3.** Lilin dengan 50 gram stearin setelah dibakar

Data hasil uji organoleptik terhadap lilin dengan perbandingan minyak jelantah dan stearin yang digunakan adalah 10:5 yaitu 100 ml minyak jelantah : 50 gram stearin dengan menggunakan 4 variasi perlakuan penyerapan minyak dengan karbon aktif (40 gram, 80 gram, 120 gram, dan tanpa penyerapan) tertera pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil uji organoleptik lilin dari minyak jelantah hasil penjerapan dengan massa stearin sebanyak 50 gram

No	Uji	Variasi Massa Karbon Aktif			Tanpa Karbon Aktif
		40 gram	80 gram	120 gram	
1	Tekstur Permukaan	Retak	Halus	Sedikit Retak	Halus
2	Warna	<i>Khaki</i> / Coklat Pucat	Coklat Gandum	Coklat Gandum	Coklat Gandum
3	Kekerasan	Lembek dan Berminyak	Keras dan Berminyak	Keras dan Sedikit Berminyak	Keras dan Berminyak
4	Nyala Api	Jingga	Jingga	Jingga	Jingga Kemerahan
5	Aroma	Lilin	Lilin	Lilin	Lilin
6	Asap yang Ditimbulkan	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
7	Lama Penyalaan				
	a. Di Dalam Gelas	5 Jam 28 Menit	11 Jam 9 Menit	5 Jam 57 Menit	12 Jam
	b. Di Luar Gelas	1 Jam 17 Menit	1 Jam 2 Menit	1 Jam 6 Menit	1 Jam 16 Menit

Perbandingan kualitas lilin yang dihasilkan dalam berbagai aspek dari uji organoleptik dimana semua lilin yang dihasilkan dengan menggunakan 50 gram stearin pada saat penyalaan tidak menghasilkan asap dan aroma yang ditimbulkan seperti lilin pada umumnya. Lilin kualitas terbaik dihasilkan dengan menggunakan minyak jelantah tanpa penjerapan, dimana lilin dapat menghasilkan nyala api berwarna jingga kemerahan dengan penyalaan di dalam gelas selama 12 jam dan di luar gelas selama 1 jam 16 menit. Sedangkan lilin kualitas paling rendah yaitu lilin dengan penjerapan 40 gram karbon aktif, dimana lilin di dalam gelas hanya dapat menyala selama 5 jam 28 menit dan di luar gelas selama 1 jam 17 menit, selain itu lilin yang dihasilkan juga memiliki tekstur

permukaan yang retak, lembek dan berminyak.

## 2. Massa Stearin 75 Gram

Hasil lilin menggunakan stearin 75 gram dengan berbagai variasi massa karbon aktif disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



**Gambar 4.** Variasi massa karbon aktif dan massa stearin





**Gambar 5.** Lilin dengan 75 gram stearin setelah dibakar

Data hasil uji organoleptik terhadap lilin dengan perbandingan minyak jelantah dan stearin yang digunakan adalah 10:7,5 yaitu 100 ml minyak jelantah : 75 gram stearin dan masih menggunakan 4 variasi perlakuan penjerapan minyak dengan karbon aktif (40 gram, 80 gram, 120 gram, dan tanpa penjerapan) tertera pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil uji organoleptik lilin dari minyak jelantah hasil penjerapan dengan massa stearin sebanyak 75 gram

No	Uji	Variasi Massa Karbon Aktif			
		40 gram	80 gram	120 gram	Tanpa Karbon Aktif
1	Tekstur	Halus	Retak	Retak	Kering dan Retak
2	Warna	Cream	Coklat Gandum	Coklat Gandum	Coklat Gandum
3	Kekerasan	Sedikit Keras dan Berminyak	Keras dan Sedikit Berminyak	Keras dan Berminyak	Keras dan Tidak Berminyak
4	Nyala Api	Jingga	Jingga Kemerahan	Jingga	Jingga Kemerahan
5	Aroma	Lilin	Lilin	Lilin	Lilin
6	Asap yang Ditimbulkan	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
7	Lama Penyalaan				
	a. Di Dalam Gelas	15 Jam 30 Menit	11 Jam 35 Menit	10 Jam 15 Menit	12 Jam 49 Menit
	b. Di Luar Gelas	1 Jam 3 Menit	1 Jam 4 Menit	1 Jam 10 Menit	1 Jam 2 Menit

Semua lilin yang dihasilkan dengan menggunakan 75 gram stearin pada saat penyalaan tidak menghasilkan asap dan aroma yang ditimbulkan seperti lilin pada umumnya. Lilin kualitas terbaik dihasilkan dengan menggunakan minyak jelantah dengan penjerapan 40 gram karbon aktif, meskipun lilin yang dihasilkan tidak begitu keras dan cenderung berminyak namun penyalaan lilin jika dilakukan di dalam gelas

dapat bertahan selama 15 jam 30 menit dan di luar gelas selama 1 jam 3 menit. Sedangkan lilin kualitas paling rendah yaitu lilin dengan penjerapan 120 gram karbon aktif, dimana jika dilihat dari lama penyalaannya lilin di dalam gelas hanya dapat bertahan selama 10 jam 15 menit dan di luar gelas selama 1 jam 10 menit.

### 3. MASSA STEARIN 100 GRAM

Hasil lilin menggunakan 100 gram stearin dengan berbagai variasi massa karbon aktif disajikan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



**Gambar 6.** Variasi karbon aktif



**Gambar 7.** Lilin dengan 100 gram stearin setelah dibakar

Data hasil uji organoleptik terhadap lilin dengan perbandingan minyak jelantah dan stearin yang digunakan adalah 1:1 yaitu 100 ml minyak jelantah : 100 gram stearin menggunakan 4 variasi perlakuan penjerapan minyak dengan karbon aktif (40 gram, 80 gram, 120 gram, dan tanpa penjerapan) tertera pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil uji organoleptik lilin dari minyak jelantah hasil penjerapan dengan massa stearin sebanyak 100 gram

No	Uji	Variasi Massa Karbon Aktif			
		40 gram	80 gram	120 gram	Tanpa Karbon Aktif
1	Tekstur	Kering dan Retak	Retak	Kering dan Retak	Retak
2	Warna	Coklat Gandum	Coklat Gandum	Coklat Gandum	Coklat Gandum
3	Kekerasan	Keras dan Sedikit Berminyak	Keras dan Tidak Berminyak	Keras dan Tidak Berminyak	Keras dan Tidak Berminyak
4	Nyala Api	Jingga	Jingga Kemerahan	Jingga Kemerahan	Jingga Kemerahan
5	Aroma	Lilin	Lilin	Lilin	Lilin
6	Asap yang Ditimbulkan	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
7	Lama Penyalaan				
	a. Di Dalam Gelas	12 Jam 51 Menit	16 Jam 50 Menit	8 Jam 26 Menit	14 Jam 43 Menit
	b. Di Luar Gelas	1 Jam 8 Menit	57 Menit	1 Jam	1 Jam 17 Menit

Semua lilin yang dihasilkan dengan menggunakan 100 gram stearin pada saat

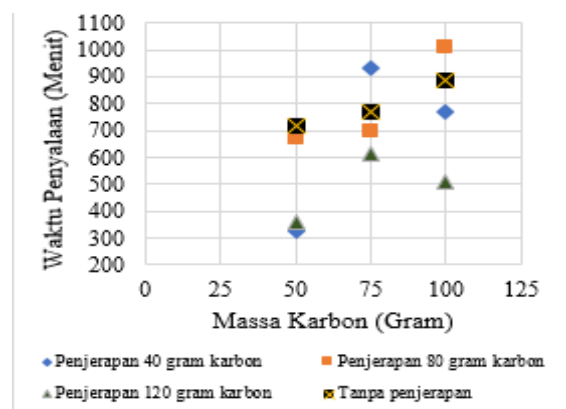
penyalaan tidak menghasilkan asap dan aroma yang ditimbulkan seperti lilin pada umumnya.

Lilin kualitas terbaik dihasilkan dengan menggunakan minyak jelantah penerapan 80 gram karbon aktif, dimana lilin dapat menghasilkan nyala api berwarna jingga dengan penyalaan di dalam gelas selama 16 jam 50 menit dan di luar gelas selama 57 menit. Sedangkan lilin kualitas paling rendah yaitu lilin dengan minyak jelantah penjerapan 120 gram karbon aktif, dimana lilin di dalam gelas hanya dapat menyala selama 8 jam 26 menit dan di luar gelas selama 1 jam, selain itu lilin yang dihasilkan juga memiliki tekstur permukaan kering dan retak-retak.

Berdasarkan data yang diperoleh dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan stearin maka produk lilin yang dihasilkan akan memiliki tekstur yang lebih keras dengan waktu penyalaan yang lebih lama. Hal tersebut terjadi karena panas pembakaran akan sulit menembus struktur lilin yang padat dan keras.

### **PENGARUH MASSA KARBON AKTIF (PENJERAPAN)**

Dalam penelitian digunakan 4 variasi massa karbon aktif untuk penjerapan minyak jelantah yaitu 40, 80, dan 120 gram serta tanpa penjerapan. Berikut kurva hasil perbandingan kualitas lilin dilihat dari aspek lama penyalaan dengan variasi massa stearin dan karbon aktif yang digunakan tertera di bawah ini :



**Gambar 8.** Grafik hubungan antara massa stearin dan waktu penyalaan lilin

Berdasarkan Gambar 8 lilin dengan kualitas paling rendah adalah lilin yang dibuat menggunakan minyak jelantah hasil penjerapan dengan 120 gram karbon aktif. Sedangkan lilin dengan kualitas terbaik dihasilkan perlakuan penjerapan menggunakan 80 gram karbon aktif dan tanpa penjerapan. Kedua hasil ini membentuk garis kurva yang semakin naik sehingga jika diambil rata-rata dari lama penyalaan, lilin dari minyak jelantah hasil penjerapan 80 gram karbon menghasilkan lama penyalaan yang paling lama.

### **PENGARUH JENIS MINYAK YANG DIGUNAKAN**

Berdasarkan pengaruh jenis minyak yang digunakan lilin dibuat dari minyak jelantah tanpa penjerapan dan minyak goreng murni dimana masing-masing lilin dibuat menggunakan 100 ml minyak dengan 3 variasi massa stearin (50, 75, dan 100 gram). Hasil uji organoleptik terhadap lilin dari minyak jelantah tanpa penjerapan dan minyak goreng murni disajikan dalam Tabel 5 dan Tabel 6.

**Tabel 5.** Hasil uji organoleptik lilin dari minyak jelantah tanpa penjerapan

No	Uji	Variasi Massa Stearin		
		50 gram	75 gram	100 gram
1	Tekstur	Halus	Kering dan Retak - Retak	Retak – Retak
2	Warna	Coklat Gandum	Coklat Gandum	Coklat Gandum
3	Kekerasan	Keras dan Berminyak	Keras dan Tidak Berminyak	Keras dan Tidak Berminyak
4	Nyala Api	Jingga Kemerahan	Jingga Kemerahan	Jingga Kemerahan
5	Aroma	Lilin	Lilin	Lilin
6	Asap yang Ditimbulkan	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
7	Lama Penyalaan			
	a. Di Dalam Gelas	12 Jam	12 Jam 49 Menit	14 Jam 43 Menit
	b. Di Luar Gelas	1 Jam 16 Menit	1 Jam 2 Menit	1 Jam 17 Menit

Lilin-lilin yang dihasilkan dari minyak jelantah tanpa penjerapan memiliki karakteristik yang sama jika dilihat dari warna, kekerasan, nyala api, aroma, dan juga tidak ada asap yang dihasilkan. Namun untuk lama penyalaan lilin di dalam gelas jika

dibandingkan dengan lilin dari minyak jelantah yang telah dilakukan penjerapan akan menghasilkan lilin dengan waktu penyalaan yang lebih lama daripada lilin yang dihasilkan tanpa penjerapan.

**Tabel 6.** Hasil uji organoleptik lilin dari minyak goreng murni merk *Hemart*

No	Uji	Variasi Massa Stearin		
		50 gram	75 gram	100 gram
1	Tekstur	Halus	Retak - Retak	Kering dan Retak – Retak
2	Warna	Putih	Putih	Putih
3	Kekerasan	Lembek dan Berminyak	Keras dan Berminyak	Keras dan Tidak Berminyak
4	Nyala Api	Kuning	Kuning	Biru – Kuning
5	Aroma	Lilin	Lilin	Lilin
6	Asap yang Ditimbulkan	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
7	Lama Penyalaan			
	a. Di Dalam Gelas	9 Jam 55 Menit	13 Jam 22 Menit	11 Jam 38 Menit
	b. Di Luar Gelas	1 Jam 3 Menit	1 Jam 7 Menit	2 Jam 3 Menit

Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6, semua lilin yang dihasilkan pada saat penyalaan tidak menghasilkan asap dan aroma yang ditimbulkan seperti lilin pada umumnya. Lilin dengan kualitas yang lebih baik dihasilkan dengan menggunakan minyak jelantah tanpa penjerapan karena nyala api lilin berwarna jingga kemerahan dan tekstur lilin yang relatif lebih keras jika dibandingkan dengan lilin dari minyak goreng murni yang lebih lembek dan berminyak serta lama penyalaan lilin dari minyak jelantah tanpa penjerapan cenderung lebih lama dari lilin minyak goreng murni. Tetapi, warna lilin yang dihasilkan dari minyak goreng murni cenderung lebih bagus jika melihat dari segi keindahannya yaitu berwarna putih.

Berdasarkan penelitian ini pembuatan lilin dengan menggunakan 100% stearin menghasilkan lilin dengan waktu penyalaan yang sangat lama yaitu sekitar 5-15 jam sedangkan berdasarkan penelitian (Zuddin, dkk., 2019) dimana lilin dibuat dengan campuran stearin dan parafin memiliki waktu bakar paling lama yaitu hanya selama 6 jam.

## KESIMPULAN

Minyak jelantah dapat dijernihkan dengan cara menambahkan sejumlah karbon aktif yang berperan sebagai adsorben untuk mengikat kotoran yang terkandung dalam minyak jelantah. Pada penelitian ini, kadar karbon aktif yang paling baik yang

digunakan untuk penjerapan minyak jelantah dalam pembuatan lilin adalah 80 gram. Selain itu, dalam penelitian ini didapatkan bahwa stearin dapat mempengaruhi kualitas lilin yang dihasilkan. Lilin dengan kualitas terbaik dihasilkan dari minyak jelantah hasil penjerapan 80 gram karbon aktif dan 100 gram stearin dimana lilin dapat menghasilkan nyala api berwarna jingga dengan penyalaan di dalam gelas selama 16 jam 50 menit dan di luar gelas selama 57 menit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, A., & Fatmawati. (2019). Pelatihan Pembuatan Lilin Aromaterapi dan Lilin Hias Untuk Meminimalisir Minyak Jelantah Bagi Masyarakat Kelurahan Pantai Amal. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Borneo*, 31-40.
- Aisyah, S., Effendi, Z., & Hawalis, S. N. (2020). Optimasi Pembuatan Lilin Aromaterapi Berbasis Stearic Acid Dengan Penambahan Minyak Atsiri Cengkeh (*Syzygium Aromaticum*). *Jurnal Hexagro*, 73-83.
- Alamsyah, M., Kalla, R., & Ifa, L. (2017). Pemurnian Minyak Jelantah Dengan Proses Adsorpsi. *Journal of Chemical Process Engineering*, 22-26.
- Bogoriani, N. W., & Ketut, R. (2015). Efek Berbagai Minyak Pada Metabolisme Kolesterol Terhadap Tikus Wistar. *Jurnal Kimia*, 53-60.

- Dahlan, M. H., Hariman, P. S., & Maswardi, Y. (2013). Penggunaan Karbon Aktif Dari Biji Kelor Dapat Memurnikan Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Kimia*, 44-53.
- Hendra, S. S., Riyanto, F., & Chin, J. (2021). Pemanfaatan Limbah Minyak Jelantah Sebagai Program Pengembangan Produk UMKM di Wilayah Kampung Kota. *Jurnal Bakti Masyarakat Indonesia*, 457-466.
- Inayati, N. I., & Dhanti, K. R. (2021). Pemanfaatan Minyak Jelantah Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Lilin Aromaterapi Sebagai Alternatif Tambahan Penghasilan Pada Anggota Aisyiyah Desa Kebanggan Kec Sumbang. *Jurnal Budimas*, 160-166.
- Juliana, I. N. (2015). Pemanfaatan Buah Mengkudu (*Morinda Citrifolia L.*) Sebagai Adsorben Untuk Meningkatkan Mutu Minyak Jelantah. *Jurnal Akademika Kimia*, 181-188.
- Megawati, & Fitriya, M. (2015). Microwave Assisted Hydrodistillation untuk Ekstraksi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Bali Sebagai Lilin Aromaterapi. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 14-20.
- Nane, E., Gracia, S. I., & Magdalena, K. W. (2013). Pemanfaatan Jelantah Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Lilin. *Jurnal Kelitbang*, 188-198.
- Nasrun, D., S., T., Iskandar, I. T., & M., Z. (2017). Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Arang Aktif Dari Sekam Padi. *Jurnal Penelitian Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 1-7.
- Oktaviani, M. A., Dewi, D. R., & Asrini, L. J. (2017). Optimasi Faktor Yang Berpengaruh Pada Kualitas Lilin Di UD.X Dengan Metode Response Surface. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*, 29-38.
- Pambayun, G. S., Y., R. Y., Rachimoellah, M., & Putri, E. M. (2013). Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa Dengan Aktivator  $ZnCl_2$  dan  $Na_2CO_3$  Sebagai Adsorben Untuk Mengurangi Kadar Fenol Dalam Air Limbah. *Jurnal Teknik Pomits*, 116-120.
- Raharja, S., Setyaningsih, D., & Turnip, D. M. (2006). Pengaruh Perbedaan Komposisi Bahan, Konsentrasi dan Jenis Minyak Atsiri Pada Pembuatan Lilin Aromaterapi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 50-59.
- Riyanta, A. B., & Nurniswati. (2016). Adsorpsi Minyak Jelantah Menggunakan Karbon Aktif dan Serbuk Kopi Pada Pembuatan Sabun Padat Ramah Lingkungan. *Senit*, 118-123.
- Salamah, S., dan Jamilatun, S., (2017). Pemanfaatan Asap Cair Food Grade yang Dimurnikan dengan Arang Aktif sebagai Pengawet Ikan Nila, Eksergi, 14 (2), 29-34.

- Sehusman, S. (2019). *Buletin Konsumsi Pangan*. Jakarta Selatan: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal, Kementerian Pertanian.
- Sopianti, D. S., Herlina, & Saputra, H. T. (2017). Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas Pada Minyak Goreng. *Jurnal Katalisator*, 100-105.
- Utari, W., Hasan, W., & Dharma, S. (2014). Efektifitas Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kadar Bilangan Peroksida dan Penjernihan Warna Pada Minyak Goreng Bekas. *Lingkungan dan Kesehatan Kerja*, 1-8.
- Zuddin, R. R., Abadi, H., & K, T. N. (2019). Pembuatan dan Uji Hedonik Lilin Aromaterapi Dari Minyak Daun Mint (*Mentha Piperita L .*) dan Minyak Rosemary (*Rosmarinus Officinalis*). *Jurnal Dunia Farmasi*, 79-90.



## **PIROLISIS BIOMASSA: REVIEW**

*Effect of Biomass Types on Products of Pyrolysis: Review*

### **ABSTRACT**

*The exploitation of fossil energy causes non-renewable reserves to dwindle and causes global warming; climate change endangers living things. Energy sources from the second generation, namely lignocellulosic-based biomass, provide development opportunities, not interfere with food reserves, and are easy to cultivate. One technology that is feasible to use to treat lignocellulosic biomass is pyrolysis. Pyrolysis can convert lignocellulosic biomass (including cellulose, hemicellulose, and lignin) into solid, liquid, and gaseous. The pyrolysis mechanism by thermal decomposition goes through several stages, namely charcoal formation, depolymerization, fragmentation, and other secondary reactions. This paper provides insight into the pyrolysis of lignocellulose and its by-products. Several parameters, such as reaction environment, temperature, residence time, and heating rate, significantly affect the pyrolysis process.*

**Keywords:** *Pyrolysis; biomass; lignocellulose, bio-oil*

### **ABSTRAK**

Eksplorasi energi fosil menyebabkan cadangan *non-renewable* semakin menipis dan menyebabkan pemanasan global, akibatnya adalah perubahan iklim yang membahayakan makhluk hidup. Sumber energi yang berasal dari generasi ke 2 yakni biomassa berbasis lignoselulosa memberikan peluang dikembangkan, tidak mengganggu cadangan pangan dan mudah dibudidayakan. Salah satu teknologi yang layak digunakan untuk mengolah biomassa lignoselulosa adalah pirolisis. Pirolisis dapat mengubah biomassa lignoselulosa (termasuk komponen selulosa, hemiselulosa, dan lignin) menjadi produk padat, cair, dan gas melalui dekomposisi termal yang efisien. Mekanisme pirolisis melalui beberapa tahapan, yaitu pembentukan arang, depolimerisasi, fragmentasi, dan reaksi sekunder lainnya. Makalah ini memberikan wawasan tentang pirolisis lignoselulosa dan produk sampingannya. Pembahasan beberapa parameter seperti lingkungan reaksi, suhu, waktu tinggal, dan laju pemanasan, yang secara signifikan mempengaruhi proses pirolisis.

**Kata kunci:** *Pirolisis; biomassa; lignoselulosa; bio-oil*

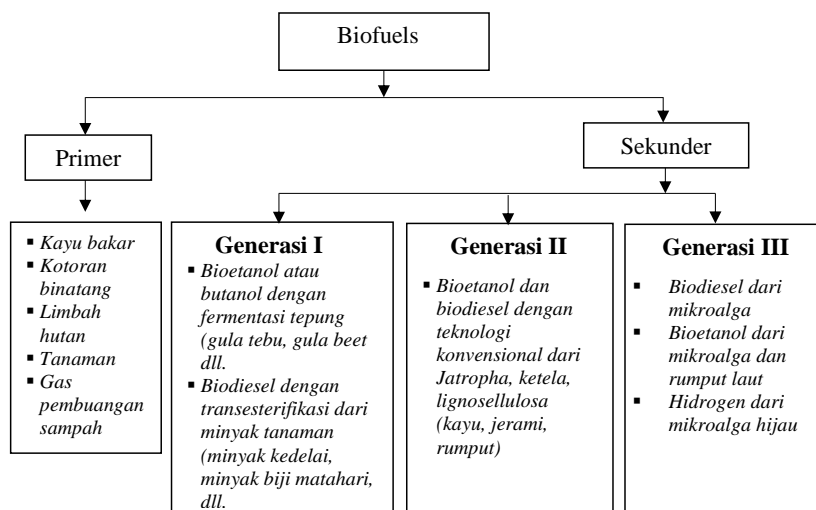


## 1. INTRODUCTION

Dominasi penggunaan energi fosil dari *non-renewable energy* terbukti menyebabkan menipisnya cadangan minyak bumi, menghasilkan gas CO<sub>2</sub> dan emisi lainnya seperti NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> ke atmosfer yang menyebabkan polusi. Kondisi tersebut mengakibatkan pemanasan global yang menjadi ancaman bagi perubahan iklim dunia [1][2][3]. Akibatnya, pengembangan sumber energi yang berasal dari sumber terbarukan (*renewable energy*) yang ramah lingkungan dan berkelanjutan mendesak untuk dilakukan. Konsumsi energi dari sumber *renewable energy* seperti: angin, matahari, ombak dan biomassa telah meningkat menjadi rata-rata 2,696 % per tahun di seluruh dunia antara tahun 2012 hingga 2040 [4][5]. Peningkatan tersebut memberikan peluang untuk mengembangkan sumber

energi dari biomassa menjadi bahan bakar (biofuel) yang layak untuk digunakan [6].

Secara umum biofuel dibagi menjadi biofuel primer dan sekunder. Biofuel primer seperti kayu bakar digunakan dalam bentuk yang tidak diproses terutama untuk pemanasan, sedangkan biofuel sekunder seperti bioetanol dan biodiesel diproduksi dengan memproses biomassa yang dapat digunakan pada kendaraan dan berbagai proses industri. Biofuel sekunder dapat dikategorikan menjadi tiga generasi: biofuel generasi pertama, kedua dan ketiga berdasarkan perbedaan parameter, seperti jenis teknologi pemrosesan, jenis bahan baku atau tingkat perkembangannya [7][8]. Skema klasifikasi biofuel dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Klasifikasi biofuel [8]

Biofuel generasi pertama (G1) berasal dari biji-bijian dan gula untuk membuat etanol dan minyak pangan dapat digunakan untuk membuat biodiesel. Generasi kedua (G2) berasal dari lignoselulosa untuk membuat alkohol dan *green diesel*, dan minyak non pangan untuk membuat *green diesel*. Sementara itu, generasi ketiga (G3) berasal dari biomassa mikroalga untuk membuat hidrogen dan biodiesel [8][9].

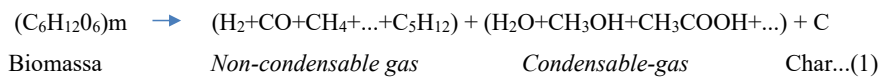
Biofuel G1 sudah mulai ditinggalkan karena berbenturan dengan cadangan pangan. Pengembangan biofuel G3 saat ini masih mempunyai kendala dalam pemilihan jenis

mikroalga yang layak dan kendala kultivasi untuk pengembangan secara komersil. Sementara itu sumber biofuel G2 mempunyai banyak kelebihan, yakni sumber ini berbasis lignoselulosa yang mudah dikembangkan dan tidak mengganggu cadangan pangan [8][10].

#### **Pirolisis lignoselulosa**

Pirolisis (*destructive distillation*) adalah *thermochemical decomposition* dari biomassa pada suhu 400-600 °C, berlangsung tanpa adanya penambahan oksigen sehingga terjadi peruraian komponen-komponen penyusun kayu keras dan dihasilkan tiga produk yaitu padatan, cairan dan gas [7][11].

Dibawah ini reaksi kimia dari pirolisis [12]:



Dari Persamaan (1), produk pirolisis biomassa berupa *non-condensable gas* (H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> dan hidrokarbon dengan jumlah C yang rendah seperti CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, dan gas yang lain seperti NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>) dan condensable gas (H<sub>2</sub>O, CH<sub>3</sub>OH, CH<sub>3</sub>COOH dll) dan char. Fase gas terkondensasi berupa cairan hitam yang kental dinamakan bio-oil, atau bisa juga disebut *pyrolysis oil*, *bio-crude oil*, *bio-fuel oil*, *wood liquid*, *wood oil*, *liquid*

*smoke*, *wood distillates*, dan *pyroligneous tar* [13].

Secara umum, pirolisis biomassa mencakup dua langkah utama: primary dan secondary *pyrolysis*. Produk utama dari pirolisis adalah gas yang tidak dapat dikondensasi (misalnya, CO, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>), hidrokarbon ringan (misalnya, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), gas yang dapat dikondensasi (tar), residu padat (char), dan abu mineral. Jika produk pirolisis primer mengalami reaksi lebih lanjut

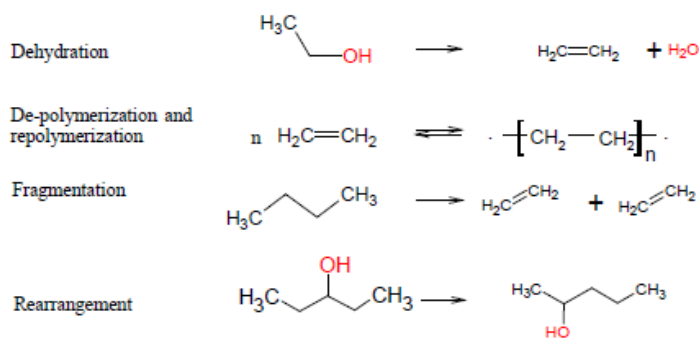
pada suhu yang lebih tinggi dan waktu tinggal yang lebih lama akan terjadi pirolisis sekunder [12].

Pirolisis sekunder meliputi proses seperti *cracking*, *polymerization*, *condensation*, dan *carbon deposition*. Pirolisis sekunder tidak dipelajari secara luas seperti pirolisis primer, beberapa reaksi sekunder seperti tar cracking memiliki efek yang signifikan terhadap distribusi produk. Selama pirolisis sekunder, tar primer terurai menjadi gas yang lebih ringan atau berpolimerisasi untuk membentuk hidrokarbon yang lebih berat. Distribusi komponen produk pirolisis yang mudah menguap tergantung pada tingkat pemanasan, suhu, dan jenis biomassa, dll [11].

Pada biomassa lignosellulosa penyusun utamanya adalah selulosa (*glucosan* polimer), hemiselulosa (polisakarida

memproduksi gula kayu), dan lignin (senyawa organik multi-ring). Walaupun ada variasi dalam berbagai jenis kayu tetapi secara umum kandungan selulosa sekitar 50 %, hemiselulosa dan lignin masing-masing 25 % berat kering. Selulosa, hemiselulosa dan lignin mempunyai karakteristik berbeda pada tingkat pemanasan dan suhu yang berbeda.

Reaksi pirolisis adalah reaksi kompleks dan tidak sepenuhnya dapat dipahami komposisi hasil yang kompleks. Pada umumnya reaksi pirolisis diklasifikasikan sebagai campuran simultan dehidrasi, depolimerisasi, repolimerisasi, fragmentasi, penataan ulang dan kondensasi, yang diwakili oleh beberapa contoh seperti terlihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Macam-macam jenis reaksi pada pirolisis biomassa [11]

Hemiselulosa terdegradasi pada suhu 150-300 °C dengan hasil dominan asam

asetat dan furfural, dan komponen lain berupa *furan*, *furanone*, *methanol*, C1-C4 *oxygenates* seperti: *formaldehyde*, *hydroxyacetaldehyde*, *acetone*, *acetol*, *lactones*, dll., C5 dan C6-*anhydrosugars*, *humic substances*.

Selulosa terdegradasi pada suhu 200-400 °C dengan hasil dominan adalah *levoglucosan*, *hydroxyacetaldehyde* dan komponen lain berupa 1,6-*anhydro-β-D-glucofuranose*, *furfural*, *hydroxymethyl furfural*, *furan*, C1-C4 *oxygenates* (seperti: *methanol*, *formaldehyde*, *formic acid*, *acetone*, *acetol*, *lactones*, dll).

Adapun lignin terdegradasi pada suhu 150-600 °C dengan produk utama 2-*methoxyphenols* (*guaiacol*), 2,6-*dimethoxyphenols* (*syringol*), *catechols*, *phenol*, *alkyl-phenols methanol* dan produk yang lain seperti *oxygenated aromatics* (seperti: *coumaran*), *furfural*, *acetic acid*, C1-C4 *oxygenates* (seperti: *formaldehyde*, *formic acid*, *acetone*, *acetol*, *lactones*, dll.) [14].

Selulosa terdegradasi pada suhu 200-400 °C dengan hasil dominan adalah *levoglucosan*, *hydroxyacetaldehyde* dan komponen lain berupa 1,6-*anhydro-β-D-glucofuranose*, *furfural*, *hydroxymethyl furfural*, *furan*, C1-C4 *oxygenates* (seperti: *methanol*, *formaldehyde*, *formic acid*, *acetone*, *acetol*, *lactones*, dll.).

Adapun lignin terdegradasi pada suhu 150-600 °C dengan produk utama 2-*methoxyphenols* (*guaiacol*), 2,6-*dimethoxyphenols* (*syringol*), *catechols*, *phenol*, *alkyl-phenols methanol* dan produk yang lain seperti *oxygenated aromatics* (seperti: *coumaran*), *furfural*, *acetic acid*, C1-C4 *oxygenates* (seperti: *formaldehyde*, *formic acid*, *acetone*, *acetol*, *lactones*, dll.) [14].

#### Macam-macam pirolisis

Berdasarkan kondisi operasi, proses pirolisis dibagi menjadi: pirolisis konvensional (*slow-carbonisation*), *slow-torrefaction*, *intermediate*, dan *fast pyrolysis* yang disajikan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 ditampilkan pengaruh suhu, *heating rate*, *residence time* terhadap jumlah produk yang dihasilkan. *Slow pyrolysis*, *heating rate* nya adalah 0,1-1 °C/det dengan *residence time* pada kisaran menit sampai jam, suhu antara 400-600 °C. Waktu reaksi yang lama menyebabkan uap pirolisis bereaksi satu dengan yang lain membentuk residu padat berupa *char* yang tinggi dan produk cair rendah. Untuk *fast pyrolysis* dengan *yield* cairan yang tinggi dapat dicapai dengan *heating rate* 10 sampai >1000 °C/det, waktu tinggal kurang dari 2 detik, dan suhu optimum antara 400-650 °C yang disertai pendinginan uap secara cepat [10].

**Tabel 1.** Macam-macam pirolisis dan produknya [14]

Jenis pirolisis	Kondisi	Cairan	Padatan	Gas
<i>Fast</i>	Suhu reaktor 500 °C, <i>heating rate</i> sangat tinggi >1000 °C/det., <i>Short hot vapour residence</i> ≈1 det	75 %	12 %	13%
<i>Intermediate</i>	Suhu reaktor 400-500 °C, <i>heating rate</i> 1-1000 °C/det., <i>hot vapour residence</i> ≈10-30 det.	50 %	25 %	25%
<i>Slow-Torrefaction</i>	Suhu reaktor ≈ 290 °C, <i>heating rate</i> diatas 1°C/det., <i>solids residence time</i> ~30 men.	0-5 %	77 %	23%
<i>Slow-Carbonisation</i>	Suhu reaktor 400-500 °C, <i>heating rate</i> diatas 1 °C/det., <i>long solid residence</i> dari jam sampai hari	30 %	33 %	35%

**Hal-hal yang mempengaruhi pirolisis**

Komposisi produk pirolisis sangat dipengaruhi oleh disain reaktor, jenis biomassa, karakteristik fisik (ukuran butir, bentuk dan struktur) dan kimia dari biomassa dan parameter-parameter seperti suhu, *heating rate*, *residence time*. Selain itu pengaruh yang lain adalah tekanan, komposisi gas ambien dan keberadaan mineral katalis [12] [15] [11] [16].

**1. Ukuran partikel biomassa**

Pengaruh ukuran butir biomassa terhadap *yield* produk pirolisis telah banyak diteliti. Hu *et al.* (2013) memaparkan pengaruh kenaikan ukuran butir antara 0,25–2,5 mm pada pirolisis (500 °C) akan mengakibatkan

*yield* bio-oil turun tajam, dan *yield* char naik tajam pada ukuran butir 1-2.5 mm, adapun *yield* gas hanya turun sangat kecil atau relatif stabil pada semua ukuran butir.

Ukuran partikel berpengaruh signifikan terhadap fenomena transfer panas dan massa pada proses pirolisis. Partikel yang lebih besar menyiratkan gradien termal yang lebih besar dan juga waktu tinggal aliran cukup lama yang menyebabkan terjadinya reaksi sekunder. Peningkatan ukuran partikel juga menyebabkan pengurangan hasil cairan karena aktivitas reaksi sekunder yang mengarah pada peningkatan hasil gas untuk suhu eksternal lebih besar dari 800 K [17].

Bentuk partikel juga mempengaruhi proses pirolisis [18]. menyatakan bahwa partikel bola memiliki hasil arang dan waktu konversi yang lebih rendah jika dibandingkan dengan berbentuk partikel slab dan silinder [19].

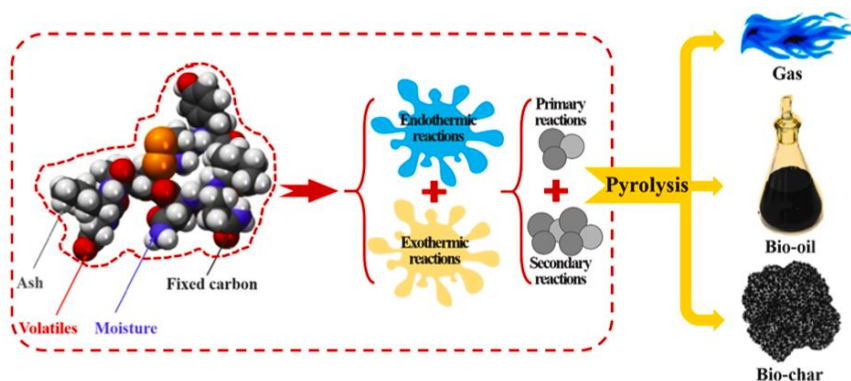
## 2. Suhu pirolisis

Suhu dalam proses pirolisis merupakan parameter operasi yang paling signifikan, Pirolisis umumnya dilakukan pada kisaran suhu 400-600 °C. Suhu reaksi akan meningkatkan hasil produk cair tetapi peningkatan suhu lebih lanjut (> 500 °C) akan menurunkan hasil cairan. Pada suhu yang lebih rendah dari 400 °C hasil bio-oil juga rendah, hal ini disebabkan suhu reaksi terlalu rendah untuk menyelesaikan proses pirolisis. Akan tetapi pada peningkatan suhu diatas 500 °C, terjadi reaksi sekunder sehingga menurunkan hasil bio-oil dan meningkatkan hasil gas [19].

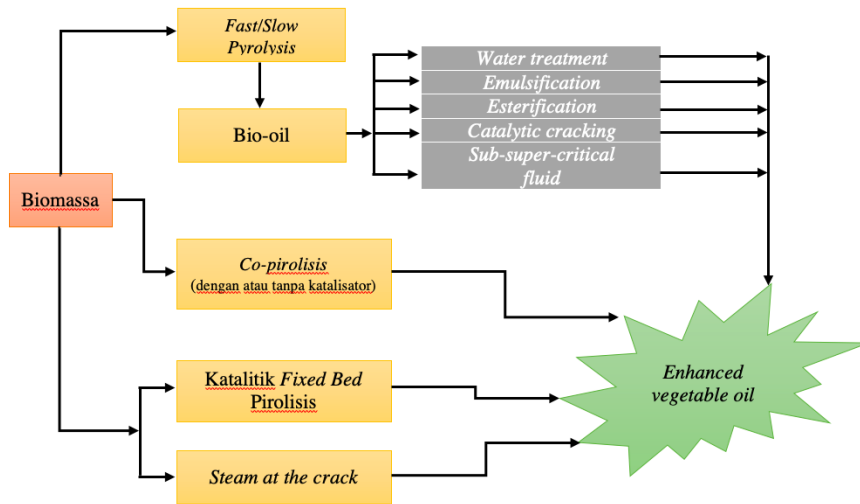
## 3. Heating rate

Laju pemanasan biomassa dalam reaktor pirolisis adalah parameter yang paling penting dan signifikan dalam menghasilkan bio-oil. Pengaruh laju pemanasan dapat dilihat pada *fast pyrolysis*, akan dihasilkan produk cair yang jauh lebih banyak daripada proses *slow pyrolysis*. Hal ini disebabkan fragmentasi biomassa menjadi cepat karena tingkat pemanasan tinggi yang dapat meningkatkan hasil volatil. *Heating rate* yang cepat mengurangi kendala perpindahan panas dan massa, dan juga meningkatkan produk volatile dengan dekomposisi endotermik yang cepat, sehingga membatasi terjadinya reaksi sekunder, *cracking* dan repolimerisasi [19].

Skema pirolisis biomassa lignoselulosa dapat dilihat pada Gambar 3. Adapun Gambar 4 menyajikan gambaran umum tentang berbagai teknik untuk meningkatkan minyak pirolisis.



Gambar 3. Skema pirolisis untuk biomassa lignoselulosa [20]



**Gambar 4.** Teknik Peningkatan Pirolisis Bio-oil [21]

### Pirolisis Skala Pilot Plant

Unit pirolisis yang dioperasikan diseluruh dunia beserta tipe reaktor dan produk yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Unit Pirolisis skala Pilot Plant yang telah dioperasikan diseluruh dunia

No	Tipe Pirolisis	Tipe Reaktor Pirolisis	Desain Reaktor dan Laboratorium	Lokasi	Umpan Biomassa	Yield Produk	Ref
1	Non-catalytic fast pyrolysis	Conical spouted bed	University of the Basque Country UPV/EHU	Spain	25 kg/h	Bio-oil (65.8 wt%), bio-char (15.4 wt%) and pyro-gas (18.8 wt)	[22]
2	Catalytic fast pyrolysis	Circulating fluidized bed	National Renewable Energy Laboratory	United States	30 kg/h	Bio-oil, bio-char and pyro-gas	[23]
3	Non-catalytic fast pyrolysis	Fluidized bed	Sardar Patel Renewable Energy Research Institute	India	3 kg/h	Bio-oil (~38 wt%), bio Char (~12 wt%) and pyro gas (~50 wt)	[24]
4	Catalytic fast pyrolysis	Fluidized bed	Sardar Patel Renewable Energy Research Institute	India	3 kg/h	Bio-oil (~44 wt%) bio-char (~4 wt%) and pyro-gas (~52 wt%)	[24]
5	Catalytic fast pyrolysis	Circulating fluidized bed	Research Institute of Petroleum Technology	Republic of Korea	42 kg/h	Bio-oil (60 wt%),	[25]
6	Non-catalytic fast pyrolysis	Fixed bed	Sardar Patel Renewable Energy Research Institute	India	15 kg/h	Bio-oil (34.9 wt%), bio char (38.6 wt%) and pyro-gas (26.5 wt)	[26]
7	Catalytic fast pyrolysis	Fixed bed	Sardar Patel Renewable Energy Research Institute	India	15 kg/h	Bio-oil (41.05 wt%), bio-char (27.9 wt%) and pyro-gas (31.6 wt)	[26]

Berbagai produk yang diperoleh dari berbagai pirolisis menggunakan biomassa yang berbeda menggunakan pirolisis cepat dan menggunakan kondisi operasi yang berbeda. Secara umum dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

**Tabel 3.** Berbagai produk yang diperoleh dari pirolisis berbasis hemiselulosa dari biomassa lignoselulosa yang berbeda

Commented [IM1]: Please, Table 3 changes to portrait mode

No	Jenis biomassa lignoselulosa	Jenis Pirolisis	Kondisi Operasi	Reaktor/analisis digunakan	Jenis produk	Yield	Temuan Utama	Ref
1	<i>Wheat straw</i>	<i>Fast pyrolysis</i>	-	700 °C	Produk utama: Char. Produk lain: <i>Acetic acid, char, carbon oxides, 2-furaldehyde, cyclopenten-1-one and some aromatic compounds</i>	24 wt% char	Produk lain sangat dipengaruhi suhu	[28]
2	<i>Sugar cane bagasse</i>	<i>Fast pyrolysis</i>	<i>Tubular reactor- Gas chromatograph mass</i>	550–850 °C, N <sub>2</sub> , 300 mL/min	Produk utama: <i>Acetic acid</i>	41.2 % acetic acid	<i>Yield</i> produk dipengaruhi suhu	[29]
3	<i>Xylan from wheat straw</i>	-	25–700 °C, 5–30 °C/min, N <sub>2</sub> , 60 mL/min	<i>Thermogravimetric analyzer</i>	Produk utama: Char. Produk lain: <i>acetic acid, carbon oxide, 2-furaldehyde, cyclopenten-1- one</i> dan beberapa senyawa aromatis	24 % char	Rate of loss terjadi pada 315 °C	[29]
4	<i>Hemicellulose from agricultural residues, corn, stalk, rice straw, softwood and hardwood</i>	<i>Fast pyrolysis</i>	550 °C	<i>Thermogravimetric analyzer/pyrolyzer gas chromatograph/ Mass spectrometry</i>	Produk utama: Char, Produk lain: <i>Acetic acid</i>	<i>Acetic acid</i> : 11.49, 17.82, 11.50, 7.15, 16.15, and 10.74 wt% was obtained 30 wt% of char	<i>A neutral solvent, dimethylsulfoxide (DMSO)</i>	[30]
5	<i>Corn stover</i>	<i>Fast pyrolysis</i>	<i>Pyrolyzer-Gas chromatograph/ Mass spectrometry</i>	500 °C, 5 °C/min, N <sub>2</sub> , 103 L/min	Produk utama: <i>Acetic acid</i> dan Furfural. Produk lain: <i>glycolaldehyde, anhydroxylopyranose, dianhydroxylopyranose, furfural, methyl glyoxal, dan acetaldehyde</i>	52.56 % acetic acid [75 g] and 37.5 wt% furfural	Interaksi antara <i>cellulose, hemicellulose</i> dan lignin	[31]



## 5. Kesimpulan

Porilisis merupakan proses terjadinya dekomposisi kimia dengan menggunakan suhu tinggi tanpa oksigen dan menghasilkan produk berupa bahan bakar padat, cair, karbon ataupun bio-oil. Dari review jurnal ini diperoleh hasil pirolisis dari berbagai biomassa dengan kondisi operasi tertentu maka diperoleh *yield*/produk berupa Bio-oil, Gas dan Bio-char dengan persentase yang berbeda-beda tergantung perlakuan. Ada beberapa jenis peroses pirolisis yaitu pirolisis cepat dan pirolisis lambat, beberapa parameter yang mempengaruhi hasil produk pirolisis yaitu suhu pirolisis dan laju pemanasan, ukuran partikel, dan laju aliran nitrogen.

## Acknowledgment

Para penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu menyelesaikan review artikel ini baik secara langsung maupun tidak langsung

## References

- [1] A. Marcilla, JCL Catalã, Garcia-Quesada, FJ. Valdés, dan MR Hernández,"Tinjauan tentang konversi mokimia mikroalga",Perbarui Sust Energi Rev, vol. 27, him. 11-19, 2013.
- [2] S. Mohapatra dan K. Gadgil, "Biomas: Sumber Utama Bio Energi",Int.J. Perbarui. Res energi,jilid 3(1), him. 20-23, 2013.
- [3] JP Maity,J. Bundschuh, CY. Chen, dan P. Bhattacharya, "Mikroalga untuk produksi biofuel generasi ketiga, mitigasi emisi gas rumah kaca dan pengolahan air limbah: Perspektif sekarang dan masa depan, Sedikit ulasan",Energi,hal 1-10, 2014.
- [4] Administrasi Informasi Energi (ELA), Energi Internasional 2016. Pandangan<http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.htm/diakses> Tanggal:21 Juli 2016).
- [5] F.Wieland, H. Gueldner dan OR Hild, "Energi terbarukan dan penerangan - secara logis atau artifisial?," Konferensi Internasional 2012 tentang Penelitian dan Aplikasi Energi Terbarukan (ICRERA), Nagasaki, 201 2, him. 1-5; doi•1 0.1109/ICRERA.2012.6477351
- [6] Sunarno, Rochmadi, P. Mulyono, dan A. Budiman, "Catalytic cracking of the top phase fraction of bi-oil into upgrade liquid product", AIP Conference Proceedings, 1737 (201 6), 060008
- [7] Edwards, J., 2008, "Pyrolysis of biomass to produce bio-oil, biochar and combustible gas", Palmerston North: Energy Postgraduate Conference 2008 School of Engineering and Advanced Technology Massey University.
- [8] Dragone, G., Fernandes, B., Vicente, A., and Teixeira, J.A., 2010, "Third generation biofuels from microalgae", In: Vilas AM, editor. Current research, technology and education topics in *Appl. Microbiol. Biot.*, Badajoz: Formatex Research Center; pp.1355-1366.
- [9] Maity, J.P., Bundschuh, J., Chen, C-Y., Bhattacharya, P., 2014, Microalgae for third generation biofuel production, mitigation of greenhouse gas emissions and wastewater treatment: Present and future perspectives: A mini review. *Energy*, Volume 78, pp. 104-113.

### Commented [IM2]: •Noted:

1. The library format is based on the APA (American Psychological Association) Style.
2. References issues of the last 10 (ten) years.

- [10] Suganya, T, Varman, M., Masjuki, H.H., and Renganathan, S., 2016, "Macroalgae and microalgae as a potential source for commercial applications along with biofuels production: A biorefinery approach", *Renew. Sust. Energ. Rev.*, 55, 909–941, 2016.
- [11] Dickerson, T. and Soria, J., 2013, "Catalytic fast pyrolysis: A Review", *Energy*, 6, 514-538.
- [12] Basu, P., 2010, "Biomassa gasification and pyrolysis practical design and theory", Elsevier, The Boulevard, Langford Lane Kidlington, Oxford, UK, pp. 77-82.
- [13] Kan, T., Strezov, V., and Evans, T.J., 2016, Lignocellulosic biomass pyrolysis: A review of product properties and effects of pyrolysis parameters, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 1126–1140.
- [14] De Wild, P.J., Reith, H., and Heeres, H.J., 2011, "Biomass pyrolysis for chemicals", *Biofuels*, 2 (2), 185 – 208.
- [15] Campanella, A. and Harold, 2012, Fast pyrolysis of microalgae in a falling solids reactor: Effects of process variables and zeolite catalysts, *Biomass. Bioenerg.*, 46, 218-232.
- [16] Zheng, Y., Taob, L., Yanga, X., Huang, Y., Liua, C., and Zheng, Z., 2018, Study of the thermal behavior, kinetics, and product characterization of biomass and low-density polyethylene co-pyrolysis by thermogravimetric analysis and pyrolysis-GC/MS, *J. Anal. Appl. Pyrol.*, 133, 185–197.
- [17] Dermibas, A. and Arin, G., 2002, "An overview of biomass pyrolysis", *Energ. Sources*, 24, 471-482, 2002.
- [18] Bae, Y. J., Ryu, C., Jeon, J.K., Park, J., Suh, D. J., Suh, Y.W., and Park, Y.K., 2011, "The characteristics of bio-oil produced from the pyrolysis of three marine macroalgae", *Bioresour. Technol.*, 102(3), 3512–20.
- [19] Sharma, A., Pareek, V., and Zhang, D., 2015, Biomass pyrolysis—A review of modelling, process parameters and catalytic studies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 1081–1096.
- [20] Hoang A T , Hwai Chyuan Ong , I. M. Rizwanul Fattah , Chong C T , Chin Kui Cheng, R. Sakthivel, Yong Sik Ok. 2021. Progress on the lignocellulosic biomass pyrolysis for biofuel production toward environmental sustainability. 1-27
- [21] Uzoejinwa B B, He Xiuhua, Wang Shuang, Abomohra A E, Hu Yamin, Wang Qian. Co-pyrolysis of biomass and waste plastics as a thermochemical conversion technology for high-grade biofuel production: Recent progress and future directions elsewhere worldwide. *Energy Conversion and Management* 163 (2018)468-492.  
<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.02.004>
- [22] Fernandez-Akarregi, A.R., Makibar, J., Lopez, G., Amutio, M., Olazar, M., 2013. Design and operation of a conical spouted bed reactor pilot plant (25kg/h) for biomass fast pyrolysis. *Fuel Process. Technol.* 112,48–56.  
<https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2013.02.022>.
- [23] Gao, X., Li, T., Rogers, W.A., Smith, K., Gaston, K., Wiggins, G., Parks, J.E., 2020. Validation and application of a multiphase CFD model for hydrodynamics, temperature field and RTD simulation in a pilot-

- scale biomass pyrolysis vapor phase upgrading reactor. *Chem. Eng. J.* 388, 124279. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124279>.
- [24] Karmee, S.K., Kumari, G., Soni, B., 2020. Pilot scale oxidative fast pyrolysis of sawdust in a fluidized bed reactor: a biorefinery approach. *Bioresour. Technol.* 318, 124071. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124071>.
- [25] Park, J.Y., Kim, J.-K., Oh, C.-H., Park, J.-W., Kwon, E.E., 2019. Production of bio-oil from fast pyrolysis of biomass using a pilot-scale circulating fluidized bed reactor and its characterization. *J. Environ. Manag.* 234, 138–144. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.104>.
- [26] Soni, B., Karmee, S.K., 2020. Towards a continuous pilot scale pyrolysis based biorefinery for production of biooil and biochar from sawdust. *Fuel* 271, 117570. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.117570>.
- [27] Patwardhan, P.R., Brown, R.C., Shanks, B.H., 2011. Product distribution from the fast pyrolysis of hemicellulose. *ChemSusChem* 4, 636–643. <https://doi.org/10.1002/cssc.201000425>.
- [28] Peng, Y., Wu, S., 2010. The structural and thermal characteristics of wheat straw hemicellulose. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 88, 134–139. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2010.03.006>.
- [29] Peng, Y., Wu, S., 2011. Fast pyrolysis characteristics of sugarcane bagasse hemicellulose. *Cellul. Chem. Technol.* 45, 605–612. [https://www.cellulosechemtechnol.ro/pdf/CCT45,9-10\(2011\)/p.605-612.pdf](https://www.cellulosechemtechnol.ro/pdf/CCT45,9-10(2011)/p.605-612.pdf).
- [30] Neupane, S., Adhikari, S., Wang, Z., Ragauskas, A.J., Pu, Y., 2015. Effect of torrefaction on biomass structure and hydrocarbon production from fast pyrolysis. *Green Chem.* 17, 2406–2417. <https://doi.org/10.1039/C4GC02383H>.
- [31] Zhang, J., Choi, Y.S., Yoo, C.G., Kim, T.H., Brown, R.C., Shanks, B.H., 2015. Cellulose–hemicellulose and cellulose–lignin interactions during fast pyrolysis. *ACS*

ACCEPTANCE LETTER

Ponorogo, June 04<sup>th</sup> 2022

*Bismillahirrahmanirrahim,  
Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Dear authors,

It's my pleasure to inform you that, after the peer review process, your paper,

**Title : Pengaruh Variasi Massa Stearin Dan Minyak Jelantah Hasil Penjernihan Dengan Karbon Aktif Terhadap Kualitas Lilin**

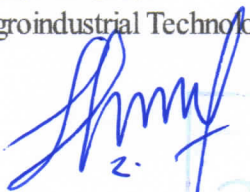
**Authors : Siti Jamilatun, Ikko Nirwana Luthfiani, Dita Permata Putri, Joko Pitoyo, dan Aster Rahayu**

has been accepted to publish with Agroindustrial Technology Journal (ATJ) ISSN : 2599 – 0799 (Print) and ISSN : 2598 – 9480 (Online) for Volume 06 Issue 01, May 2022 Edition.

Thank you for submitting your article on ATJ. I believe that our collaboration will help to accelerate that global knowledge creation and sharing one step further.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Sincerely  
Editor-in-Chief  
Agroindustrial Technology Journal (ATJ)



Ilham Mufandi, S.T., M.Eng

