

Kinerja Kombinasi Dari Alat Pirolisis Dengan Destilasi Secara Sinambung Dalam Memproduksi Asap Cair Tempurung Kelapa

Siti Jamilatun, Maryudi, Martomo Setyawan

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
Jl.Prof. Dr.Soepomo, Janturan, Yogyakarta, Telp.(0274)379418/381523, Fax (0274) 381523
sitijamilatun_uad@yahoo.com

Abstrak-Pirolisis adalah proses pemanasan suatu zat tanpa adanya oksigen sehingga terjadi penguraian komponen-komponen penyusun kayu keras, maka akan terjadi reaksi penguraian dari senyawa-senyawa kompleks yang menyusun kayu keras dan menghasilkan zat dalam tiga bentuk yaitu padatan, cairan dan gas (Darmaji, P. 2000). Destilasi merupakan teknik pemisahan yang didasari atas perbedaan perbedaan titik didih dari masing-masing zat penyusun dari campuran homogen. Untuk keperluan destilasi maka dirancang destilator yang kapasitas dan dimensinya disesuaikan dengan kebutuhan, kemudian akan dipelajari kinerjanya. Alat pirolisis dan destilasi yang dirangkai dalam satu kesatuan alat dimaksudkan untuk mengetahui kinerja dan kualitas asap cair yang dihasilkan.

Proses untuk menghasilkan asap cair dilakukan dengan dua cara tanpa redistilasi dan dengan redistilasi sekaligus dalam satu unit alat. Unit alat terdiri dari tangki pirolisis, 2 buah kondensor dan satu buah tangki destilasi. Tahap awal proses pirolisis redistilasi dimulai dengan memasukkan tempurung kelapa kering kedalam tangki pirolisis sampai penuh, kemudian dibakar sehingga apinya merata. Asap yang keluar dari tangki pirolisis dikondensasi di kondensor 1, kemudian dialirkan ke tangki destilasi, di tangki destilasi asap cair dipanaskan kembali pada suhu 125oC, kemudian asapnya dikondensasi kembali di kondensor 2. Volume asap cair yang keluar dari kondensor 2 dan yang tersisa di tangki destilasi, jumlah ter terbentuk dan arang yang dihasilkan diukur dan dicatat.

Dari pembakaran tempurung kelapa 20 kg tanpa redistilasi dihasilkan rendemen asap cair sebanyak 29.9 %, menghasilkan arang 23,5 % dan ter terbentuk 2,63 %. Dari analisis asap cairnya mengandung fenol (0,75 %), karbonil (5,55 %), tingkat keasaman(4,89 %) dan pH (3,44). Sedangkan dengan redistilasi rendemen asap cair keluar dari kondensor 2 sekitar 8,53 %, , arang sekitar 10,57 % dan ter 3,63 %. Dari analisis asap cair di kondensor 2 mengandung fenol (0,76 %), karbonil (6,55 %), tingkat keasaman (7,89 %) dan pH (3,2). Dan asap cair yang tersisa di tangki destilasi 10,1% , fenol (0,85 %), karbonil (6,55 %), tingkat keasaman (27,7 %) dan pH (2,5) dengan suhu operasi rata rata 275-300 oC, waktu efektif 6-8 jam.

Kata kunci: tempurung kelapa, destilasi, pirolisis

Latar Belakang

Asap cair tempurung mengandung lebih dari 400 komponen dan memiliki fungsi sebagai penghambat perkembangan bakteri, baik dan aman aman bagai pengawet alami. Asap cair dapat dihasilkan dari pembakaran tongkol jagung, tempurung kelapa, kayu kelapa dan bisa digunakan sebagai bahan pengawet alami, sebagai pengganti dari bahan pengawet formalin yang terbukti berbahaya bagi kesehatan manusia. (Pszczola, D.E. 1995)

Pengasapan konvensional untuk tujuan pengawetan bahan makanan memiliki banyak kelemahan seperti mutu, cita-rasa dan aroma yang konsisten sulit dicapai, senyawa ter terdeposit, dan bila suhunya terlalu tinggi akan terbentuk senyawa karsinogenik *benzopiren* (hidrokarbon aromatis polisiklik). Pada penggunaan asap cair, diharapkan kelemahan tersebut dapat diatasi. Asap cair diproduksi melalui proses pirolisis tempurung kelapa yang mengandung 38,98 - 63,89 % selulosa dan 19,35 - 55,44 % lignin. Pirolisis dilaksanakan dalam suatu reaktor pada suhu 350 – 400oC diikuti dengan kondensasi dalam kondensor berpendingin air, sehingga dihasilkan asap cair.

Dengan membuat alat pirolisis sekaligus proses pemurnian dalam satu rangkaian unit alat (redistilasi) diharapkan proses pemurnian asap cair lebih sederhana dan menghemat waktu. Asap dari pirolisis dikondensasi di kondensor 1, kemudian kondensat ini dipanaskan ulang pada 125oC atau didestilasi kembali pada destilator kemudian uapnya dikondensasi pada kondensor 2.

Tinjauan Pustaka

Pirolisis

Secara umum pembakaran dapat didefinisikan sebagai proses atau reaksi oksidasi yang sangat cepat antara bahan bakar (*fuel*) dan oksidator dengan menimbulkan panas atau nyala. Reaksi pembakaran bahan bakar padat adalah sebagai berikut:

Bahan bakar padat + O₂ → Gas buang + abu - ΔH

Proses pembakaran padatan terdiri dari beberapa tahap seperti pemanasan, pengeringan, devolatilisasi dan pembakaran arang. Selama proses devolatilisasi, kandungan volatile akan keluar dalam bentuk gas seperti: CO, CO₂, CH₄ dan H₂. (Amin, S., 2000).

Laju/kecepatan pembakaran : $-r_A$ atau dm_A/dt , dimana m_A adalah berat biomassa yang terbakar, maka:

$$-r_A = -dm_A/dt = km^n$$

k = konstanta laju pembakaran

n = pangkat reaksi

Karbonisasi merupakan suatu proses untuk mengkonversi bahan organik menjadi arang, pada proses karbonisasi akan melepaskan zat yang mudah terbakar seperti CO, CH₄, H₂, formaldehid, metana, formik dan acetyl acid serta zat yang tidak terbakar seperti CO₂, H₂O dan tar cair. Gas-gas yang dilepaskan pada proses ini mempunyai nilai kalor yang tinggi dan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan kalor pada proses karbonisasi

Kondensasi

Kondensasi adalah suatu proses untuk merubah suatu gas atau uap menjadi cairan. Gas dapat berubah menjadi cair dengan menurunkan temperaturnya atau meningkatkan tekanan. Umumnya, pendekatan yang digunakan adalah dengan menurunkan temperatur, sedangkan dengan meningkatkan tekanan gas lebih mahal. Pengendalian gas dengan kondensasi lebih sederhana dan murah peralatannya, umumnya digunakan air atau udara sebagai media pendingin.

Destilasi

Destilasi merupakan suatu perubahan cairan menjadi uap dan uap tersebut didinginkan kembali menjadi cairan. Unit operasi destilasi merupakan metode yang digunakan untuk memisahkan komponen-komponennya yang terdapat dalam salah satu larutan atau campuran dan bergantung pada distribusi komponen-komponen tersebut antara fasa uap dan fasa air. Syarat utama dalam operasi pemisahan komponen-komponen dengan cara destilasi adalah komposisi uap harus berbeda dengan komposisi cairan dengan terjadi keseimbangan larutan-larutan, dengan komponen-komponennya cukup dapat menguap.

Asap cair

Asap memiliki kemampuan untuk mengawetkan bahan makanan karena adanya senyawa asam, fenolat dan karbonil. Pirolisis tongkol jagung menghasilkan asap cair dengan kandungan senyawa fenol sebesar 4,13 %, karbonil 11,3 % dan asam 10,2 %. Sedangkan pirolisis untuk tempurung kelapa mempunyai kadar fenol 5,13 %, karbonil 13,28 %, asam 11,39 % dan untuk pirolisis dari kayu kelapa mengandung fenol sebesar 3,16 %, karbonil 12,94 %, dan asam 6,61 %. (Tranggono dkk, 1997)

Diketahui pula bahwa temperatur pembuatan asap merupakan faktor yang paling menentukan kualitas asap

yang dihasilkan. Kandungan maksimum senyawa-senyawa fenol, karbonil, dan asam dicapai pada temperatur pirolisis 600°C. Produk yang diberikan asap cair yang dihasilkan pada temperatur 400°C dinilai mempunyai kualitas organoleptik yang terbaik dibandingkan dengan asap cair yang dihasilkan pada temperatur pirolisis yang lebih tinggi. Pirolisis (*destructive distillation*) adalah proses pemanasan suatu zat tanpa adanya oksigen sehingga terjadi penguraian komponen-komponen penyusun kayu keras. (Tranggono dkk, 1997)

Tujuan Penelitian

Merancang alat pirolisis dengan bahan baku tempurung kelapa, sekaligus kondensasi pertama untuk mengambil asapnya. Merancang tangki destilasi dan kondensor kedua yang digunakan untuk mengembunkan asapnya sebagai penghasil asap cair. Menghitung efisiensi dari proses tanpa redistilasi kemudian membandingkan dengan proses pirolisis yang disertai dengan pemurnian redistilasi

Kontribusi Penelitian

Mendapatkan cara pirolisis tempurung kelapa sebagai bahan untuk membuat briket sekaligus pengambilan asap cairnya. Memberikan solusi terhadap melimpahnya limbah kelapa dan meningkatkan nilai ekonomis dari limbah kelapa. Melakukan pengembangan atau inovasi terhadap alat pirolisis tempurung kelapa dengan redistilasi kondensasi yang kedua dalam satu proses satu unit alat, yang pada umumnya biasanya pemurnian dilakukan secara terpisah

Metode Penelitian

Bahan dan alat

- a. Tempurung kelapa
- b. Air pendingin dan es batu



Gambar 1. Alat penghasil asap cair tanpa redistilasi



Gambar 2 . Unit alat penghasil asap cair dengan redistilasi

Hasil dan Pembahasan

Realisasi Spesifikasi Unit Alat Penghasil Asap Cair dengan Redistilasi yang dirancang. Adapun unit alat ini terdiri dari bermacam macam jenis alat:

1. Tangki Pembakaran /Pirolisis

Kapasitas : 25 Kg
Diameter : 50 Cm
Tinggi : 70 Cm
Bahan : Stainless Steel
Jumlah : 1 buah

2. Pipa Pendingin pada kondensor 1

Jenis : Kondensor 12 pipa
Diameter : 2 cm
Panjang total pipa : 528 cm
Luas transfer panas : 4119,7 cm²
Bahan : Pipa besi
Jumlah : 1 buah

3. Pipa Penghubung antara tangki Pirolisis dan kondensor pertama

Panjang : 165 cm
Diameter : 6 cm
Bahan : Besi
Jumlah : 1 buah

4. Pipa Penghubung antara tangki destilasi/dandang dan kondensor kedua

Panjang : 155 cm
Diameter : 6 cm
Bahan : Besi
Jumlah : 1 buah

5. Pipa Pendingin pada kondensor 2

Jenis : Kondensor 8 pipa
Diameter : 2 cm
Panjang total pipa : 198 cm
Luas transfer panas : 2059,8 cm²
Bahan : Pipa besi

Jumlah : 1 buah

6. Tangki pendingin/kondensor/shell

Diameter : 36 cm
Tinggi : 65 cm
Bahan : drum
Jumlah : 2 buah

7. Destilator/Tangki destilasi

Diameter : 25 Cm
Tinggi : 35 Cm
Wadah : Dandang Stainless stell
Jumlah : 1 buah

8. Penampung Liquid Smoke

Diameter : 15 Cm
Tinggi : 20 Cm
Wadah : Plastik
Jumlah : 2 buah
Penampung Ter
Diameter : 10 Cm
Tinggi : 15 Cm
Wadah : Botol plastic
Jumlah : 1 buah

9. Penyangga Tangki

Panjang x lebar : 55 x 55 Cm
Tinggi : 40 Cm
Bahan : Besi
Jumlah : 4 buah

Hasil dan Kinerja Alat

Kapasitas kerja alat pirolisis ditentukan oleh banyaknya bahan baku yang dibakar dalam tangki pirolisis per satuan waktu. Sedangkan rendemen yang dihasilkan dinyatakan dalam persen dapat dilihat pada tabel 1,2 yang merupakan perbandingan antara jumlah asap cair yang dihasilkan dengan jumlah bahan yang dibakar dalam tangki pirolisis.

Unit alat dirancang dengan maksud agar proses untuk menghasilkan asap cair mulai dari pirolisis tempurung kelapa sampai menghasilkan asap cair akan dihasilkan kandungan fenol dan asam lebih tinggi daripada tanpa redistilasi. Proses ini sangat mungkin apabila alat yang dipakai dijaga dari kebocoran dan kondensor mampu mengembunkan asap yang dihasilkan.

Kapasitas dari unit alat ini masih skala kecil dan akan sangat mungkin jika proses ini dipakai untuk kapasitas yang cukup besar, sehingga efisien waktu dan biaya proses.

1. Jumlah destilat tempurung kelapa tanpa redistilasi dan dengan redistilasi

Tabel 1 . Rendemen tempurung kelapa

No	Proses	Destilat,ml	Berat, gr	% destilat
1	Tanpa redistilasi	5800	6981,12	29,29
2	Dengan redistilasi, pendingin 2 , es batu	1100	1153	6,8
3	Dengan redistilasi, sisa di tangki destilasi	1900	1988	9,9

Dari tabel 1 terlihat perbedaan hasil yang cukup besar antara proses tanpa redistilasi dan dengan redistilasi. Hal ini disebabkan masih adanya kebocoran pada beberapa tempat sehingga banyak asap yang hilang yang tidak terembunkan, Namun jika dilihat dari asap cair yang dihasilkan di kondensor 2 yang warnanya cukup jernih dan kandungan fenol dan asam yang cukup baik maka proses ini memberikan prospek yang cukup baik. Namun proses redistilasi dalam satu proses unit alat perlu diperbaiki alatnya dan prosesnya dan perlu penelitian lanjutan untuk mendapatkan hasil seperti yang diinginkan.

Pada proses tanpa redistilasi pemurnian dilakukan dalam proses yang terpisah dan perlu pengendapan selama 1 minggu. Dari proses redistilasi ini meskipun jumlahnya lebih sedikit namun kadar fenol, karbonil dalam asap cair jauh lebih tinggi artinya proses tinggal pemurnian untuk menghilangkan kekeruhan.

Berdasarkan dari beberapa pustaka menyatakan bahwa rendemen asap cair dari tempurung kelapa adalah 35-40 % dengan grade 3. Rendemen asap cair dari penelitian ini pada tabel 2 tanpa redistilasi adalah untuk 29,29 % grade 3, sedangkan dengan redistilasi rata rata 9,9 %. Dengan redistilasi jauh lebih sedikit tetapi dengan kadar fenol dan karbonil yang lebih banyak.

2. Jumlah Arang, ter dan komponen yang hilang

Tabel 2 . Jumlah arang terbentuk(%),ter(%) dan komponen yang hilang(%)

No	Proses	Berat Arang,kg	% destilat	% arang terbentuk	% ter	% komponen hilang
1	Tanpa redistilasi	4,7	29,29	2,35	2,63	64,58
2	Dengan redistilasi, pendingin ditambah air es, keluar dari kondensor 2	2,5	9,9	12,5	6,75	78,9

Kondisi diatas dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya adalah jenis biomassa, kondisi biomassa, waktu pirolisis, suhu, kondisi tempat dilakukannya pembakaran(kecepatan udara), kinerja alat tangki pirolisis serta kemampuan kondensor dalam mengembunkan asap. (Tranggono,dkk. 1996)

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa komponen yang hilang masih cukup besar terutama asap yang tidak mengembun, maka pada penelitian selanjutnya untuk mengatasinya adalah dengan menambah jumlah pipa kondensor, dengan memperluas transfer panasnya, yaitu dengan merancang pipa kondensor banyak pipa secara parallel dan dijaga agar tidak ada kebocoran alat. Hal tersebut dilakukan untuk memaksimalkan proses perpindahan panas dari pipa uap ke air. Selain itu ditambahkan sistem sirkulasi air pada kondensor untuk menjaga agar suhu air pada kondensor tetap dingin, jika diperlukan bisa ditambahkan es.

Secara singkat rendemen asap cair yang kurang maksimal disebabkan oleh beberapa hal teknis diantaranya adalah:

1) Kondisi bahan dan jenis bahan dan tangki pirolisis tidak diberi isolasi agar panas tidak hilang kelingkungan sehingga pembakaran bahan tidak maksimal, tangki pembakaran seharusnya ditutup dengan batu bata dan tanah untuk menghindari panas keluar berlebih.

2) Perancangan kondensor, luas perpindahan panas kurang maksimal perlu yang lebih besar lagi sehingga bisa mengembunkan lebih banyak lagi asapnya, Destilat yang dihasilkan adalah asap cair grade 3, masih perlu pemurnian lanjut.



Gambar 2. Asap cair yang dihasilkan dengan redistilasi di tangki Redistilasi(7) dan hasil dari kondensor 2(8)

3. Kinerja Alat

Kinerja alat adalah jumlah asap cair yang bisa terembunkan selama waktu pembakaran tiap satuan panjang pipa kondensor. Waktu yang dibutuhkan untuk pembakaran tergantung jenis bahannya, kondisi bahan, kecepatan hembusan udara disekitarnya dan cuaca saat penelitian dilaksanakan. Kinerja alat untuk tempurung tanpa redistilasi adalah 0,2929 kg/jam.m dan dengan redistilasi adalah 0,10 kg/jam.m

Dari sumber pustaka tongkol jagung menghasilkan asap cair dengan kandungan senyawa *fenol* sebesar 4,13 %, *karbonil* 11,3 % dan *asam* 10,2 %. Sedangkan pirolisis untuk tempurung kelapa mempunyai kadar *fenol* 5,13 %, *karbonil* 13,28 %, *asam* 11,39 % dan untuk pirolisis dari kayu kelapa mengandung *fenol* sebesar 3,16 %, *karbonil* 12,94 %, dan *asam* 6,61% (Darmaji, P. 2000) atau dalam kisaran komposisi :air (11-92%), *fenol* (0,2-2,9%), *asam* (2,8-9,5%), *karbonil* (2,6-4,0%), dan tar (1-7%). (Darmaji, P. 2000)

Dari pembakaran tempurung kelapa 20 kg tanpa redistilasi dihasilkan rendemen asap cair sebanyak 29.9 %, menghasilkan arang 23,5 % dan ter terbentuk 2,63 %. Dari analisis asap cairnya mengandung fenol (0,75%), karbonil (5,55 %), tingkat keasaman(4,89) dan pH (3,44). Sedangkan dengan redistilasi rendemen asap cair keluar dari kondensor 2 sekitar 8,53 % , arang sekitar 10,57 % dan ter 3,63 %. Dari analisis asap cair di kondensor 2 mengandung fenol (0,76 %), karbonil (6,55 %), tingkat keasaman (7,89 %) dan pH (3,2). Dan asap cair yang tersisa di tangki destilasi 10,1% , fenol (0,85 %), karbonil (6,55%), tingkat keasaman (27,7%) dan pH (2,5) dengan suhu operasi efektif rata rata 275-300oC, waktu efektif 6-8 jam.

Kesimpulan

1. Asap pembakaran tempurung kelapa dapat dikondensasikan untuk menghasilkan asap cair.
2. Didapatkan ukuran/dimensi alat pirolisis, kondensasi tanpa dan dengan redistilasi
3. Perbedaan jumlah destilat tanpa redistilasi dan dengan redistilasi pada kondensor 2 dan pada tangki destilat disebabkan karena masih ada beberapa kebocoran pipa.
4. Luas transfer panas pada kondensor perlu ditambah dengan cara menambah pipa pendingin
5. Proses pembuatan asap cair dengan cara redistilasi cukup memberikan prospek dengan memperbaiki kinerja alat.

Daftar Pustaka

- [1]. Armin, Sarmidi, 2000, "Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia", Vol. 2, No. 1 hal. 41
- [2]. -46, /HUMAS-BPPT/ANY.
- [3]. Darmaji, P. 2000. *Optimasi produk dan sifat fungsional asap cair kayu karet*.
- [4]. Agritech Fakultas Teknologi Pertanian . UGM. Yogyakarta. 20(3): 148.
- [5]. <http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2009/12/tugas-iad-3-tekhnologi-energi-biomassa/>.
- [6]. Pszczola, D.E. 1995. Tour highlights production and uses of smoke base flavors. *J. Food Tech.* (49): 70-74.
- [7]. Tranggono, Suhardi, Setiadji, B., Darmadji, P., Supranto dan Sudarmanto. 1996.
- [9]. Identifikasi Asap Cair dari Berbagai Jenis Kayu dan Tempurung Kelapa. *J. Ilmu Tekn. Pangan*. Yogyakarta. 1(2): 15-2