

# PENGOLAHAN TEMPURUNG KELAPA MENJADI ARANG DAN ASAP CAIR DENGAN METODE SEMI-BATCH PYROLYSIS

Dewi Ratna Sari dan Ariani

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia  
19dewiratna@gmail.com, [ariani.chalim@gmail.com]

## ABSTRAK

Biomassa sangat melimpah di Indonesia, salah satu yang sangat melimpah yaitu pohon kelapa. Di Indonesia pemanfaatan buah kelapa baru sebatas daging buahnya untuk dijadikan santan, kopra dan minyak. Untuk tempurung kelapa hanya sebatas dibakar untuk menghasilkan arang sehingga perlu dilakukan pemanfaatan agar tidak mencemari lingkungan serta diharapkan dapat menjadi sumber energi alternatif bagi masyarakat maupun industri. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh suhu reaktor, dan waktu proses terhadap *yield* arang dan asap cair yang dihasilkan. Serta menganalisis arang dan asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis. Dengan metode *semi-batch pyrolysis* yang dilakukan pada tempurung kelapa sebanyak 1000 g digunakan peubah suhu 350, 400, 450°C dan waktu proses 60, 80, 100 menit. *Yield* arang yang dihasilkan berkisar 33,25% dan *yield* asap cair berkisar 43,52%. Hasil penelitian ini menunjukkan pengaruh suhu yaitu semakin tinggi suhu maka *yield* arang yang dihasilkan semakin rendah sedangkan *yield* asap cair semakin tinggi. Pengaruh dari waktu proses yaitu semakin lama waktu proses, *yield* arang yang dihasilkan semakin rendah dan *yield* asap cair semakin tinggi.

**Kata kunci:** asap cair, arang, pirolisis, tempurung kelapa, yield

## ABSTRACT

*Biomass is very abundant in Indonesia, one of which is very abundant coconut trees. In Indonesia the use of new coconut fruit is limited of the fruit to be used as coconut milk, copra and oil. For coconut shell is only used to burn to get charcoal so it needs to be utilized so as not to pollute the environment and is expected to be an alternative energy source for the community and industry. This study aims to determine the effect of reactor temperature, and processing time on the resulting yield of charcoal and liquid smoke. As well as analyzing charcoal and smoke search resulting from pyrolysis process. Using the semi-batch pyrolysis method performed on the coconut shell as much as 1000 g used temperature change 350, 400, 450 °C and processing time 60, 80, 100 minutes. The yield on charcoal is around 33.25% and the yield on liquid smoke is around 43.52%. The results of this study showed the effect of temperature that is the higher the temperature, the lower the yield of charcoal while the yield of liquid smoke the higher. The effect of the process time is that the longer the processing time, the lower the yield of charcoal and the higher the liquid smoke yield.*

**Keywords:** charcoal, coconut shell, pyrolysis, smoke liquid, yield

## 1. PENDAHULUAN

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik, baik berupa produk maupun buangan. Contoh biomassa kering antara lain adalah kayu kering, daun kering, sekam padi, arang, ampas tebu, tongkol jagung, batok kelapa dan lain-lain [1]. Biomassa tersebut sangat mudah sekali didapat di lingkungan sekitar dan belum

dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber energi atau bahkan hanya menjadi limbah yang tidak terpakai.

Tempurung kelapa adalah bagian dari buah kelapa yang berupa endokrap, bersifat keras, dan di selimuti oleh sabut kelapa biasanya tempurung kelapa di gunakan sebagai bahan kerajinan, bahan bakar, dan briket. Tempurung kelapa memiliki komposisi kimia mirip kayu, mengandung lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Tempurung kelapa dalam penggunaan biasanya digunakan sebagai bahan pokok pembuatan arang dan arang aktif. Hal tersebut dikarenakan tempurung kelapa merupakan bahan yang dapat menghasilkan nilai kalor sekitar 6.500 – 7.600 Kkal/g [2].

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pembuatan arang aktif dari cangkang kelapa. Arang dibuat terlebih dahulu dengan proses karbonisasi dengan proses pembakaran pada drum terbuka dengan waktu 1,5-2 jam untuk menghasilkan arang dengan rendemen rata-rata 43,56% yang belum diaktivasi [3]. Pada penelitian lain dengan metode karbonisasi yang dilakukan dengan *retort* dengan variasi waktu 2-4 jam dengan suhu 400°C-600°C menghasilkan arang yang memiliki terbaik pada suhu 500°C dengan waktu 2-3 jam. Arang yang dihasilkan memiliki *yield* rata-rata sebesar 37,23% [4].

Pirolisis adalah dekomposisi senyawa kimia melalui proses pemanasan menggunakan O<sub>2</sub> yang terbatas, dimana bahan akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Proses pirolisis akan menghasilkan produk berupa *syngas* yang tidak dapat dikondensasi, liquid (*bio-oil*) yang dapat digunakan sebagai campuran dalam bahan bakar, dan car (*bio-arang*)[5].

Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan pengaruh suhu reaktor, ukuran partikel umpan, dan waktu proses terhadap *yield* arang dan asap cair yang dihasilkan. Serta menganalisis arang dan asap cari yang dihasilkan dari proses pirolisis.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahap persiapan bahan tempurung kelapa dicacah menjadi ukuran 0,5 *inch* dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 100°C selama 1 jam. Tempurung kelapa kering ditimbang kemudian dimasukkan kedalam reaktor pirolisis dan ditutup rapat. Udara dalam reaktor dihisap dengan kompresor hingga *pressure gauge* dibawah 1 atm (vakum). Selanjutnya tahap operasi reaktor dihidupkan dan diatur temperatur operasi (350°C, 400°C, 450°C) dengan waktu selama 60, 80, 100 menit. Arang dan asap cair yang dihasilkan ditimbang untuk mengetahui *yield* dari arang dan asap cair. Kemudian dilakukan analisis arang sesuai standar SNI. 06-3730-1995.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

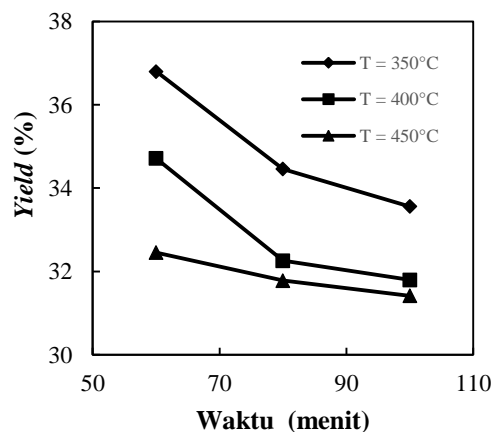
#### 3.1 Hasil Penelitian

Tabel 1. Yield arang dan asap cair

Suhu (°C)	Waktu (menit)	Yield (%)	
		Arang	Asap Cair
350	60	36,798	41,576
	80	34,457	42,650
	100	33,560	44,367
400	60	34,712	42,568
	80	32,254	42,953
	100	31,796	44,523
450	60	32,450	43,510
	80	31,778	43,780
	100	31,413	45,745

#### 3.2 Pembahasan

Pirolisis adalah pemanasan bahan organik (biomassa), tanpa adanya oksigen. Karena tidak ada oksigen bahan tidak terbakar tetapi senyawa kimia pada biomassa (yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin) terdekomposisi menjadi gas dan arang yang mudah terbakar. Sebagian besar gas yang dihasilkan dapat dikondensasikan ke dalam cairan yang disebut minyak pirolisis (*bio-oil*), dan gas yang tidak dapat dikondensasikan ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ , hidrokarbon ringan). Dengan demikian pirolisis biomassa menghasilkan tiga produk: asap cair, arang, dan gas (*syngas*).



Gambar 1. Hubungan yield terhadap waktu operasi

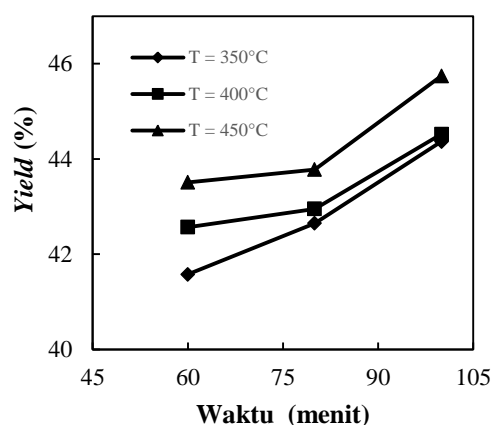
Pirolisis terbagi menjadi tiga jenis yaitu *slow pyrolysis*, *intermediate pyrolysis*, dan *fast pyrolysis*. *Slow pyrolysis* yaitu proses pirolisis yang dilakukan dengan suhu operasi  $<100^\circ\text{C}$  dengan waktu tinggal 30 menit hingga hitungan hari. *Fast pyrolysis* adalah proses pirolisis dengan suhu operasi  $>500^\circ\text{C}$  dengan waktu yang cepat (1-30 detik). Sedangkan proses yang berjalan diantara suhu  $100\text{-}500^\circ\text{C}$  merupakan *intermediate pyrolysis* yang dilakukan pada jangka waktu tertentu. Dari ketiga jenis proses pirolisis menghasilkan produk yang sama dengan jumlah yang berbeda. Penelitian dilakukan pada proses

*intermediate pyrolysis*, dimana produk yang dihasilkan adalah liquid 50%, arang 25% dan gas 25% dari *feed* [6].

Pada proses pirolisis terjadi dekomposisi rantai kimia komponen tempurung kelapa yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Hemiselulosa merupakan komponen yang paling mudah terdekomposisi, hemiselulosa terdekomposisi pada suhu 220-315°C dan menghasilkan residu yang tidak dapat terdekomposisi lagi bahkan pada suhu yang lebih tinggi. Hemiselulosa meninggalkan residu berupa arang sekitar 20% dari jumlah hemiselulosa umpan [7]. Selulosa terdekomposisi pada suhu yang lebih tinggi dari hemiselulosa (315-400°C). Pada suhu diatas 400°C hampir semua selulosa terdekomposisi, residu yang tertinggal sangat sedikit (sekitar 6,5% *feed*). Diantara ketiga komponen tempurung kelapa, lignin yang paling sulit terdekomposisi. Lignin terdekomposisi sangat lambat pada suhu pirolisis <900°C. Lignin merupakan komponen tempurung kelapa yang memiliki presentase tertinggi dan lignin juga yang menghasilkan residu (arang) paling banyak (sekitar 45,7% *feed*).

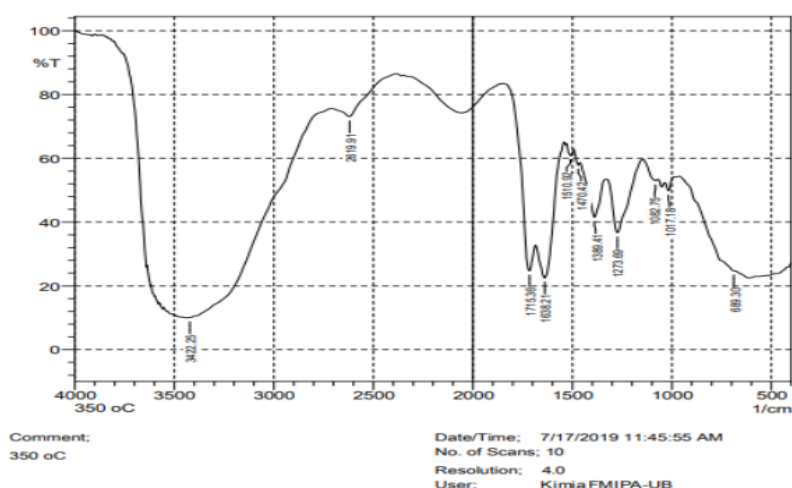
Residu hasil dari dekomposisi hemiselulosa, selulosa dan lignin tertinggal pada reaktor yang dikeluarkan pada akhir proses. Jumlah arang yang dihasilkan pada setiap kondisi proses berbeda, pada Gambar 1 ditunjukkan *yield* arang yang dihasilkan pada masing-masing proses. Pada Gambar 1 ditunjukkan bahwa jumlah *yield* arang semakin sedikit seiring dengan kenaikan suhu dan lamanya waktu proses. Faktor yang paling mempengaruhi proses pirolisis adalah suhu reaksi dan komponen dari umpan. Pada Gambar 1 juga ditunjukkan bahwa pada suhu 450°C didapatkan *yield* arang yang paling sedikit dibandingkan suhu 300°C dan 350°C. Dan pada waktu yang lebih lama, arang yang dihasilkan lebih juga sedikit.

Pemecahan rantai hemiselulosa, selulosa dan lignin menghasilkan arang dan gas. Produk berupa gas dilewatkan ke kondensor dengan media pendingin air menghasilkan produk liquid atau asap cair dan gas (*non-condensable gas*). Pada penelitian, asap cair mulai sudah mulai terbentuk saat suhu reaktor berkisar 150°C sedangkan waktu proses dijalankan pada saat suhu reaktor mencapai peubah proses (300, 350, 450°C). Berbanding terbalik dengan produk arang, produk asap cair yang dihasilkan lebih banyak pada suhu tinggi dan waktu proses yang lebih lama. Hal ini dikarenakan pada suhu yang lebih tinggi dekomposisi dari biomassa (khusus kayu) terjadi lebih cepat, tetapi produk asap cair terbanyak didapatkan pada rentang suhu 450-550°C [8]. *Yield* produk asap cair dari penelitian digambarkan pada Gambar 2, dimana pada suhu yang tinggi *yield* asap cair juga meningkat. Semakin lama waktu proses juga menghasilkan lebih banyak asap cair.



**Gambar 2.** Hubungan *yield* asap cair terhadap waktu operasi

Asap cair yang dihasilkan mengandung banyak komponen diantaranya air, *acetic acid*, *glycoldehyde*, *levoglucosan* dan berbagai macam turunan alkohol. Untuk mengetahui kandungan dalam asap cair dilakukan uji *Fourrier Transform Infrared* (FT-IR). Gambar 3 menunjukkan spektra FTIR dari asap cair yang dapat menunjukkan panjang gelombang suatu komponen. Masing-masing panjang gelombang dengan intensitas tertentu akan menunjukkan komponen tertentu.



**Gambar 3.** Spektra FTIR asap cair tempurung kelapa

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian Pengolahan Tempurung Kelapa menjadi Arang dan Asap Cair dengan Metode *Semi-Batch Pyrolysis* dapat disimpulkan bahwa suhu reaktor memiliki pengaruh terhadap *yield* produk yaitu semakin tinggi suhu reaktor maka *yield* arang semakin rendah dan *yield* asap cair semakin tinggi. Waktu operasi juga mempengaruhi *yield* arang dan asap cair, semakin lama waktu operasi maka *yield* arang yang dihasilkan semakin kecil dan *yield* asap cair yang dihasilkan semakin tinggi.

#### REFERENSI

- [1] Herman, S., 2012, *Tinjauan Studi Briket Arang dari Tempurung Kelapa*, <http://harmansuharmanto.blogspot.com/2012/01/tinjauan-studipembuatan-briket->

- arang.html, diakses : 19 Juni 2019.
- [2] Muhammad, T., 2006, *Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (Maesopsis eminil Engl) dan Sengan (Paraserianthes falcataria L Nielsen) dengan Penambahan Tempurung Kelapa (Cocos mucifera L)*, Departemen Hasil Hutan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
  - [3] Cahyo, P., 2015, *Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit*, Laporan Skripsi Jurusan Teknologi Kimia Industri, Universitas Sebelas Maret.
  - [4] Djoko, P., 2011, *Arang dari Limbah Tempurung Kelapa Sawit (Elaeis guineensi Jacq)*, Balai Riset dan Standarisasi Indonesia.
  - [5] Putri, A., Adinda, A., Amanah, N., T, Anang., 2019, *Studi Awal Pengaruh Kombinasi Waktu Perendaman ZnCl<sub>2</sub> dan KOH dalam Proses Aktivasi Karbon dari Kayu Halaban*, Jurnal Distilat: Teknologi Separasi, Vol. 5, 98–104.
  - [6] Crocker, M., 2010, *Thermochemical Conversion of Biomass to Liquid Fuels and Chemical*. Lexington, USA.
  - [7] Haiping, Y., Rong, Y., Hanping, C., Dong Hoo, L., Chuguang, L., 2006, *Characteristic of Hemicellulose, Cellulose and Lignin Pyrolysis*, *Institue Enviroment. Science Engineering*.
  - [8] Bridgwater, S.A., Bridge, A.V., 1992, *A Review of Biomass Pyrolysis and Pyrolysis Technologies*. Aston University.