

## PEMBUATAN BIO OIL DARI CANGKANG KELAPA SAWIT DENGAN METODE PIROLISIS

### *MAKING BIO-OIL FROM PALM OIL SHELLS BY PYROLYSIS METHOD*

**Aulia Nur Afriliana<sup>1\*</sup>, Salasiah<sup>1</sup>, Ari Susandy Sanjaya<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman  
Jl. Sambaliung No. 9, Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia

\*email: [aulia.nurafriiana146@gmail.com](mailto:aulia.nurafriiana146@gmail.com)

(Received: 26 November 2020; Reviewed: 28 January 2021; Accepted: 24 December 2021)

#### Abstrak

Cangkang kelapa sawit merupakan limbah padat lignoselulosa yang dihasilkan oleh industri perkebunan kelapa sawit dan memiliki tingkat ketersediaan yang berlimpah setiap tahunnya. Upaya yang dilakukan untuk pengelolaan limbah adalah mengurangi daya cemar dan memanfaatkan limbah agar mendapatkan nilai tambah dari limbah tersebut. Penanganan limbah cangkang sawit pada industri kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan asap cair saat ini belum optimal dan ekonomis, sehingga mendorong peneliti untuk mencari suatu metode alternatif untuk memanfaatkan cangkang sawit sebagai bahan baku substitusi untuk industri asap cair di Indonesia dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengawet alami pengganti formalin yang sering digunakan walau sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Sehubungan dengan hal itu, penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap yaitu persiapan bahan baku dan proses pirolisis. Pirolisis adalah proses pembakaran tanpa oksigen untuk memproduksi *bio-oil*, *bio-char* dan gas. Tujuan dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap *bio-oil* serta untuk mengetahui densitas, viskositas dan komposisi *bio-oil* hasil dari pirolisis tandan kosong kelapa sawit. Pada penelitian ini digunakan variabel suhu pirolisis yaitu 300°C, 350°C dan 400°C. Hasil dari penelitian ini didapatkan *yield bio-oil* terbesar 62,55% pada suhu 400°C. Nilai densitas dan viskositas *bio-oil* secara berurutan yaitu 1,0178-1,020 g/cm<sup>3</sup>, dan 0,0093-0,0109 N/m<sup>2</sup>.

**Kata Kunci:** kelapa sawit, cangkang kelapa sawit, pirolisis, *bio-oil*

#### Abstract

*The oil palm shell is a lignocellulosic solid waste produced by the oil palm plantation industry and has abundant availability. Efforts made for waste management are reducing pollutants and utilizing waste to get additional value from the waste. The handling of palm shell waste in the palm oil industry as a raw material for making liquid smoke is currently not optimal and economical. Thus, encouraging researchers to find an alternative method to utilize the palm shell as a substitute raw material for the liquid smoke industry in Indonesia can be used as a natural preservative Formalin substitute which is often used even though it is hazardous for humans' health. In this connection, this research was carried out in 2 stages: raw material preparation and pyrolysis. Pyrolysis is a process of combustion without oxygen to produce Bio-oil, bio-char, and gas. The purpose of this study was to determine the effect of temperature on Bio-oil and to determine the density, viscosity, and composition of Bio-oil resulting from the pyrolysis of oil palm empty fruit bunches. In this study, the pyrolysis temperature variable used is 300 ° C, 350 ° C, and 400 ° C. This study obtained the highest Bio-oil yield of 62.55% at 400°C. The value of density and viscosity of Bio-oil are respectively 1.0178-1.020 g / cm<sup>3</sup> and 0.0093-0.0109 N m<sup>2</sup>.*

**Keywords:** palm oil, palm oil shell, pyrolysis, *bio-oil*

## 1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi dari sumber biomassa (biasa disebut biomassa energi) telah menerima banyak perhatian. Dengan memperoleh energi dari limbah atau sisa-sisa pertanian merupakan bentuk dari pembaruan energi dan yang paling utama energi ini tidak menghasilkan gas CO<sub>2</sub> penyebab efek rumah kaca ke lingkungan atmosfer, berbeda dengan bahan bakar fosil (McKendry, 2002).

Biomassa adalah suatu bahan atau material yang didapatkan dari tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung dan dimanfaatkan sebagai energi atau bahan dalam jumlah yang besar. Biomassa disebut juga sebagai fitomassa dan sering kali diterjemahkan sebagai *bioresources* atau sumber daya yang diperoleh dari hayati. Biomassa sangat beragam dan berbeda dalam hal sifat kimia, sifat fisis, kadar air, kekuatan mekanis dan sebagainya dan teknologi konversi menjadi bahan dan energi juga beragam (Wibowo, 2015).

Cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif. Arang aktif dapat dibuat dengan melalui proses karbonisasi pada suhu 550°C selama kurang lebih tiga jam. Karakteristik arang aktif yang dihasilkan melalui proses tersebut memenuhi SII (Standar Industri Indonesia), kecuali kadar abu. Untuk mendapatkan arang tempurung kelapa sawit dengan mutu yang baik (nilai kalor dan kadar karbon yang tinggi, kadar air rendah, kadar abu dan zat terbang cukup rendah) maka suhu pengarang dapat digunakan antara 500-600°C, dengan waktu pengarang 2-3 jam (Mohan *et al.*, 2006).

Metode pirolisis merupakan cara yang digunakan untuk memperoleh asap cair. Pirolisis adalah sebuah proses dekomposisi material oleh suhu. Proses pirolisis dimulai pada suhu tinggi dan tanpa kehadiran O<sub>2</sub>. Umpan pada proses pirolisis dapat berupa material bahan alam tumbuhan atau dikenal sebagai biomassa, atau berupa polimer. Dengan proses pirolisis, biomassa dan polimer akan mengalami pemutusan ikatan membentuk molekul-molekul dengan ukuran dan struktur yang lebih ringkas. Pirolisis biomassa secara umum merupakan dekomposisi bahan organik menghasilkan bahan padat berupa arang aktif, gas dan uap serta aerosol. Gas yang dapat dikondensasikan sebagai bahan cair dan stabil pada temperatur kamar merupakan senyawa hidrokarbon yang dikenal sebagai *bio-fuel* atau *bio-oil* (Purwanto, 2012).

Pada umumnya pirolisis dipengaruhi oleh waktu, kadar air bahan, suhu, dan ukuran bahan. Uraian lengkapnya sebagai berikut: Kadar air umpan yang tinggi menyebabkan waktu pirolisis menjadi lama dan hasil cair menjadi rendah konsentrasinya, tetapi keaktifan arang akan meningkat karena uap air dapat berperan sebagai oksidator zat-zat yang melekat pada permukaan arang; Ukuran bahan terkait jenis bahan dan alat yang digunakan. Semakin kecil ukuran bahan luas permukaan per satuan massa semakin besar, sehingga dapat mempercepat perambatan panas keseluruhan umpan dan frekuensi tumbukan meningkat misalnya serbuk gergaji cetak dipirolisis dengan diameter 1,5 cm. Ukuran bahan juga berpengaruh terhadap kapasitas pengolahan, suhu proses yang tinggi akan menurunkan hasil arang, sedangkan hasil cair dan gas meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin banyaknya zat-zat yang terurai dan teruapkan (Budhijanto, 1993).

*Bio-oil* adalah cairan yang dapat larut dalam air, bahan bakar yang dapat dioksigenasi, mengandung karbon, hidrogen dan oksigen. Dengan kandungan nitrogen dan sulfur yang sangat sedikit, bahkan kandungan sulfur di dalamnya dapat diabaikan. Kandungan asam organik dalam *bio-oil* memberikan sifat asam pada *bio-oil*. Kandungan lainnya dalam *bio-oil* adalah air, tetapi air tidak bersifat kontaminan seperti pada *petroleum*, karena air bercampur dengan *bio-oil*. Kandungan air dalam *bio-oil* 15-30 wt % dan pH 2,8-3,8. *Bio-oil* berwarna gelap dengan penampilan yang mirip seperti kopi dan beraroma asap (Ensyn Group INC, 2001).

*Bio-oil* yang dihasilkan dari proses pirolisis mengandung air 15-30%, lignin pirolitik 20-30%, asam karboksilat 10-20% (terdiri dari asetat, formik, propionik dan glikol sebagai asam karboksilat terbanyak dan butirir, pentanoik serta heksanoik yang merupakan asam karboksilat yang dihasilkan sedikit), aldehid 14-25% (glikodehid, glyoxal, hidroksipropinol, metik glyoxal dan sedikit formaldehid, asetaldehid 2-furaldehid dan syringaldehid), gula 5-15% (levoglukosan, fruktosa, cellobiosan, glukosa dan sedikit mengandung oligosakarida, dan hydroglukofuranosa, keton 4-10% hidroksipropana, siklopentanon, siklopentana, furanon, hidroksimetilpiron dan sedikit butirolakton, asetiloksiopropanon), alkohol 2-10% (asetol, metanol, etilen glikol) dan padatan 2-8% (Freel, 2002).

Selama penyimpanan minyak mentah pirolisis biomassa atau *bio-oil* akan mengalami

perubahan viskositas menjadi lebih kental karena adanya perubahan kimia dan fisik yang diiringi oleh volatil yang hilang akibat penyimpanan (Bindar, 2016).

*Bio-oil* dapat digunakan untuk pemanas rumah tangga, bahan bakar untuk boiler, atau bahan bakar langsung untuk tujuan pengeringan seperti halnya minyak residu dan bila dimurnikan atau di-*upgrading* akan menjadi bahan bakar yang lebih murni dan tinggi kalorinya, serta bisa digunakan untuk berbagai kebutuhan dalam industri kimia, seperti halnya *petroleum fuel*. *Bio-oil* dapat dimurnikan (*refined oil*) untuk bahan bakar dan bila diolah lanjut dapat digunakan sebagai bahan kimia (oleo-kimia) (Dimiyati, 2013).

*Bio-oil* dapat digunakan sebagai pembangkit generator, produksi bahan-bahan kimia dan resin, dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk transportasi dan sebagai pengganti bahan bakar yang sangat baik, digunakan sebagai bahan bakar pengikat untuk pelatifikasi (membuat jadi pelat tipis) dan menjadikan batu dari bahan sisa organik yang dapat dibakar, dapat digunakan sebagai asap cair, produksi gula anhidrous seperti levoglukosan, *Bio-oil* dapat digunakan sebagai bahan pengawet seperti pengawet kayu, campuran yang sesuai pirolisis cair dengan minyak diesel dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin diesel digunakan sebagai bahan perekat (Komariah *et al*, 2013).

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan *bio-oil* dari cangkang kelapa sawit dengan tujuan mengetahui pengaruh perbandingan suhu sampel pada karakteristik *bio-oil* yang dihasilkan.

## **2. METODOLOGI**

### **2.1 Alat dan Bahan**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Kimia Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur. Sedangkan alat-alat yang digunakan terdiri dari alat utama dan alat uji kertas. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah rangkaian alat pirolisis, *blower*, piknometer, viskometer, *thermocouple*, pompa, selang, neraca analitik dan penampung *bio-oil*.

Bahan utama yang digunakan adalah cangkang kelapa sawit limbah dari pabrik kelapa sawit, bahan bakar (solar atau minyak tanah), arang, korek api dan air.



Gambar 1. Alat pirolisis

### **2.2 Persiapan Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cangkang kelapa sawit yang diperoleh dari limbah pengolahan minyak kelapa sawit di PT. Tri Tunggal Sentra Buana di Saliki Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Bahan baku cangkang kelapa sawit dibersihkan dari pengotornya. Cangkang kelapa sawit yang telah kering dipisahkan dari pengotornya, kemudian ditimbang sebesar 1 kg.

### **2.3 Persiapan Alat**

Pada penelitian ini dilakukan di laboratorium rekayasa kimia dengan *reactor batch*. Sebanyak 1100 gram sampel dimasukkan ke dalam ruang sampel, kemudian ruang sampel dirakit dengan sirkuit reaktor pirolisis. Proses dilakukan selama 90 menit dengan variasi suhu 300°C, 350°C dan 400°C. Produk *liquid* dikumpulkan dan *char* yang terbentuk di dalam ruang

sampel. Total *yield bio-oil* dan *char* dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini:

$$Yield\ of\ Bio - Oil\ (\%) = \frac{Weight\ of\ Bio - Oil\ (g)}{Sample\ Initial\ Weight\ (g)} \times 100 \quad (1)$$

$$Yield\ of\ Char\ (\%) = \frac{Weight\ of\ Char\ (g)}{Sample\ Initial\ Weight\ (g)} \times 100 \quad (2)$$

#### 2.4 Analisa Bio Oil

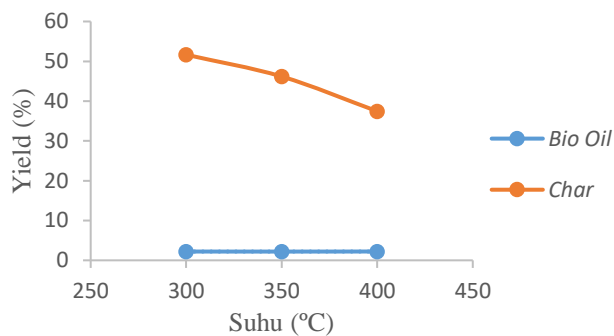
*Bio-oil* dianalisa dengan menghitung densitas dan viskositas dari produk *liquid* yang dihasilkan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Yield Bio-Oil dan Bio-Char

Tabel 1. Hasil *yield bio-oil* dan *char*

| Perlakuan Suhu (°C) | Bio-Oil (%) | Char (%) |
|---------------------|-------------|----------|
| 300                 | 7.0825      | 51.6521  |
| 350                 | 6.8359      | 46.1739  |
| 400                 | 5.4055      | 37.4521  |



Gambar 2. Gambar *yield bio-oil* dan *char*

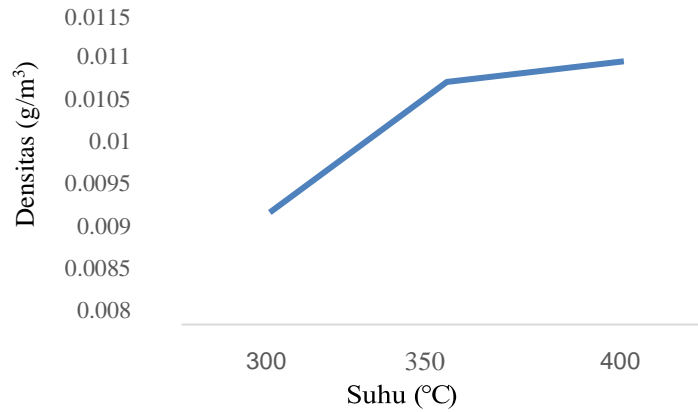
Hasil pirolisis cangkang kelapa sawit dengan perbedaan temperatur dapat dilihat dalam Gambar 2. Dari Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa perbedaan temperatur menghasilkan produk yang berbeda-beda. Semakin tinggi suhu maka *bio-oil* yang dihasilkan semakin banyak dan *char* yang diperoleh akan semakin sedikit. Hal tersebut dikarenakan dekomposisi kandungan kimia (lignin, selulosa, dan hemiselulosa) di dalam cangkang kelapa sawit semakin baik (Yokoyama, 2008).

#### 3.2 Pengaruh Suhu terhadap Densitas Bio-Oil

Pengujian untuk menghitung densitas masing-masing minyak hasil pirolisis dengan cangkang kelapa sawit pada suhu 300°C, 350°C, 400°C hasil pengujian masing-masing sampel terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian densitas

| Bahan                 | Suhu (°C) | Densitas, $\rho$ (g/m <sup>3</sup> ) |
|-----------------------|-----------|--------------------------------------|
| Cangkang Kelapa Sawit | 300       | 0,0093                               |
|                       | 350       | 0,0107                               |
|                       | 400       | 0,0109                               |



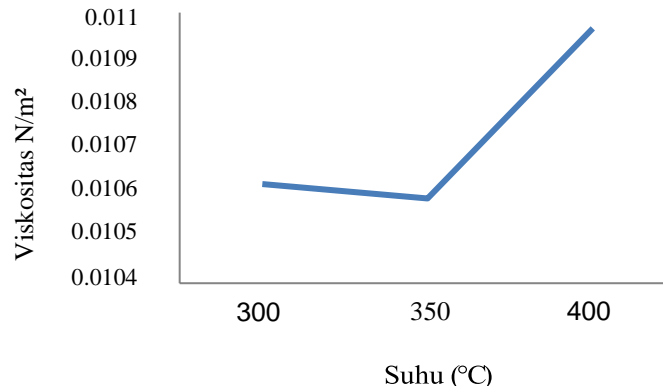
Gambar 3. Gambar pengaruh suhu terhadap densitas.

Dari Gambar 3 densitas yang dihasilkan sebesar 0,0093-0,0109 gram/cm<sup>3</sup>. Hasil tersebut tidak sesuai dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh Mohan *et al.* (2006) dan Apyana *et al.* (2016). Semakin kecil densitas *bio-oil*, maka akan semakin baik digunakan sebagai bahan bakar karena semakin ringan.

### 3.3 Pengaruh Suhu Terhadap Viskositas Bio-Oil

Tabel 3. Hasil Pengujian Viskositas

| Bahan                 | Suhu (°C) | Viskositas (N/m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------|-----------|--------------------------------|
| Cangkang Kelapa Sawit | 300       | 0,0107                         |
|                       | 350       | 0,0106                         |
|                       | 400       | 0,0110                         |



Gambar 4. Gambar pengaruh suhu terhadap viskositas.

Pada penelitian ini viskositas yang dihasilkan berada pada 0,0107 - 0.0110 N/m<sup>2</sup>. Menurut Mohan *et al.* (2006), semakin tinggi viskositas, maka *bio-oil* akan semakin susah untuk mengalir dengan baik.

### 3.3.1 Produk *Bio-Oil*



Gambar 5. Gambar *bio-oil* dari cangkang kelapa sawit.

Berdasarkan penelitian didapatkan *tar* atau produk *liquid* dari bahan baku cangkang kelapa sawit dengan waktu selama 90 menit dengan suhu 300°C, 350°C dan 400°C. Dihasilkan *bio-oil* dengan volume berturut-turut yaitu, 330 mL, 370 mL dan 468 mL.

### 3.3.2 Produk *Bio Char*

Didapatkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan bahan baku cangkang kelapa sawit sebanyak 1,150 gram dengan waktu 90 menit dengan suhu yang berbeda yaitu 300°C, 350°C dan 400°C. Sehingga didapatkan *bio-char* yaitu, 594 gram, 531 gram dan 430 gram.



Gambar 6. (a) *Bio-char* dari cangkang kelapa sawit suhu 300°C, (b) *bio-char* dari cangkang kelapa sawit pada suhu 350°C, (c) *bio-char* dari cangkang kelapa sawit pada suhu 350°C

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan, maka semakin besar *yield bio-oil* yang dihasilkan, karena semakin banyak zat volatil yang menguap dan terkondensasi, sedangkan *yield char* yang dihasilkan semakin berkurang. Pada penelitian ini densitas yang dihasilkan 0,9632-1,0119 gram/cm<sup>3</sup>. Semakin kecil densitas *bio-oil*, maka akan semakin baik digunakan sebagai bahan bakar karena akan semakin ringan. Sedangkan viskositas yang dihasilkan berada pada 0,0093-0,0110 N/m<sup>2</sup>. Semakin tinggi viskositas, maka *bio-oil* akan semakin sukar mengalir dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bindar, Y. (2016) 'Produksi Minyak Mentah Pirolisa Biomassa (MMPB)', (February). doi:10.13140/RG.2.1.4775.656 7.
- Budhijanto (1993) 'Pirolisis Serbuk Gergaji Cetak Secara Semibatch', Penelitian S1, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ensyn Group INC. (2001). Bio-Oil Combustion Due Diligence: The Conversion of Wood and Another Biomass, *Cole Hill Associates*.
- Freel, B., Graham, R.G. (2002) 'Bio-oil Preservatives', *US Patent No.6485841B1*.
- Komariah, L. N., Juliani, W. dwi and Dimyati, M. F. (2013) 'Efek Pemanasan Campuran Biodiesel Dan Minyak Solar Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Boiler', 19(4), pp. 53–58.
- McKendry, Peter. (2002). 'Energy Production from Biomass (Part 1): Overview of Biomass', *Bioresource Technology*, 83(1), pp. 37–46.
- Mohan,Dinesh, Charles U.Pittman, and Philip H. Steele (2006), 'Pyrolysis od Wood/Biomass for Bio-oil: A Critical Review', *Energy and Fuels* 20(3), pp. 848-889.

- Purwanto, W. (2012) 'Konversi Limbah Kelapa Sawit Menjadi Bio-Oil melalui Proses Catalytic Fast Pyrolysis dan Konversi Limbah Kelapa Sawit Menjadi Bio-Oil melalui Proses', *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia dan Musyawarah Nasional APTEKINDO 2012*, (September), pp. 1–10. Ristianingsih.
- Wibowo, S. and Hendra, D. (2015) 'Seri Paket Iptek Teknik Pengolahan Bio-Oil dari Biomassa', Bogor.
- Wiratmaja, I. G. (2010) 'Pengujian Karakteristik Fisika Biogasoline Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Bensin Murni', *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2), pp. 145–154.