

## Catalytic Cracking Serbuk Gergaji menjadi Crude Biofuel

Silvia Reni Yenti<sup>1\*</sup> dan Sunarno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Teknologi Produk

Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km. 12,5 Pekanbaru 28293

<sup>2</sup>Laboratorium Teknik Reaksi Kimia

Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR Subrantas Km. 12,5 Pekanbaru 28293

E-mail : silvia@ft.unri.ac.id

### Abstract

The need for sources of energy continues to rise and oil reserves as the main source of energy that continues to thin out the main reason for the importance of seeking alternative energy sources instead of petroleum. Biomass especially meranti sawdust contained in Riau can be bio-oil through pyrolysis catalytic. This study aimed to determine the effect of temperature and percentage of ZSM-5 to yield bio-oil produced and to know the characteristics of bio-oil properties including density, viscosity and flash point. The research procedure is as followed Meranti sawdust weighing 50 grams that is inserted into the reactor was filled with 500 ml silinap then added catalyst ZSM-5 with a weight of 1 wt% bio-mass and reactor coupled with a condenser and nitrogen gas flowed at a flow rate of 1:35 ml / sec. Then in the pyrolysis at temperatures of 290-320 °C to form products which will further condensed. The liquid condensed and collected every 10 minutes in record volume and weight to calculate yield and stopped at 120 minutes. The experiment was repeated at temperatures of 320 °C with a percentage of catalyst 2%, 3% and 4% by weight of the biomass. From this research, it was indicated that temperature and ZSM-5 increases the rate of pyrolysis reaction. Optimum conditions for the pyrolysis at temperatures of 320 °C and the percentage of ZSM-5 catalysts 4% by weight of biomass with a yield of 58%. From the results of physical characterization of bio-oil is known density = 0978 g / ml, viscosity 19.96 cp = 52 °C and a flash point.

*Key words: bio-oil, Meranti sawdust, pyrolysis, ZSM-5.*

### 1. Pendahuluan

Minyak bumi merupakan sumber energi tidak terbarukan yang sudah menjadi andalan sejak beratus-ratus tahun lalu. Konsumsi minyak bumi khususnya untuk bahan bakar setiap tahunnya terus meningkat, seperti halnya terjadi di Indonesia. Dari data Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral(DESDM) tahun 2007, dengan asumsi kenaikan konsumsi produk minyak bumi sebesar 6% per tahun, pada tahun 2015 konsumsi minyak bumi akan meningkat dari 600 miliar barel pada tahun 2010, menjadi 800 miliar barel pada tahun 2015.

Bio-oil merupakan cairan teroksigenasi yang memiliki kerapatan yang tinggi dan dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar pada beberapa penerapannya. Bio-oil dapat terbakar dalam mesin diesel, turbin atau boiler, walaupun penggunaannya lebih jauh masih membutuhkan

uji ketahanan jangka panjang, dan dapat juga digunakan untuk produksi zat-zat kimia tertentu [Abdullah dan Gerhauser, 2008]. ZSM-5 merupakan salah satu zeolit yang mempunyai struktur kristal orthombik. ZSM-5 termasuk dalam pengelompokan zeolit dengan perbandingan Si dan Al yang tinggi yaitu lebih besar dari 10.

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik, baik berupa produk maupun buangan. Kandungan biomassa yang terdiri dari karbon dan hidrogen dapat dijadikan dasar sebagai kandungan yang terdapat dalam bahan bakar [Quebec, 2004]. Pirolisis merupakan suatu bentuk insinerasi yang menguraikan bahan organik secara kimia melalui pemanasan dengan mengalirkan nitrogen sebagai gas inert [Miura dkk, 2003]. Biomassa yang digunakan untuk memproduksi bio-oil

dapat diperoleh dari serbuk gergaji hasil kayu olahan. Pada industri pengolahan kayu, sebagian limbah serbuk kayu biasanya digunakan sebagai bahan bakar tungku, dibakar begitu saja tanpa penggunaan yang berarti, sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan [Febrianto, 1999].

## 2. Bahan dan Metode

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas piala, gelas ukur, reaktor slurry, timbangan analitik, pengaduk, teflon, *autoclave*, kertas saring, kondenser, tabung gas N<sub>2</sub>, oven untuk menghilangkan kadar air dari serbuk gergaji, *water bath*, *thermocouple* (Barnant), piknometer, viskometer Oswald dan *cleveland flash*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu sawit/*fly ash* dari PTPN V PKS Sei Galuh, NaOH, Al(OH)<sub>3</sub>, aquades, Gas N<sub>2</sub>, serbuk gergaji kayu meranti, katalis ZSM-5, silinap (*thermo-oil*).

### 2.1. Tahap persiapan biomassa

Serbuk gergaji dikeringkan di dalam oven pada temperatur 105 °C selama 30 menit kemudian diulangi lagi sampai berat yang diperoleh konstan. Lakukan penentuan kandungan air pada serbuk kayu dengan cara membersihkan cawan porselen dan dikeringkan dalam oven 105 °C minimal 30 menit dan dinginkan dalam desikator lalu timbang sampai konstan (a gram). Kemudian timbang dengan teliti sampel sebanyak 5 gr, tempatkan pada cawan porselen dan dipanaskan dalam oven pada suhu 110 °C selama 30 menit. Kemudian dinginkan dalam desikator pada suhu kamar dan ditimbang, lakukan perlakuan tadi hingga diperoleh berat yang konstan (b gram). Kandungan air dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Kandungan Air (\%)} = \frac{a - b}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Keterangan:

- a = Berat cawan porselen dan sampel sebelum pemanasan (gr)
- b = Berat cawan porselen dan sampel sesudah pemanasan (gr)

### 2.2. Tahap pembuatan katalis

Abu sawit/*fly ash* di furnace pada suhu 400 °C kemudian diayak (60 mesh) untuk mendapatkan diameter partikel yang lebih kecil. Kemudian lakukan pemasakan dengan cara abu sawit sebanyak 178,33 gr dicampurkan dengan 1 liter larutan NaOH 2 N. Dimasak dalam reaktor bervolume 2 liter dengan berpengaduk dan kondenser pada suhu 105 °C serta kecepatan pengadukan 500 rpm selama 4 jam. Setelah dipanaskan, larutan didinginkan dan disaring untuk memisahkan filtrat dan cake. Filtrat yang dihasilkan yaitu Natrium Silikat dan digunakan sebagai sampel untuk tahap presipitasi. Pada tahap presipitasi ini, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> sebanyak 900 ml dimasukkan ke gelas kimia 1000 ml, diaduk dan dipanaskan di *waterbath* pada suhu 95 °C dengan kecepatan pengadukan 100 rpm dan penambahan HCl 10 N hingga mencapai pH 8,5. Pada pH 8,5 larutan membentuk endapan dimana endapan itu dicuci dengan

aquades kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 200 °C selama 4-5 jam [suspensi 1].

Pembuatan natrium aluminat dengan cara melarutkan 109,5 gr NaOH dalam 1000 ml aquades kemudian masukkan sebanyak 76 gr Al(OH)<sub>3</sub> sambil diaduk. Setelah Al(OH)<sub>3</sub> larut, didiamkan hingga terbentuk endapan kemudian disaring dan dipanaskan dalam oven sampai kadar airnya konstan [Zahrina dkk, 2006]. Natrium aluminat yang telah jadi dengan jumlah tertentu dicampur dengan aquades [suspensi 2]. Untuk sintesis ZSM-5 lakukan pencampuran antara suspensi 1 dan 2 [suspensi 3], didalam suspensi 3 ini ditambahkan NaOH dengan jumlah tertentu sehingga diperoleh nisbah Na<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 7,4. Lakukan pengadukan selama 30 menit dan dimasukkan kedalam *autoclave* pada suhu 175 °C dan waktu 18 jam. kemudian lakukan pencucian produk dengan aquades, keringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 6 jam.

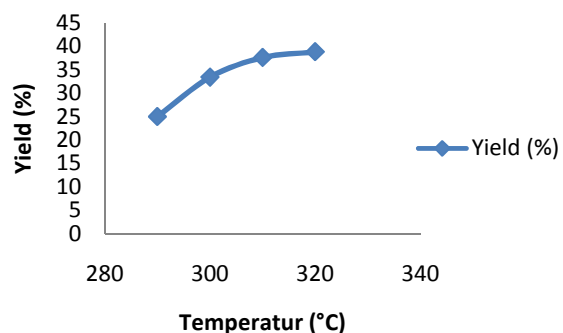
### 2.3. Tahap penelitian

Lakukan percobaan pendahuluan untuk mendapatkan suhu yang tepat pada silinap mulai proses *cracking* yang didapat pada suhu 340 °C. Serbuk gergaji kayu meranti sebanyak 50 gr, katalis ZSM-5 dengan konsentrasi 1%, 2%, 3%, dan 4% berat serbuk gergaji dimasukkan ke silinap bervolume 500ml dipirolisi pada suhu 290, 300, 310, dan 320 °C dipirolisis selama 120 menit dengan mengalirkan gas nitrogen dengan laju aliran 1,35 ml/det serta aliran air dengan kondesor. Tiap interval 10 menit *bio-oil* detampung dalam *beaker glass*. Kemudian lakukan karakterisasi sifat *bio-oil* meliputi massa jenis, viskositas dan titik nyala.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Pengaruh temperatur terhadap *yield bio-oil*

Hasil perolehan *yield bio-oil* pada variasi temperatur dengan konsentrasi katalis ZSM-5 1% berat biomassa seperti terlihat pada Gambar 1.



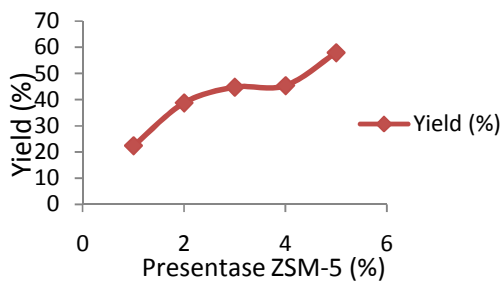
Gambar 1. Pengaruh Temperatur terhadap *Yield bio-oil*

Peningkatan *yield* terjadi karena kenaikan temperatur akan meningkatkan laju pemecahan rantai-rantai senyawa dalam serbuk gergaji kayu meranti. Sehingga dengan peningkatan temperatur, kandungan air dan senyawa-

senyawa *volatile* akan teruapkan secara cepat dengan jumlah yang besar pula dan ini menyebabkan produk pirolisis cair meningkat pula pada temperatur yang lebih tinggi.

### 3.2. Pengaruh persentase ZSM-5 terhadap *yield bio-oil*

Hubungan antara *yield bio-oil* yang dihasilkan dengan presentase ZSM-5 yang ditambahkan pada proses pirolisis ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Hubungan persentase ZSM-5 terhadap *Yield Bio-oil* yang dihasilkan pada suhu 320 °C

*Yield bio-oil* yang paling rendah yaitu 22,4% pada pirolisis tanpa menggunakan katalis. Dengan penambahan ZSM-5 1% meningkatkan *yield* menjadi 38,8%, hal ini menunjukkan ZSM-5 berpengaruh dalam meningkatkan *yield bio-oil*. Penambahan ZSM-5 2%, 3% dan 4% semakin meningkatkan *yield bio-oil* yang diperoleh hal ini dikarenakan penambahan jumlah katalis semakin meningkatkan sisi aktif katalis. *Yield optimum* adalah 58% yang diperoleh dengan penambahan 5% ZSM-5.

**Tabel 1.** Perbandingan hasil perolehan *Yield bio-oil* pada penelitian terdahulu.

No	Penelitian <i>bio-oil</i>	Metodologi Penelitian	<i>Yield bio-oil</i>
1	Carlson, dkk (2008)	Menggunakan serbuk kayu, dengan reaktor <i>fluidized bed</i> , katalis ZSM-5, T = 600 °C	12%
2	Achmad Basyoni (2011)	Menggunakan serbuk gergaji kayu meranti, dengan reaktor <i>slurry</i> , katalis ZSM-5, T = 320°C	58%

Hasil *yield bio-oil* pada pirolisis serbuk gergaji kayu meranti dengan menggunakan katalis ZSM-5 lebih besar bila dibandingkan dengan *yield bio-oil* penelitian yang dilakukan Carlson, dkk [2008]. Hal ini disebabkan penggunaan serbuk gergaji kayu meranti disertai dengan penggunaan serbuk gergaji kayu meranti disertai dengan penggunaan katalis ZSM-5 dengan konsentrasi tinggi dapat

meningkatkan aktivitas katalis yang berpengaruh terhadap pembentukan produk (*yield bio-oil*).

### 3.3. Hasil karakterisasi sifat *bio-oil*

Karakterisasi yang dilakukan meliputi penentuan massa jenis, viskositas [ASTM D-455] dan titik nyala [ASTM D-92].

**Tabel 2.** Hasil perbandingan karakterisasi sifat *Bio-oil* dengan literatur.

NO	Parameter	Standar <i>Bio-oil</i> (Smallwood, 2008)	<i>Bio-oil</i>	
			Tanpa Katalis	ZSM-5
1	Massa jenis, gr/ml	0,94 - 1,2	0,985	0,978
2	Viskositas, cp	10 – 150	21,44	10,96
3	Titik nyala, °C	48 - 55	55	52

Penggunaan katalis ZSM-5 pada proses pirolisis serbuk gergaji kayu meranti dapat meningkatkan kualitas *bio-oil* seperti massa jenis, viskositas dan titik nyala yang lebih rendah jika dibandingkan dengan pirolisis serbuk gergaji kayu meranti tanpa menggunakan katalis serta memenuhi standar *bio-oil*.

## 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan serbuk gergaji kayu meranti dapat dikonversi menjadi *bio-oil* melalui proses pirolisis dengan menggunakan *thermo-oil* (Silinap 220 M) dan katalis ZSM-5. Temperatur sangat berpengaruh terhadap *yield bio-oil* yang dihasilkan. *Yield bio-oil* meningkat dengan naiknya temperatur. Penggunaan katalis ZSM-5 sangat efektif untuk meningkatkan hasil *yield bio-oil*. Penambahan konsentrasi katalis ZSM-5 yang lebih tinggi akan meningkatkan hasil *yield bio-oil*. *Yield bio-oil* paling optimum didapat pada temperatur 320 °C dan konsentrasi katalis ZSM-5 5% berat biomassa, yaitu 58%. *Bio-oil* yang dihasilkan dari proses ini memenuhi standar *bio-oil*. Karakteristik *bio-oil* hasil pirolisis antara lain: massa jenis 0,978 gr/ml; viskositas 19,96 cp dan titik nyala 52 °C.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Achmad Basyoni yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

## Daftar Pustaka

Abdullah, N., and Gerhauser, H. 2008. *Bio-oil derived from empty fruit bunches*. Fuel 87. 2606-2613.

- 
- Carlson, T R., Vispute T. P., and Huber G. W., 2008, *Green Gasoline by Catalytic Fast Pyrolysis of Solid Biomass Derived Compounds*, ChemSusChem, Hal 397 – 400, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- ESDM, Departement, 2007. *Kajian produksi vs konsumsi minyak bumi Indonesia*. Seminar prospek energi Indonesia
- Febrianto, 1999. *Prospek pengolahan limbah kayu*. Trubus, Jakarta.
- Miura, K., Masuda, T, Funazukuri, T, Suguwara, K, Shirai, Y, Hayashi, J, Karim, M, I, A, Ani, F, dan Susanto, H. 2003. *Efficient Use of Oil Palm as Renewable Resources For Energy & Chemicals*. Project Design Document.
- Quebec. 2004. *Biomass*. <http://www.mrn.gouv.qc.ca/english/energy/index.jsp>. Hmtl.
- Zahrina, I., Saputra, E., Evelyn, Santoso, I. A., Ramelo, R., 2006. *Sintesis ZSM-5 Tanpa Templat Menggunakan Silika Terpresipitasi Asal Abu Sawit Sebagai Sumber Silika*, Jurnal Natur Indonesia, Volum 9, No. 2, Lembaga Penelitian Universitas Riau, Pekanbaru.