

# KONVERSI CANGKANG SAWIT MENJADI *BIO-OIL* DENGAN METODE PYROLYSIS MENGGUNAKAN KATALIS CoMo/MINERAL ALAM (LEMPUNG CENGAR)

**Fitri Wati, Syaiful Bahri, Aman**

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik,  
Universitas Riau 28293

Email : [v\\_3che@yahoo.com](mailto:v_3che@yahoo.com)

HP : 085271156153

## ABSTRACT

*Fuel is a very important energy resource in life, but at the present, crisis of fuel occurred due to the lack of fossil fuel in Indonesia. One way to overcome this case is to develop alternative energy resources, like bio-oil. Bio-oil is produced by pyrolysis of biomass without the presence of oxygen. Biomass used in this research is shell of palm. The purpose of this research is to produce bio-oil as an alternative energy by pyrolysis shell of palm and to explain the effect of CoMo catalyst on yield of bio-oil. Catalyst concentration was varied from 0%, 0.5%, 1% to 1.5% w / w to biomass. Bio-oil formed was analyzed by GCMS and physics tests. 50 grams of biomass shell oil with a size of -60 +40 mesh, silinap 500 ml, and the catalyst CoMo / Clay 1.5 grams introduced into the slurry reactor, and pyrolysis process performed on the operating conditions of temperature 320 °C and stirring speed of 300 rpm with a flow of nitrogen gas (N<sub>2</sub>) as an inert gas. The results showed that the optimum yield obtained is 50,4 % at the concentration of catalyst CoMo 1.5%. The properties of bio oil produced has density 1.016 kg/m<sup>3</sup>, viscosity 22.83 cSt, acid value 68.34, flash point 85 °C. From analysis of chemical constituents by GC-MS, bio-oil produced constitutes 5.91% methanol, 2-propanone 2.73%, Acetic acid 54.91%, 17.63% Phenol, Furfural 6.64 %. The results obtained have characteristics approaching the characteristics of standard fuel oil and bio-oil.*

*Keywords: Bio-Oil, Shell Oil, Catalyst Como / clay, Pyrolysis*

## 1. PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan. Bahan bakar yang digunakan selama ini berasal dari minyak mentah yang diambil dari perut bumi, sedangkan minyak bumi merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, sehingga untuk beberapa tahun ke depan diperkirakan masyarakat akan mengalami kekurangan bahan bakar. Pada dasawarsa 70-an dan sebelumnya, minyak dan gas bumi telah memainkan peranan penting dalam menyumbang devisa bagi negara

dan menjadi andalan ekspor Indonesia. Berdasarkan hasil proyeksi pasokan minyak bumi diperkirakan produksi minyak mentah di Indonesia pada tahun 2020 sebesar 410 juta barel [Outlook Energi Indonesia, 2010]. Melihat hal ini, sudah saatnya untuk mengembangkan berbagai energi alternatif yang dapat diperbaharui. Langkah mengatasi masalah krisis energi tersebut adalah dengan mengembangkan sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui yaitu salah satunya adalah *bio-oil* sebagai pengganti bahan bakar minyak bumi.

Pemilihan limbah padat sawit pada penelitian ini karena Provinsi Riau tercatat memiliki kontribusi terbesar dalam produksi CPO di Indonesia. Perkebunan sawit terluas di Indonesia terletak di daerah Provinsi Riau dengan luas areal kelapa sawit hingga tahun 2008 mencapai 1.674.845 ha, dengan produksi kelapa sawit sebesar 5.777.494,99 ton/tahun [Dinas Perkebunan Provinsi Riau, 2009]. Luasnya industri kelapa sawit akan menghasilkan limbah padat sawit yang sangat banyak. Limbah padat berupa tandan kosong sawit, serabut dan cangkang sawit merupakan sisa dari industri sawit yang belum dimanfaatkan secara maksimal, sehingga akan menjadi masalah serius bagi industri kelapa sawit apabila tidak bisa mengolahnya dengan baik. Limbah cangkang sawit yang dihasilkan sebanyak 6,5 % per ton tandan buah segar, berarti terdapat limbah cangkang sawit sebesar 375.537,174 ton/tahun [DEPTAN, 2006]. Karena limbah cangkang sawit mempunyai potensi sumber energi, maka pada penelitian ini akan digunakan limbah cangkang sawit sebagai biomassa untuk memproduksi *bio-oil*. Komponen kelapa sawit seperti batang, daun, tandan kosong mengandung holoselulosa yang cukup tinggi (batang 86,03%, daun 69,86 %, tandan kosong 73,85%, akar 67,89%) [Anderson dan Khalid, 2000]. Kandungan holoselulosa ini akan berpengaruh pada kecepatan pembentukan produk, semakin tinggi kandungan selulosa maka pembentukan produk akan lebih tinggi [Song dkk., 2000].

Dalam bidang katalis, lempung telah lama dikenal sebagai katalis perengkahan yang digunakan dalam perengkahan minyak bumi. Hal ini disebabkan oleh keistimewaan struktur lempung yaitu ukuran porinya yang besar. Lempung biasanya muncul dari daerah dengan kondisi geologis tertentu dan bisa terbentuk di laut (*marine clay*) atau di darat (*terrestrial clay*) dengan proses pembentukan bisa secara *allogenic clay* (dari luar cekungan sedimentasi) atau secara *authigenic clay* (terbentuk di dalam lingkungan sedimentasi, misalnya perubahan

atau proses alterasi dari mineral feldspar menjadi mineral lempung) dan juga dapat terbentuk di daerah vulkanik, daerah geotermal dan sebagainya. Jadi ditinjau dari ukuran butir dalam urutan batuan sedimen, batu lempung ini mempunyai ukuran yang paling halus [Vaccari, 1999], sehingga bagus untuk menyempurnakan proses *pyrolysis* cangkang sawit menjadi *bio-oil*.

Adanya keterbatasan sumber energi dari minyak bumi memicu ditemukannya sumber energi lain salah satunya yaitu bahan bakar sintetis seperti *bio-oil* yang dapat dibuat dari biomassa yang dapat diperbaharui. *Bio-oil* digunakan untuk pembangkit generator, produksi bahan-bahan kimia dan resin, bahan bakar untuk transportasi dan sangat baik sebagai pengganti bahan bakar alternatif [Mohan et al, 2006].

Pada penelitian ini akan dilakukan konversi cangkang sawit menjadi *bio-oil* menggunakan katalis CoMo/Lempung dengan metode *pyrolysis*. Kadar logam CoMo yang diimbangkan pada lempung divariasikan yaitu 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% b/b. Pemilihan lempung sebagai katalis dikarenakan struktur lempung yang memiliki pori lebih besar dibandingkan zeolit, stabilitas termal tinggi, luas permukaan lebih luas, dan aktivitas katalitik yang baik. Kombinasi antara logam Co dan Mo dapat meningkatkan kualitas katalis dan memperbaiki kinerja katalis [Trisunaryanti, dkk., 2005].

Dengan tujuan yang ingin dicapai yaitu, menghasilkan *bio-oil* sebagai energi alternatif dengan bahan dasar limbah cangkang sawit melalui proses *pyrolysis* dan menjelaskan pengaruh kadar pengembunan logam Co dan Mo pada katalis Co-Mo/Lempung (0; 0,5; 1 dan 1,5 % b/b) terhadap *yield bio-oil* yang dihasilkan melalui proses *pyrolysis* cangkang sawit

## 2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lempung dari daerah Desa Cengar, Kecamatan Kuantan Mudik, Kabupaten Kuantan Singingi,  $H_2SO_4$  1,2 M,  $(Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O)$ ,  $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ ,  $BaCl_2$ , aquades, gas  $N_2$ ,  $O_2$ , dan  $H_2$ , cangkang sawit dan silinap 280M (*thermo oil*). Sedangkan alat yang digunakan berupa lumpang porselin, pengayak 40, 60, 100 dan 200 mesh, reaktor alas datar ukuran 1 L, satu set motor pengaduk, oven, *furnace tube*, timbangan analitik, tabung serta regulator gas  $N_2$ ,  $O_2$  dan  $H_2$ , reaktor pirolisis, *condenser*, *magnetic stirrer*, *thermocouple thermometer* (Barnant), piknometer, *viskometer* Oswald, gelasiala, pengaduk listrik (*Heidolph*), bom kalorimeter, dan Gas kromatografi- Spektroskopi Massa (GC-MS). Tahapan penelitian terdiri dari pembuatan katalis CoMo/lempung dan pembuatan *bio-oil*.

Proses pembuatan *bio-oil* ini ada beberapa tahap yaitu :

### 1) Tahap Persiapan Biomassa

Pada tahap ini, biomassa berupa cangkang sawit yang diambil dari PTPN V sei Pagar dicuci, dijemur dan dikeringkan dalam oven untuk menghilangkan kadar airnya sampai beratnya konstan, kemudian dihaluskan hingga ukuran lolos ayakan 40 mesh dan tertahan di ukuran 60 mesh.

### 2) Tahap Pembuatan Katalis CoMo/Lempung

Terdiri dari 4 tahap yaitu :

#### a. Perlakuan awal lempung

Pengecilan ukuran katalis lempung dengan cara digerus dengan lumpang porcelain, kemudian di ayak dengan ukuran ayakan -100 + 200 mesh

#### b. Aktivasi Lempung dengan Perlakuan $H_2SO_4$

Dilakukan aktivasi refluks lempung cengar sebanyak 100 gram dalam larutan  $H_2SO_4$  1,2 M sebanyak 600 ml selama 6 jam pada suhu  $50^\circ C$  sambil diaduk dengan motor

pengaduk pada reaktor alas datar volume 1 liter, kemudian sampel tersebut didiamkan selama 16 jam yang selanjutnya disaring dan dicuci menggunakan akuades berulang kali sampai tidak ada ion  $SO_4^{2-}$  yang terdeteksi oleh larutan  $BaCl_2$ , *cake* dikeringkan pada suhu  $120^\circ C$  selama 4 jam dalam oven. Pada tahap ini didapat sampel yang sudah di aktifasi.

### c. Pengembangan (Impregnasi) Logam CoMo

impregnasi logam Co dan Mo dilakukan dengan cara sampel direndam dalam larutan  $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$  dan direfluks pada suhu  $90^\circ C$  selama 6 jam sambil diaduk pada reaktor alas datar ukuran 1 L, kemudian disaring dan dicuci. *Cake* kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu  $120^\circ C$  selama 3 jam (diperoleh sampel Mo). Sampel tersebut kemudian direfluks kembali dengan larutan  $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  pada suhu  $90^\circ C$  dengan waktu yang sama, kemudian disaring dan dicuci. Sampel ini dikeringkan dalam oven pada suhu  $120^\circ C$  selama 3 jam sehingga didapat sampel Co-Mo. Pengembangan logam divariasikan sebesar 0%, 0,5% ,1 % dan 1,5% b/b terhadap sampel lempung.

### d. Kalsinasi, Oksidasi dan Reduksi

Kalsinasi, oksidasi dan reduksi dilakukan dengan cara sampel katalis dimasukkan ke dalam *tube*, *tube* sebelumnya telah diisi dengan *porcelain bed* sebagai *heat carry* dan penyeimbang unggun katalis, diantara *porcelain bed* dengan unggun katalis diselipkan *glass woll*. *Tube* ditempatkan dalam *tube furnace* secara vertikal, dikalsinasi pada suhu  $500^\circ C$  selama 6 jam sambil dialirkan gas nitrogen sebesar  $\pm 400$  ml/menit, dilanjutkan dengan oksidasi pada suhu  $400^\circ C$  menggunakan gas oksigen sebesar  $\pm 400$  ml/menit selama 2 jam dan reduksi pada suhu  $400^\circ C$  menggunakan gas

hidrogen sebesar  $\pm 400$  ml/menit selama 2 jam.

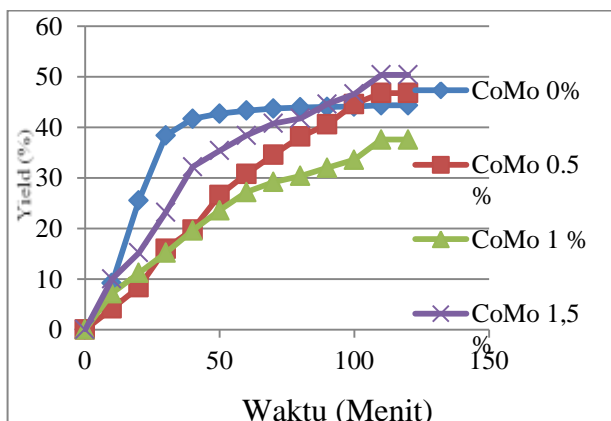
### 3) Pembuatan *Bio-oil*

Biomassa yaitu cangkang sawit sebanyak 50 gram beserta lempung Co-Mo sebanyak 1,5 gram dan 500 ml *thermo-oil* (silinap) dimasukan kedalam reaktor *pyrolysis*. Kemudian dilakukan proses *pyrolysis* dengan menambahkan/menghubungkan gas nitrogen 1,35 mL/detik ke reaktor. Reaktor dioperasikan pada suhu  $320^{\circ}\text{C}$ , Diaduk dengan pengaduk listrik (*Heidolph*) pada kecepatan pengadukan 300 rpm. Proses *Pyrolysis* akan menghasilkan produk cair (*Bio-Oil*) akibat proses kondensasi. *Bio-Oil* yang didapat kemudian dianalisa kandungan kimianya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengaruh variasi kadar logam Co-Mo pada katalis CoMo/lempung terhadap *yield bio-oil* yang diperoleh.

Untuk menentukan pengaruh kadar logam CoMo yang diembankan pada Lempung terhadap *yield bio-oil* yang diperoleh akan digunakan variasi kadar logam 0%; 0,5%; 1% dan 1,5% b/b. Pengaruh variasi kadar logam katalis CoMo/Lempung terhadap *yield bio-oil* yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini.



**Gambar 3.1** Pengaruh variasi kadar logam CoMo pada katalis CoMo/Lempung terhadap *yield bio-oil* yang dihasilkan

Pada proses pirolisis, waktu pirolisis mulai dihitung dari pertama kali *bio-oil* menetes, hingga tidak ada lagi *bio-oil* yang menetes. Pengukuran massa *bio-oil* yang diperoleh dilakukan setiap 10 menit. Penambahan massa *bio-oil* yang paling tinggi terjadi pada 20 menit awal. Namun perolehan *bio-oil* dengan pengembanan logam 1,5% CoMo lebih tinggi bila dibandingkan tanpa pengembanan logam CoMo. Pada rentang 20-120 menit, perolehan *bio-oil* mengalami penurunan, dan cenderung konstan. Adanya penurunan massa *bio-oil* yang dihasilkan berhubungan dengan kecepatan reaksi, dimana kecepatan reaksi dipengaruhi oleh konsentrasi umpan, hal ini dikarenakan pada awal reaksi konsentrasi reaktan masih tinggi, dengan meningkatnya waktu akan mengurangi konsentrasi dari reaktan, sehingga akan mengurangi volume serta mengurangi massa dari *bio-oil*.

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan hingga tidak ada lagi *bio-oil* yang menetes yaitu 120 menit. Dapat dilihat bahwa pengembanan logam CoMo mempengaruhi perolehan *yield* yang dihasilkan pada proses pirolisis. Hal ini dapat dilihat dari *yield bio-oil* yang dihasilkan, Persentase *yield bio-oil* yang dihasilkan pada penggunaan katalis 0% CoMo/Lempung, 0,5% CoMo/Lempung, 1% CoMo/Lempung, dan 1,5% CoMo/Lempung berturut-turut adalah 44,35%; 46,8%; 37,7%; dan 50,4%. *Yield bio-oil* optimum diperoleh pada pengembanan logam CoMo sebesar 1,5% terhadap lempung yaitu sebesar 50,4%.

Pada pengembanan 1% CoMo/lempung terjadi penurunan *yield bio-oil* yang disebabkan banyaknya produk gas *non-condensable* yang terbentuk yaitu gas  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  dan gas  $\text{H}_2$ , pada saat proses perengkahan lebih banyak menghasilkan fraksi-fraksi hidrokarbon ringan yang tidak dapat dikondensasi. Jenis hidrokarbon tersebut memiliki titik didih lebih rendah daripada temperatur lingkungan [Purwanto dkk., 2011].

Penurunan *Yield bio-oil* pada penggunaan katalis 1% CoMo/lempung kemungkinan juga disebabkan karena kinerja katalis CoMo/Lempung tidak begitu maksimal. Penurunan kinerja katalis ini bisa disebabkan karena pada proses aktivasi katalis yang kurang sempurna sehingga menyebabkan luas pori-pori menjadi kecil dan juga bisa disebabkan karena pada proses impregnasi, logam tidak terdistribusi merata di permukaan pengemban [Trisunaryanti, 2005]. Namun secara keseluruhan *yield* akhir yang didapat dari proses pirolisis menggunakan pengemban logam CoMo lebih besar dibandingkan tanpa menggunakan pengemban logam CoMo. Sistem katalis logam pengemban terbukti dapat meningkatkan luas permukaan spesifik dari lempung sehingga aktivitas dari katalis juga semakin meningkat [Setyawan dan Handoko, 2002].

### 3.2 Hasil Karakterisasi Fisika *Bio-oil*

Hasil uji karakteristik sifat fisika *bio-oil* dari cangkang sawit menggunakan katalis dengan logam pengemban sebanyak 0%; 0,5%; 1%; 1,5% b/b CoMo terhadap lempung secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Hasil Uji Karakteristik *Bio-oil* dari Cangkang Sawit

Katalis CoMo/lempung	Densitas (gr/ml)	Viskositas (cSt)	Angka keasaman (gr NaOH/ gr sampel)	Titik nyala (° C)	Yield (%)
0%	1,022	10,42	99	65	44,35
0,5%	1,015	12,12	76,23	50	46,8
1%	1,012	10,24	80,38	70	37,7
1,5%	1,016	22,83	68,34	85	50,4

Secara umum, parameter yang menjadi standar mutu *bio-oil* adalah densitas, viskositas, angka keasaman dan titik nyala. Nilai uji fisika berdasarkan *yield bio-oil* optimum yang diperoleh pada katalis dengan persen pengemban logam CoMo terhadap lempung sebanyak 1,5% yaitu densitas 1,016 gr/ml,

viskositas 22,83 cSt, angka keasaman 68,34 gr NaOH/gr sampel, dan titik nyala 85 °C.

Secara keseluruhan nilai densitas *bio-oil* berkisar antara 1,012 – 1,022 gr/ml. Dimana nilai densitas terendah terletak pada penggunaan katalis dengan persen logam pengemban CoMo sebanyak 1% terhadap Lempung yaitu sebesar 1,012 gr/ml, sedangkan nilai densitas tertinggi terletak pada penggunaan katalis dengan persen logam pengemban CoMo sebanyak 0% terhadap Lempung sebesar 1,022 gr/ml. Nilai densitas dipengaruhi oleh kandungan air yang terkandung didalam *bio-oil*. Dengan densitas yang lebih kecil, penggunaan *bio-oil* sebagai bahan bakar akan menguntungkan karena lebih ringan [Negri, 2012].

Pengujian viskositas *bio-oil* dilakukan dengan menggunakan viscometer Oswald. Nilai viskositas pada penelitian ini berkisar antara 10,24 – 22,83 cSt. Dimana nilai viskositas terendah terletak pada penggunaan katalis dengan pengemban logam CoMo sebanyak 1% terhadap Lempung yaitu sebesar 10,24 cSt, sedangkan nilai viskositas tertinggi terletak pada penggunaan katalis dengan persen logam pengemban CoMo sebanyak 1,5% terhadap Lempung yaitu sebesar 22,83 cSt. Nilai viskositas sangat dipengaruhi oleh kandungan air didalam *bio-oil*. Semakin banyak kandungan air didalam *bio-oil* telah menyebabkan nilai viskositas menjadi lebih rendah [Purwanto dkk., 2011]. Semakin besar kadar pengemban logam CoMo pada Lempung, maka viskositas yang diperoleh semakin besar. Hal ini disebabkan oleh semakin besarnya jumlah lignin yang terdekomposisi. Dekomposisi lignin akan menghasilkan *phenol* dan komponen kimia lain dengan berat molekul yang tinggi [Yi, 2008].

Pengujian angka keasaman *bio-oil* pada penelitian ini berkisar 68,34 – 99 gr NaOH/gr sampel. Disini dapat dilihat bahwa angka keasaman terendah terletak pada penggunaan katalis 1,5% CoMo/Lempung yakni 68,34 gr NaOH/gr sampel, sedangkan angka keasaman tertinggi terletak pada katalis 0% CoMo/Lempung yakni 99 gr NaOH/gr sampel.

Semakin rendah angka keasaman pada *bio-oil*, maka semakin sedikit asam-asam organik yang terkandung pada *bio-oil* [Sukiran, 2008].

Pengujian titik nyala *bio-oil* menggunakan alat *Cleveland flash point tester*. Titik nyala pada penelitian ini berkisar 50-85 °C. Titik nyala terendah terletak pada penggunaan katalis dengan persen logam pengembanan CoMo sebanyak 0,5% terhadap lempung yakni 50 °C, sedangkan titik nyala tertinggi terletak pada penggunaan katalis tanpa pengembanan logam CoMo terhadap lempung yakni 85 °C. Semakin rendah titik nyala suatu bahan bakar, maka semakin susah dalam hal penyimpanannya karena dapat menimbulkan api dan terbakar [Yi, 2008].

**Tabel 3.2** Hasil Perbandingan Spesifikasi *Bio-oil* dengan Peneliti Terdahulu

Peneliti	Uji Sifat Fisika				Biomassa
	Densitas (gr/ml)	Viskositas (cSt)	Angka keasaman (gr NaOH atau gr KOH/gr sampel)	Titik nyala (°C)	
Wati, 2012 1,5% CoMo/Lempung	1,016	22,83	68,34*	85	Cangkang Sawit
Primaningtyas, 2012 0,5% CoMo/NZA	0,951	8,21	85,12	51	Ampas Tapioka
Negri, 2012 0,5% CoMo/NZA	1,078	10,04	85,59*	49	Pelepah Nipah
Daniel, 2011 1,5% Mo/NZA	1,051	10,027	95,638	53	Cangkang Sawit
Anugra, 2011 3% Ni/NZA	1,030	25,93	62,43*	52	Cangkang Sawit

**Keterangan :**

\* Angka keasaman (gr NaOH/gr sampel)

\*\* Angka keasaman (gr KOH/gr sampel)

Dari Tabel 3.2 terlihat bahwa uji karakteristik sifat fisika *bio-oil* (densitas, viskositas, angka keasaman dan titik nyala) yang didapatkan masih berada pada range spesifikasi sifat fisika *bio-oil*. Hasil uji karakteristik *bio-oil* cangkang sawit menggunakan katalis dengan persen logam pengembanan CoMo sebanyak 0%; 0,5%; 1%; 1,5% terhadap lempung masih jauh dari karakteristik bahan bakar minyak seperti solar (spesifikasi Pertamina). Perbandingan hasil karakterisasi fisika *bio-oil* dari cangkang sawit dengan menggunakan katalis dengan persen logam pengembanan CoMo sebanyak 0%; 0,5%; 1%; 1,5% terhadap

Lempung dengan karakteristik fisika bahan bakar minyak berupa solar dapat dilihat pada Tabel 3.3.

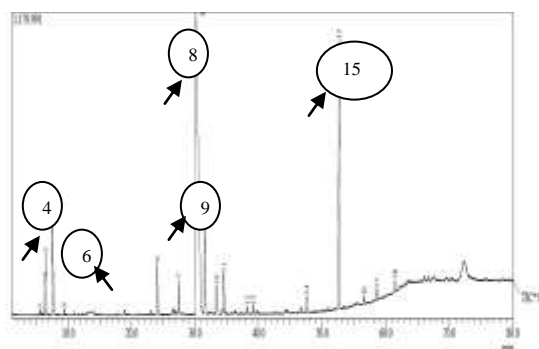
**Tabel 3.3** Perbandingan Spesifikasi *Bio-oil* dengan Spesifikasi Solar

Karakteristik	Solar	<i>Bio-oil</i> Ni/lempung
Densitas (gr/ml)	0,82-0,87	0,935-0,956
Viskositas (cSt)	1,6 - 5,8	2,633-9,677
Angka Keasaman (gr NaOH/gr sampel)	-	31,932-75,268
Titik Nyala (°C)	66 min	50-85

Dari Tabel 3.3 terlihat bahwa nilai densitas *bio-oil* sebesar 1,012-1,022 gr/ml lebih besar dibandingkan nilai densitas solar 0,82-0,87 gr/ml, begitu juga dengan nilai viskositas *bio-oil* sebesar 10,24-22,83 cSt jauh lebih besar dari viskositas solar 1,6-5,8 cSt, sedangkan nilai titik nyala pada *bio-oil* sebesar 50-85 masih jauh dibawah titik nyala dari solar yaitu minimal pada suhu 66 °C.

**3.3 Analisa Kimia *Bio-oil***

Analisis komponen kimia *bio-oil* akan dilakukan dengan menggunakan GC-MS (Kromatografi gas-spektrometer massa), Hasil kromatogram dari dua sampel *bio-oil* dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.



**Gambar 3.2** Hasil Kromatogram *Bio-oil* menggunakan katalis tanpa pengembanan logam CoMo terhadap Lempung

Dimana :

4 = *Methanol*

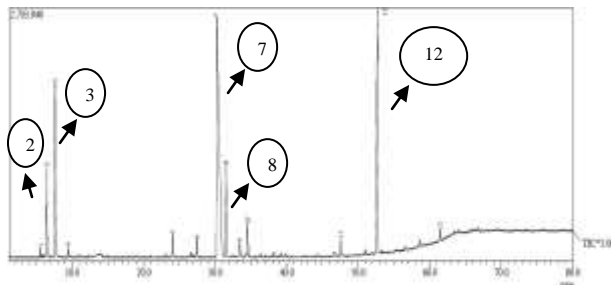
6 = *2-Propanone*

8 = *Acetic Acid*

9 = *Furfural*

15 = *Phenol*

Hasil kromatogram *bio-oil* menggunakan katalis 1,5% CoMo/lempung dapat dilihat pada Gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Hasil Kromatogram *Bio-Oil* Menggunakan Katalis 1,5% CoMo/Lempung

Dimana :

- 2 = *Acetic Acid, methyl ester*
- 3 = *Methanol*
- 7 = *Acetic Acid*
- 8 = *Furfural*
- 12 = *Phenol*

Kromatografi GC pada gambar 3.2 dengan tanpa menggunakan katalis CoMo/lempung mempunyai 5 puncak tertinggi yaitu methanol, 2-propanone, acetic acid, furfural dan phenol dengan luas area masing-masing adalah 5,91% ; 2,73% ; 54,91% ; 6,69% dan 17,63%. Dari analisa MS ( lampiran D ) diketahui bahwa asam asetat merupakan komponen yang paling banyak terkandung dalam *bio-oil* ini dengan jumlah 54,91% dan kandungan phenolnya hanya sebesar 17,63%. Asam asetat ini juga yang mempengaruhi terhadap sifat asam dari *bio-oil* yang dihasilkan. Selain 5 puncak tertinggi tersebut, terdapat puncak-puncak lain yang teridentifikasi mengandung senyawa organik lainnya seperti 2-Propanone, Acetaldehyde, Formic acid dan beberapa turunan phenol lainnya. Sebagian besar komponen kimia yang terkandung di dalam *bio-oil* ini merupakan hasil dekomposisi dari selulosa dan hemiselulosa. Sedangkan pada gambar 3.3 dengan menggunakan katalis 1,5% CoMo/lempung pada GC juga terdapat 5 puncak tertinggi yaitu senyawa acetic acid methyl ester, Methanol, Acetic acid, Furfural dan Phenol

dengan luas area masing-masing adalah 4,38% ; 11,09% ; 49,58% ; 6,64% dan 20,04%. Dari analisa MS ( lampiran D ) diketahui bahwa asam asetat juga merupakan komponen yang paling banyak terkandung dalam *bio-oil* ini dengan jumlah 49,58% sedangkan kandungan phenolnya sebesar 20,04% ini lebih besar dibandingkan dengan tanpa penggunaan katalis. Jika senyawa *phenol* yang didapat lebih dari 50% maka *bio-oil* dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk masa yang akan datang [BTG, 2003].

Namun, secara umum, kinerja katalis dengan kadar pengembunan logam CoMo sebanyak 1,5% terhadap lempung dalam proses *pyrolysis* cangkang sawit menjadi *bio-oil* sudah baik, karena telah dapat memperkecil jumlah komponen kimia *bio-oil* dan memperbesar persentase beberapa komponen kimia penting yang terdapat pada *bio-oil*. Hal ini dapat dilihat pada perbandingan jumlah senyawa yang dihasilkan pada penelitian [Negri, 2012] yaitu berjumlah lebih dari 70 senyawa dan pada penelitian ini menjadi tidak lebih dari 18 senyawa, juga persentase kandungan phenol nya dari 3,83 % menjadi 20,04 %.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

- 1) Variasi pengembunan Logam CoMo pada Lempung mempengaruhi *yield bio-oil* yang dihasilkan, *yield* yang diperoleh pada 0% ; 0,5% ; 1% ; dan 1,5% berturut-turut adalah 44,35% ; 46,8% ; 37,7% ; dan 50,4%. Sedangkan *yield* optimum diperoleh pada katalis 1,5 % yaitu 50,4%.
- 2) Hasil karakteristik fisika *bio-oil* pada 1,5% CoMo/Lempung memiliki karakteristik fisika yaitu densitas 1,016 gr/ml, viskositas 22,83 cSt, Angka keasaman 68,34 gr NaOH/gr sampel, dan *flash point* 85 °C.
- 3) *Bio-oil* yang diperoleh dapat diolah lebih lanjut sebagai bahan bakar minyak seperti solar dan lainnya karena dari

hasil karakteristik fisika maupun kimia, *bio-oil* yang dihasilkan telah mendekati karakteristik standar *bio-oil* yang dapat diolah menjadi bahan bakar minyak.

#### 4.2. Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang pirolisis untuk menghasilkan *bio-oil* menggunakan biomassa dengan kandungan lignin yang lebih besar untuk mendapatkan senyawa *phenol* yang lebih besar serta menggunakan katalis yang berbeda pada *range* di sekitar 1,5% yang diharapkan memperoleh *yield bio-oil* yang lebih tinggi.

### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ditujukan kepada Bpk. Dr.Syaiful Bahri, Msi.,Ph.D dan Bpk. Aman, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing beserta rekan-rekan seperjuangan dan juga laboran yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Anderson dan Khalid.**, 2000 Decomposition processes and nutrient release patterns of oil palm residu *Journal of Oil Palm Research*, 12, 46-63.
- BTG**, 2003, Bio-Oil Applications, <http://www.btgword.com>, 4 Januari 2011
- DEPTAN**, 2006, *Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit*, Departemen Pertanian, Jakarta, 11-17.
- Dinas perkebunan provinsi Riau**. 2009. Luas Areal Kelapa Sawit di Provinsi Riau. *Laporan sub Dinas Kelapa Sawit*, Pekanbaru.
- Mohan, D., C.U. Pittman, dan P.H. Steel**, 2006, Pyrolysis of Wood/Biomass for Bio-Oil : A Critical Review, *Energy and Fuels*, 20, 848-889
- Negri, G, P.**, 2012. Konversi Pelepah Nipah menjadi Bio-oil Menggunakan Metode Pirolisis menggunakan Katalis CoMo/NZA, *Skripsi*, Universitas Riau.

**Outlook Energi Indonesia**, 2010, Minyak Bumi dan BBM.

<http://repositori.bbt.go.id/ubuntu/index.php>, 11 April 2010.

- Purwanto, W.W., Ningrum, A.O., dan muthi, R.**, 2011, Pengembangan Produksi dari limbah Kelapa Sawit dengan metode Fast Pyrolysis, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, ISSN, 190-0500
- Setyawan, D., dan Handoko, P.**, 2002, *Preparasi Katalis Cr/Zeolit Melalui Modifikasi Zeolit Alam*, *Jurnal Ilmu Dasar*, Vol. 3, No. 1, Hal: 15-23.
- Song, C., Hu, H., Wang, G., Chen, G**, 2000, Liquefaction of biomas with water in sub – and supercritical states. *Scientific Research Fund For Doctoral Award Unit*, Chinese University.
- Sukiran, M.A.B.**, 2008, *Pyrolysis Of Empty Oil Palm Fruit Bunches using The Quartz Fluidised- Fixed Bed Reactor*, Dissertation, University of Malaya.
- Trisunaryanti, W., E.Triwahyuni, dan S.Sudiono**, 2005, *Preparasi, Modifikasi dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam dan Mo-Ni/Zeolit Alam*, *TEKNOIN*, 10(4), 269-282.
- Vaccari, A.** 1999 “Clays and Catalysts: A Promising Future”. *Journal, J. Applied Clay Sciences.* Vol. 14. Hal. 161 – 198.
- Yi, L.X.**, 2008, Development and Charaterisation of Continuous Fast Pyrolysis of Oil Palm Shell for Bio-oil Production, *Tesis*, Universiti Teknologi Malaysia.