

PIROLISIS LIMBAH PELEPAH SAWIT MENJADI BIO OIL MENGGUNAKAN Ni.Mo/LEMPUNG CENGAR

Adelina Samosir¹⁾, Syaiful Bahri²⁾ dan Aman²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru Kode Pos 28293

E-mail: adelina_samosir@yahoo.co.id

ABSTRACT

Fuel is a very important energy. The increase need fuel and diminishing availability of fossil fuel. It is also increasing awareness to find alternative energy technology. one of these alternatives energy is bio-oil. bio-oil is a fuel, organic liquid produced by pyrolysis process. Pyrolysis of biomass a palm midrib. in a palm tree produces 40-50 midrib/tree/year so that one hectare of palm can produce 6400 to 7500 midrib/year. manufacture of bio-oil with pyrolysis process can be done using Ni-Mo catalyst/Clay. This study aims to find the performance of the catalyst Ni-Mo/Clay Cengar (0%, 1%, 3% and 5% w / w biomass) against yield bio-oil produced and characterize physical and chemical properties. pyrolysis palm midrib -40+60 mesh size of 50 grams, 0.5 grams of catalyst in 500 ml silinap performed at a temperature of 330 °C. The development Ni-Mo metal on clay cengar shown to affect the yield bio-oil is obtained, while the results obtained yield at 0%, 1%, 3% and 5%, respectively, 49.40%, 58.87%, 53.11% and 49.92%. bio-oil yield results that the maximum 58.87% obtained on treatment using a metal carrier Ni-Mo/clay cengar 1%. characterization biooil physical properties of of Ni-Mo/clay impurity 1% w/w has physical characteristics that density 0.9466 g/ml, 10.87 cSt viscosity, flash point 55C, and acid number 0.0751 g NaOH / g sample. based on the results of the analysis of the chemical components bio-oil is best obtained in the treatment bio-oil Ni-Mo/clay impurity 3% w/w bio-oil contains alcohol 7.35%, 0.35% phenol and other compounds 6.72% hydrocracking.

Keyword : Bio-oil, a palm midrib, Pyrolysis, Ni.Mo/Clay Cengar

1. PENDAHULUAN

Bahan bakar merupakan kebutuhan energi yang sangat penting. Kebanyakan masyarakat Indonesia masih menggunakan bahan bakar dari minyak fosil. Berdasarkan data Ditjen MIGAS cadangan minyak bumi dari tahun ke tahun semakin menurun. Penurunan cadangan minyak bumi dari tahun 2004 sampai 2011 adalah 5,38% (Kementerian Energi dan Sumber Daya Alam, 2012).

Semakin meningkatnya kebutuhan masyarakat akan bahan bakar dan semakin berkurangnya ketersediaan bahan bakar fosil maka semakin meningkat juga kesadaran masyarakat untuk menemukan teknologi penciptaan energi alternatif. Maka, dicari suatu inovasi baru yang dapat menghasilkan energi alternatif yang

menggantikan bahan bakar dari fosil dan menjaga ketersediaan energi di kemudian hari. Salah satu energi alternatif tersebut ialah *bio oil*. *Bio oil* merupakan bahan bakar, organik cair yang dihasilkan melalui proses pirolisis. Pirolisis adalah proses termal yang cepat memanaskan biomassa dalam lingkungan bebas oksigen (Innovative Natural Resource LLC, 2004).

Provinsi Riau merupakan provinsi dengan areal perkebunan kelapa sawit yang terluas di Indonesia yakni 1,63 juta hektar pada tahun 2010 atau 20,18 % dari total perkebunan kelapa sawit Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2011). Dalam satu pohon sawit menghasilkan 40-50 pelepah/pohon/tahun sehingga satu hektar sawit bisa menghasilkan 6400 sampai 7500 pelepah/tahun. Selama ini

pemamfaatan pelepah sawit masih belum optimal, sekarang ini pelepah hanya dimanfaatkan untuk pakan ternak saja. Padahal pelepah sawit memiliki potensi yang lebih besar untuk dijadikan *bio oil* karena memiliki kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin yang besar. Pembuatan *bio oil* dapat dilakukan dengan proses pirolisis menggunakan katalis Ni-Mo/ lempung.

Trisunaryanti (2005) telah melakukan penelitian preparasi, modifikasi dan karakterisasi pada pengembangan logam molibdate (Mo), nikel (Ni) terhadap zeolit alam. Pengembangan logam Ni-Mo sebagai logam aktif dan promotor dapat meningkatkan keasaman katalis. Dari penelitian ini menyimpulkan bahwa katalis Ni-Mo/NZA berkualitas baik dan layak diterapkan untuk proses hidrorengkah.

Jusniwarlis (2011) melakukan penelitian konversi batang, pelepah, dan serabut sawit menjadi *bio oil* dengan katalis Ni-Mo/NZA dengan variasi 0, 1, 3, dan 5% b/b logam yang diembankan pada zeolit alam dan waktu kalsinasi 6 jam. Pada penelitian ini dihasilkan *yield bio oil* terbesar dari biomassa batang sawit yaitu 66,20% pada logam pengemban 1%. Hal ini dikarenakan pada pengembangan 3% dan 5% terjadi penumpukan logam aktif di permukaan pori zeolit, sehingga luas permukaan aktif berkurang.

Kesuma (2012) melakukan pirolisis cangkang sawit menjadi *bio-oil* menggunakan Ni/ lempung. Variasi yang dikerjakan kusuma yaitu 0%, 1%, 3% dan 5% b/b terhadap *yield bio oil* yang dihasilkan pada suhu 320 °C. *Yield bio oil* optimum yang diperoleh pada katalis 1% Ni/Lempung yaitu sebesar 68,50%.

Sariyanto (2012) melakukan pirolisis tandan kosong sawit menjadi *bio oil* dengan katalis Ni-Mo/ZSM-5. Memvariasikan Ni-Mo/ZSM-5 0,5%, 1,5%, 2,5% dan 3,5% b/b dari biomassa,

Pembuatan katalis Ni-Mo/Lempung Cengar

dilakukan menggunakan tandan sawit kosong sebagai biomassa menjadi *bio oil* dengan variasi temperatur pirolisis 300 °C, 310 °C, 320 °C, dan 330 °C. Didapatkan *yield bio oil* yang terbesar pada suhu 330 °C

Pada penelitian ini akan dilakukan konversi biomassa pelepah sawit menjadi *bio oil* dengan katalis bimetal Ni-Mo/Lempung. Adapun logam yang di embankan 1% b/b, variasi katalis yang akan dilakukan 0%, 1%, 3%, dan 5% b/b dan pirolisis dilakukan pada suhu 330 °C. Pemilihan lempung sebagai katalis dikarenakan struktur lempung yang mempunyai pori lebih besar dibandingkan zeolit, stabilitas termal tinggi, luas permukaan lebih luas, dan aktivitas katalitik yang baik (Darwanta dan Sriyanto, 2008). Pada penelitian ini diprediksikan dapat menghasilkan *yield* yang tinggi dan senyawa *phenol* yang lebih banyak.

2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah lempung alam yang berasal dari Desa Cengar, Kecamatan Kuantan Mudik, Kabupaten Kuantan Singingi, pelepah sawit yang diperoleh dari perkebunan di daerah Palas (Pekanbaru), H₂SO₄, NiCl₂.6H₂O, BaCl₂, aquades, gas N₂, O₂, dan H₂, (NH₄)₆Mo₇O₂₄. 4H₂O dan silinap 280M.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah lumpang, pengayak 40, 60, 100 dan 200 mesh, reaktor alas datar ukuran 1 L, satu set motor pengaduk, oven, tube furnace, heating mantel, timbangan analitik, tabung dan regulator gas N₂, O₂ dan H₂, reaktor pyrolysis, condenser, thermocouple thermometer (Barnant), piknometer, viskometer Oswald, gelas piala dan pengaduk listrik (Heidolph).

Tahapan pembuatan Katalis Ni.Mo/lempung Cengar akan diuraikan dibawah ini:

a. Perlakuan Awal Lempung Cengar

Sintesis Ni.Mo/Lempung Cengar mengacu pada prosedur yang telah dilakukan oleh Septriana (2006). Lempung ditumbuk dan dihaluskan kemudian diayak dengan ukuran ayakan -100+200 mesh untuk mendapatkan lempung dengan diameter partikel yang lebih kecil.

b. Aktivasi Lempung Cengar dengan perlakuan H_2SO_4

Aktivasi lempung dengan cara refluks lempung cengar sebanyak 150 gram dalam larutan H_2SO_4 1,2 M sebanyak 600 ml selama 6 jam pada suhu 50 °C sambil diaduk menggunakan motor pengaduk dengan kecepatan 60 rpm pada reaktor alas datar volume 1 liter, kemudian sampel tersebut didiamkan selama 16 jam yang selanjutnya disaring dan dicuci berulang kali dengan menggunakan aquades sampai tidak ada ion SO_4^{2-} yang terdeteksi oleh larutan $BaCl_2$, *cake* dikeringkan pada suhu 120 °C selama 4 jam dalam oven.

c. Pengembanan (Impregnasi) Logam Ni.Mo

Pengembanan (impregnasi) logam Mo dan Ni dengan cara sampel lempung yang telah diaktivasi dilarutkan dalam 500 ml $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ dan direfluks sambil diaduk pada suhu 60 °C selama 6 jam pada reaktor alas datar ukuran 1 L, kemudian disaring (Jusniwarlis, 2011). Padatan yang diperoleh kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 120 °C selama 3 jam (diperoleh sampel Mo/Lempung Cengar). Sampe

Mo/Lempung Cengar tersebut kemudian direfluks lagi dengan larutan $NiCl_2.6H_2O$ pada suhu 90 °C dengan waktu yang sama yaitu 6 jam. Kemudian padatan yang telah diperoleh disaring, dicuci, dan dikeringkan dalam oven pada suhu 120 °C selama 3 jam sehingga diperoleh sampel Ni.Mo/Lempung Cengar.

d. Kalsinasi, Oksidasi dan Reduksi

Ni.Mo/Lempung Cengar sebanyak 10 gram dimasukkan ke dalam *tube* yang telah diisi dengan *porcelain bead* sebagai *Heat*

Carrier dan penyeimbang unggun katalis, di antara *porcelain bed* dengan unggun katalis diselipkan *glass woll*. *Tube* ditempatkan dalam *tube furnace* secara vertikal. Sampel dikalsinasi pada suhu 500 °C selama 6 jam sambil dialirkan gas nitrogen sebesar ±400 ml/menit, setelah itu dilanjutkan dengan oksidasi pada suhu 400 °C menggunakan gas oksigen sebesar ±400ml/menit selama 2 jam dan reduksi pada suhu 400 °C menggunakan gas hidrogen sebesar ±400 ml/menit selama 2 jam.

Pirolisis Pelepah Sawit dengan Katalis Ni.Mo/Lempung Cengar

a. Tahap Persiapan Biomassa

Pada tahap ini, biomassa berupa pelepah sawit diambil dari batang sawit yang memiliki pelepah sawit yang tua. Selanjutnya pelepah sawit dicuci kemudian dijemur. Setelah itu dikeringkan dalam oven untuk menghilangkan kadar airnya sampai beratnya konstan. Biomassa tersebut kemudian dihaluskan dan diayak untuk memperoleh ukuran -40+60 mesh.

b. Tahap Penelitian

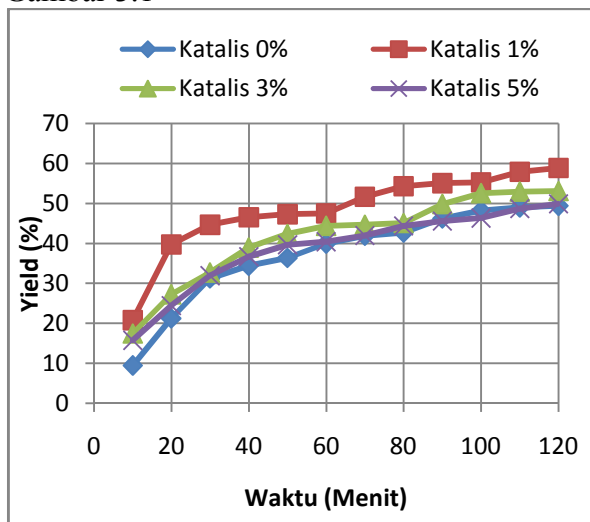
Biomassa sebanyak 50 gram dengan 500 ml *thermal oil* (silinap) dan variasi katalis Ni.Mo/lempung Cengar dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis. Suhu pada pirolisis yaitu 330 °C (Sariyanto, 2012) tanpa kehadiran oksigen dengan mengalirkan gas nitrogen ke dalam reaktor dari dalam tabung pada laju alir 1.3 mL/detik dengan tekanan yang rendah. Selanjutnya diaduk dengan pengaduk listrik (*Heidolph*) pada kecepatan pengadukan 300 rpm selama 2 jam dan aliran air dengan menggunakan kondensor. *Bio-oil* ditampung dalam *Beaker Glass*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Persentasi Katalis Ni.Mo/Lempung Cengar Terhadap *Yield Bio-oil* yang Dihasilkan

Pengaruh persentase katalis diharapkan dapat mempengaruhi *yield bio-oil* yang dihasilkan. *Bio-oil* dihasilkan dengan menggunakan proses pirolisis pada suhu 330 °C dan massa *bio-oil* yang diperoleh dihitung setiap 10 menit secara berkala. Proses pirolisis membutuhkan waktu 120 menit sampai *bio-oil* tidak menetes lagi. Variasi katalis Ni.Mo/lempung Cengar yang digunakan yaitu 0%; 1%; 3%; dan 5% b/b

terhadap pelepah sawit. Perolehan *yield bio-oil* setiap variasi katalis dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Grafik Pengaruh Persentasi Katalis Ni.Mo/Lempung Cengar terhadap *Yield Bio-oil* yang Dihasilkan pada Suhu 330 °C

Proses pirolisis pada Gambar 3.1 menunjukkan bahwa *yield bio-oil* yang dihasilkan tanpa menggunakan katalis adalah sebesar 49,40%. Sedangkan dengan menggunakan variasi katalis 1%, 3% dan 5% terjadi peningkatan *yield bio-oil*. Adapun perolehan *yield bio-oil* pada penggunaan katalis Ni.Mo/lempung Cengar 1% b/b diperoleh *yield bio-oil* optimum sebesar 58,87%. Peningkatan *yield bio-oil* ini disebabkan semakin meningkatnya persentase katalis Ni.Mo/lempung Cengar yang digunakan sehingga semakin luas media kontak antara fasa aktif dengan reaktan yang menyebabkan terjadinya reaksi dekomposisi atau pemutusan ikatan dari selulosa, hemiselulosa dan lignin yang semakin besar pada rongga katalis.

Katalis Ni.Mo/lempung Cengar dapat menurunkan energi aktivasi reaksi pada proses pirolisis. Semakin besar kecepatan reaksi yang terjadi akan menyebabkan pembentukan produk yang semakin besar. Sehingga dengan meningkatnya jumlah katalis Ni.Mo/lempung Cengar 1% dapat menghasilkan *yield bio-oil* yang semakin besar.

Pada penggunaan katalis Ni.Mo/lempung Cengar 3% dan 5% terjadi penurunan *yield bio-oil* yaitu sebesar 53,11%

dan 49,92%. Hal ini diperkirakan dapat terjadi karena semakin banyak terbentuknya produk gas yang tidak terkondensasi (Gan,2012). Logam Ni yang diembankan cenderung selektif terhadap pemutusan rantai C-C dan C-H (Vang dkk, 2005), akibatnya semakin banyak fraksi-fraksi hidrokarbon rantai pendek yang terbentuk dan tidak dapat dikondensasikan oleh air pada suhu kamar, sehingga *yield bio-oil* yang dihasilkan menjadi lebih kecil dan *yield* gas yang dihasilkan semakin besar. Hanya pada penambahan katalis 3% dan 5% *yield* produk *bio-oil* yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan *yield* produk gas. Pada penambahan katalis Ni.Mo/lempung Cengar 1% b/b terhadap biomassa pelepah sawit dengan suhu pirolisis 330° C merupakan kondisi optimum yang dapat menghasilkan *yield bio-oil* paling besar.

3.2 Hasil karakterisasi Sifat *Bio-oil*

3.2.1 Analisa Fisika *Bio-oil*

Hasil uji karakteristik sifat fisika *bio-oil* dari pelepah sawit menggunakan katalis Ni.Mo/lempung Cengar sebanyak 0%, 1%, 3%, 5% b/b terhadap biomassa pelepah sawit secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

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

Persentase Katalis Ni.Mo/Lempung Cengar Terhadap pelepah sawit	Densitas (gr/ml)	Viskositas (cSt)	Titik nyala (°C)	Angka Asam (gr NaOH/ gr sampel)	Yield (%)
0	0,9842	10,43	54	0,05034	49,40
1	0,9466	10,87	55	0,0751	58,87
3	0,9728	10,67	55	0,07065	53,11
5	0,9866	10,94	53	0,06642	49,92

Dari Tabel 3.1 dapat dilihat bahwa parameter yang digunakan untuk menentukan standar mutu *bio-oil* adalah densitas, viskositas, titik nyala, dan angka keasamaan. Untuk hasil uji fisika berdasarkan *yield bio-oil* optimum yaitu pada penggunaan katalis Ni.Mo/lempung Cengar 1% terhadap pelepah

sawit diperoleh densitas 0,9466 gr/ml, viskositas 10,87 cSt, titik nyala 55° C, dan angka asam 0,07514 gr NaOH/ gr sampel. Untuk nilai densitas *bio-oil* terendah diperoleh pada penggunaan katalis Ni.Mo/lempung Cengar 1% b/b yaitu sebesar 0,9466 gr/ml, sedangkan nilai densitas tertinggi yaitu tanpa penggunaan katalis 5% b/b sebesar 0,9866 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). Viskositas *bio-oil* yang paling rendah yaitu pada penggunaan katalis Ni.Mo/lempung Cengar 0% yaitu sebesar 10,43 cSt, sedangkan viskositas yang paling tinggi yaitu pada penggunaan katalis Ni.Mo/lempung Cengar 5% b/b yaitu sebesar 10,94 cSt, dengan viskositas yang lebih rendah akan lebih memudahkan proses pemindahan *bio-oil* dari suatu tempat ke tempat yang lain. Titik nyala *bio-oil* yang paling rendah yaitu pada penggunaan katalis 5% b/b sebesar 53° C, sedangkan titik nyala yang paling tinggi yaitu pada penggunaan katalis 1 dan 3% b/b sebesar 55° C, dengan titik nyala yang terlalu rendah dikhawatirkan dapat menyebabkan *bio-oil* mudah terbakar pada suhu lingkungan. Untuk angka asam terendah diperoleh dari *bio-oil* tanpa menggunakan katalis sebesar 0,07514 gr NaOH/gr sampel, sedangkan angka asam tertinggi yaitu pada penggunaan katalis 1% b/b sebesar 0,07514 gr NaOH/gr sampel. Semakin rendah angka asam pada *bio-oil*, maka semakin sedikit asam-asam organik yang terkandung pada *bio-oil* (Sukiran, 2008).

Data Hasil perbandingan karakterisasi sifat fisika *bio-oil* dari pelepah sawit dengan menggunakan katalis Ni.Mo/lempung Cengar 1% b/b terhadap pelepah sawit dan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Hasil Perbandingan Karakterisasi Sifat *Bio-oil* dengan Literatur

Parameter	Penelitian ini	Dynamotive 2011	Kesuma 2012	Jusniwar lis 2011
Densitas (gr/ml)	0,9466	0,94-1,2	0,940	1,047
Viskositas (cSt)	10,87	4-78	9,667	27,34
Titik Nyala (°C)	55	48-67	51	55
Angka asam (gr NaOH /gr sampel)	0,0745	-	0,057021	0,07970
Yield (%)	58,87	-	68,50	66,20

Dari Tabel 3.2 terlihat bahwa uji karakteristik sifat fisika *bio-oil* yang meliputi densitas, viskositas, titik nyala, dan angka keasaman yang didapatkan masih berada pada range spesifikasi sifat fisika *bio-oil*. Hasil uji karakteristik *bio-oil* dari pelepah sawit menggunakan katalis Ni.Mo/lempung Cengar sebanyak 0%; 1%; 3%; 5% terhadap pelepah sawit masih jauh dari karakteristik bahan bakar minyak seperti solar (spesifikasi Pertamina). Perbandingan hasil karakterisasi fisika *bio-oil* dari penelitian ini 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.Mo/lempung
Densitas (gr/ml)	0,82-0,87	0,946-0,986
Viskositas (cSt)	1,6 - 5,8	10,43-10,94
Angka asam (gr NaOH/gr sampel)	-	0,05034-0,07514
Titik Nyala (°C)	66 minimal	53-55

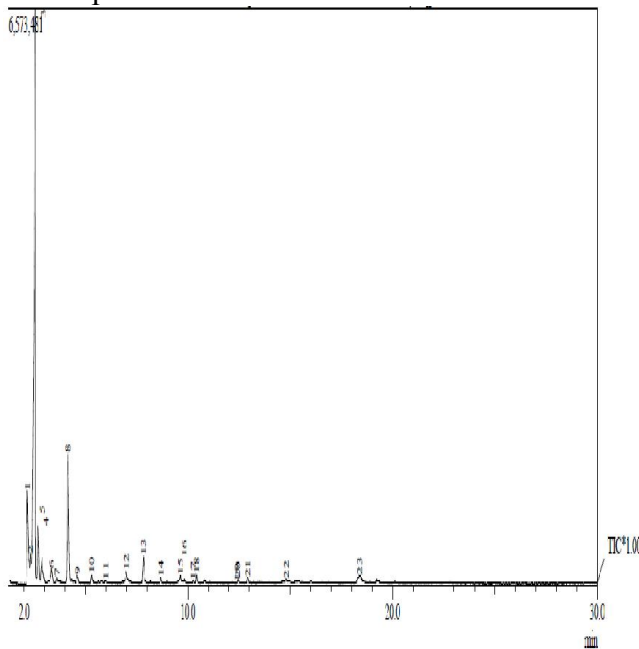
Dari Tabel 3.3 terlihat bahwa nilai densitas *bio-oil* sebesar 0,946-0,986 gr/ml lebih besar dibandingkan nilai densitas solar 0,82-0,87 gr/ml, begitu juga dengan nilai viskositas *bio-oil* sebesar 10,43-10,94 cSt jauh lebih besar dari viskositas solar 1,6–5,8 cSt, dan nilai titik nyala pada *bio-oil* sebesar 53-55° C masih jauh dibawah titik nyala dari solar yaitu minimal pada suhu 66° C.

3.2.2 Analisa Kimia *Bio-oil*

Bio-oil dengan *yield* terendah yaitu tanpa menggunakan katalis dan *bio-oil* dengan penggunaan katalis Ni.Mo/lempung

Cengar 0%, 1%, 3%, dan, 5% dilakukan analisa kimia berupa kromatografi gas-spektroskopi massa (GC-MS). Analisa GC-MS menghasilkan kromatogram yang menyatakan jumlah persentasi komponen kimia yang terkandung di dalam *bio-oil*. Hasil kromatogram dari dua sampel *bio-oil* dapat dilihat pada Gambar 3.2 sampai Gambar 3.5.

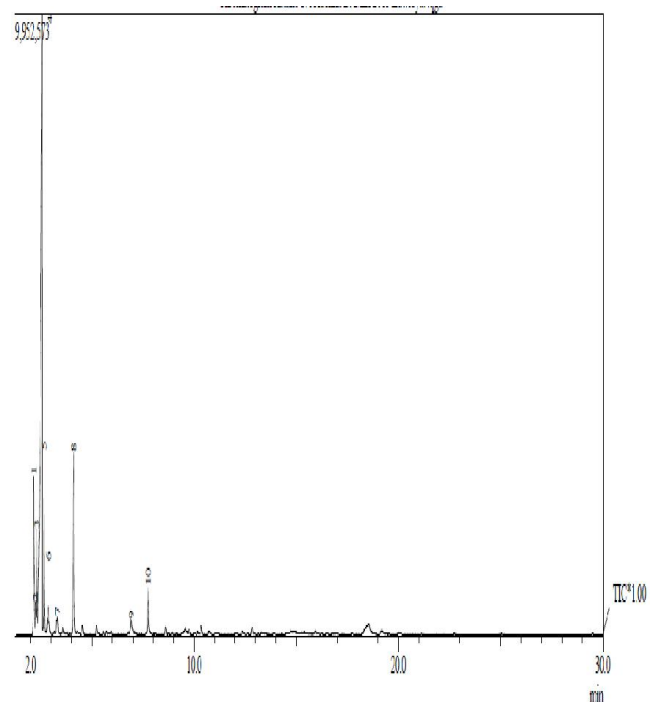
Hasil kromatogram *bio-oil* dengan menggunakan katalis Ni.Mo/lempung Cengar 0% terhadap biomassa pelepah sawit dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Hasil Kromatogram GC *Bio-oil* Pelepah Sawit dengan 0% katalis Ni.Mo/ Lempung Cengar

Pada Gambar 3.2 kromatogram GC *bio-oil* pelepah sawit dengan katalis 0% Ni.Mo/lempung Cengar menunjukkan 5 (lima) puncak tertinggi yang mempunyai luas area *3-Decyn-2-ol* 6,85%; *acetic acid* 60,48%; *2-propanone* 5,79%; *Propanoic acid* 2,46% dan *2-Furancarboxaldehyde* 13,29%. Pada *bio oil* dengan penggunaan katalis 0% Ni.Mo/lempung Cengar paling banyak adalah *acetic acid* 60,48%.

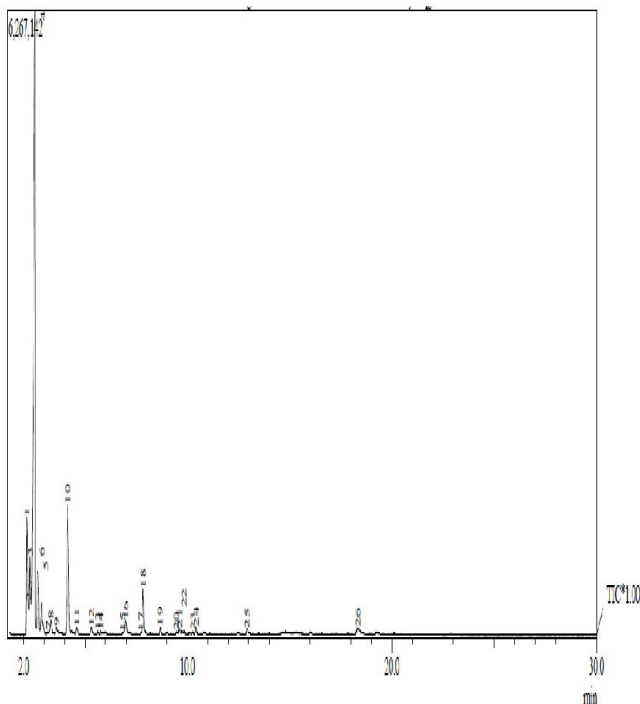
Hasil kromatogram *bio-oil* dengan menggunakan katalis Ni.Mo/lempung Cengar 1% terhadap biomassa pelepah sawit dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Hasil Kromatogram GC *Bio-oil* Pelepah Sawit dengan 1% katalis Ni.Mo/Lempung Cengar

Pada Gambar 3.3 kromatogram GC *bio-oil* pelepah sawit dengan katalis 1% Ni.Mo/lempung Cengar menunjukkan 5 (lima) puncak tertinggi yang mempunyai luas area *acetaldehyde* 8,31%; *Hydrazinecarboximidamide* 5,34%; *acetic acid* 57,89%; *2-propanone* 6,18% dan *2-Furancarboxaldehyde* 12,59%. Pada *bio oil* dengan penggunaan katalis 0% Ni.Mo/lempung Cengar paling banyak adalah *acetic acid* 57,89%.

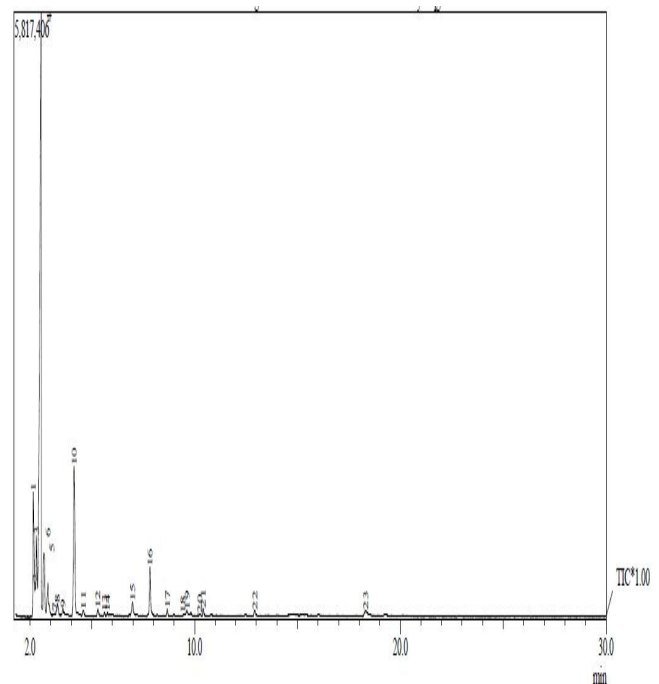
Hasil kromatogram *Bio-oil* dengan menggunakan katalis Ni.Mo/lempung Cengar 3% terhadap biomassa pelepah sawit dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Hasil Kromatogram GC *Bio-oil* Pelepah Sawit dengan 3% katalis Ni.Mo/Lempung Cengar

Pada Gambar 3.4 kromatogram GC *bio-oil* pelepah sawit dengan katalis 3% Ni.Mo/lempung Cengar menunjukkan 5 (lima) puncak tertinggi yang mempunyai luas area *isobutyl alcohol* 7,35%; *Hydrazinecarboximidamide* 4,56%; *acetic acid* 58,02%; *2-propanone* 5,40% dan *2-Furancarboxaldehyde* 11,01%. Pada *bio oil* dengan penggunaan katalis 0% Ni.Mo/lempung Cengar paling banyak adalah *acetic acid* 58,02%.

Hasil kromatogram *Bio-oil* dengan menggunakan katalis Ni.Mo/lempung Cengar 5% terhadap biomassa pelepah sawit dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.4 Hasil Kromatogram GC *Bio-oil* Pelepah Sawit dengan 5% katalis Ni.Mo/Lempung Cengar

Pada Gambar 3.5 kromatogram GC *bio-oil* pelepah sawit dengan katalis 5% Ni.Mo/lempung Cengar menunjukkan 5 (lima) puncak tertinggi yang mempunyai luas area *Isobutyl alcohol* 7,77%; *acetic acid* 3,03%; *acetic acid* 55,89%; *2-Furancarboxaldehyde* 13,71% dan *Benzenesulfonic acid* 3,58%. Pada *bio-oil* dengan penggunaan katalis 5% Ni.Mo/lempung Cengar paling banyak adalah *acetic acid* 55,89%.

Kromatografi GC pada Gambar 3.2 sampai Gambar 3.5 mempunyai 5 puncak tertinggi. Dari analisa MS (Lampiran C) diketahui bahwa asam asetat merupakan komponen yang paling banyak terkandung dalam *bio-oil* ini. 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*, *Propanoic Acid*, *2-Furancarboxaldehyde*, dan beberapa senyawa lainnya.

Puncak tertinggi dari GC pada Gambar 3.2 sampai 3.5 adalah asam asetat, hal ini dikarenakan suhu yang digunakan adalah 330 °C. Sesuai dengan teori Mohan (2005), dekomposisi lignin terjadi pada suhu diatas 300 °C dan menghasilkan methanol, aseton, *phenol* dan asam asetat. Dan sebagian besar komponen kimia lainnya yang terkandung di

dalam *bio-oil* merupakan hasil dekomposisi dari selulosa dan hemiselulosa.

Pada Gambar 4.2 terdapat 23 puncak yang menunjukkan adanya 23 senyawa dalam *bio-oil* menggunakan katalis 0% namun pada Gambar 3.3 terdapat 10 puncak yang menunjukkan 10 senyawa dalam *bio-oil* menggunakan katalis 1%. Dari 23 senyawa menjadi 10 senyawa kimia, hal ini membuktikan bahwa pengemban logam Ni pada suatu permukaan padatan penyangga seperti lempung akan menghasilkan katalis dengan selektifitas yang baik dalam suatu reaksi (Bakri dkk.,2008). Rasio katalis Ni.Mo/lempung Cegar yang bagus adalah 1% b/b.

Pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 menunjukkan bahwa hasil puncak pada kromatogram *bio-oil* tanpa menggunakan katalis dengan *bio-oil* yang menggunakan katalis tidak jauh berbeda. Hal ini diperkirakan karena katalis Ni.Mo/lempung Cegar yang digunakan pada proses pirolisis pelepah sawit kinerjanya kurang selektif.

Dari analisa GC-MS (Lampiran C), komponen kimia yang terkandung dalam *bio-oil* dapat dikelompokkan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Komponen Kimia yang Terkandung dalam *Bio-oil*

Komponen Kimia <i>Bio oil</i>	Area (%)			
	0% katalis	1% katalis	3% katalis	5% katalis
Kelompok Asam	65,90	69,43	64,93	62,98
Kelompok Aldehid	13,53	12,59	11,13	14,22
Kelompok Keton	7,93	7,40	7,38	7,23
Kelompok Alkohol	7,42	9,76	7,35	7,73
Kelompok Furan	1,94	0,82	1,96	2,18
Kelompok Phenol	0,16	-	0,53	0,03
Senyawa lainnya	2,99	-	6,72	6,06

Menurut Mohan (2005) ke empat *bio-oil* diatas telah memiliki komponen yang diperlukan untuk menjadi *bio-oil* yakni memiliki kelompok phenol, alkohol, asam, aldehid dan senyawa lainnya yang diperlukan untuk menjadi *bio-oil*. Namun komposisi terbaik ada pada katalis 3% dikarenakan

mengandung nilai phenol dan alkohol yang lebih tinggi dari *bio-oil* 0%, 1% dan 5%. Dari hasil analisa sifat fisika dan kimia, serta data perbandingan dengan peneliti lainnya dapat disimpulkan bahwa *bio-oil* dari penelitian ini dapat diolah lebih lanjut menjadi sumber energi alternatif pengganti minyak bumi.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Pengembanan logam Ni.Mo pada lempung Cengar terbukti mempengaruhi yield *bio-oil* yang diperoleh, adapun hasil *yield* yang diperoleh pada 0%, 1%, 3% dan 5% berturut-turut adalah 49,40%, 58,87%, 53,11% dan 49,92%. Hasil *yield bio-oil* yang paling maksimal 58,87% diperoleh pada perlakuan dengan menggunakan pengemban logam Ni.Mo/lempung Cengar 1% .
2. Hasil karakterisasi sifat fisika *bio-oil* Ni.Mo/Lempung Cengar 1% b/b memiliki karakteristik fisika yaitu densitas 0,9466 gr/ml, viskositas 10,87 cSt, titik nyala 55 °C, dan angka asam 0,0751 gr NaOH/gr sampel.
3. Berdasarkan hasil analisis komponen kimia maka *bio-oil* terbaik diperoleh pada perlakuan *bio-oil* Ni.Mo/Lempung Cengar 3% b/b *bio-oil* mengandung *alkhohol* 7,35%, *phenol* 0,35% dan senyawa hidrorenkah lainnya 6,72%.

4.1 Saran

1. Oleh karena *bio-oil* mengandung senyawa asam dan aldehid yang tinggi, maka perlu di lakukan pengolahan lebih lanjut.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan berkaitan tentang produk samping berupa gas yang tidak berhasil terkondensasi dengan antisipasi menggunakan *cooler* ataupun *waterbath*.

5. Daftar Pustaka

Badan Pusat Statistik Provinsi Riau, (2011). *Riau Dalam Angka 2010*, <http://riau.bps.go.id/publikasi-online/riau-dalam->

- [angka/perkebunan.html](#), (29 Maret 2013).
- Bakri, R., T. Utari., dan I.P Sari., 2008, Kaolin Sebagai Sumber SiO₂ Untuk Pembuatan Katalis Ni/SiO₂: Karakterisasi Dan Uji Katalis Pada Hidrogenasi Benzena Menjadi Sikloheksana, Makara, Sains, Volume 12, No. 1, April
- Darwanta dan Sriyanto. (2008). *Sintesis Katalis Mesopori Ni/Mo Teremban Lempung Terpillar Si dan Aplikasinya Pada Cracking Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair*, SAINS, 1, 9-15.
- Gan, J., (2012). *Hydrothermal Conversion Of Lignocellulosic Biomass To Bio-Oils*. Manhattan. Department of Biological and Agricultural Engineering College of Engineering. Kansas State University
- Innovative Natural Resource Solutions LLC, (2004). *Bio-oil Opportunity Analysis*, New Hampshire, http://www.nh.gov/oep/programs/energy/documents/nh_biooilopportunityanalysis.pdf, (4 Mei 2013).
- Jusniwarlis. (2011). Efek Kandungan Logam Ni.Mo/NZA Pada Proses Pencairan Langsung Biomassa Menjadi *Bio Oil*, Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2012). *Indonesia Energy Statistic*, <http://www.esdm.go.id> (12 Mei 2012).
- Kesuma, A. Z. (2013). *Pyolysis Cangkang Sawit Menjadi Bio-oil Menggunakan Katalis Ni/Lempung*, Skripsi, Universitas Riau.
- Mohan, D., C.U. Pittman, dan P.H. Steel. 2006. Pyrolysis of Wood/Biomass for Bio-oil: A Critical Review. *Jurnal 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.
- Septriana, D., 2006, Pembuatan Katalis Ni/Lempung Untuk Reaksi Hidrogenasi Crude Palm Oil (CPO), Skripsi, Program Studi Teknik Kimia Universitas Riau, Pekanbaru.
- Sariyanto, Pirolisis Tandan Kosong Sawit Menjadi Bio oil dengan Katalis Ni.Mo/ZSM.5. Skripsi, Universitas Riau.
- 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. ISSN, 10. 269-282.
- Vang, R, T., Honkala, K., Dahl, S., Vestegaard, K, E., Schnadt, J. (2005). Controlling the Catalytic Bond-Breaking Selectivity of Ni Surfaces by Step Blocking, *Nature Material*, 4, 160-162