

PIROLISIS KULIT KAYU PINUS (*PINUS MERKUSSII*) MENJADI *BIO-OIL* MENGUNAKAN KATALIS NiMo/NZA

Ranum Anggun Sari, Saiful Bahri, Khairat

Jurusan Teknik Kimia Universitas Riau

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

Email: ranumanggun25@gmail.com

ABSTRACT

Availability of fossil fuel cell that is increasingly limited has already global issue in the world, especially Indonesia. This has an impact on rising extraction costs and selling prices to the public. In addition, the emissions produced by during fossil fuels had a devastating impact on the environment. One of the alternative energy to reduce fossil fuel is bio-oil produced from biomass through pyrolysis technology. Pine bark is a potential biomass to be used as bio-oil material. Until now, this pine bark only regarded as wastes that pollute the environment. Thought pine bark can be used as a source of fuel, because the pine bark has a potential source of energy. The purpose of this study is to know the effect of the ratio impregnated metal of Ni and Mo on NZA catalyst and the ratio amount of catalyst on the yield of bio-oil produced, knowing the value of density, viscosity, acidity and a flash point of bio-oil as well as determine the chemical components in bio-oil by GC-MS method. Pyrolysis bio-oil begins to process the biomass size reduction (-60+80 mesh) and natural zeolite (-100+200 mesh). Metal Ni and Mo was impregnated into the zeolite to form a bimetallic catalyst NiMo/NZA. Then the catalyst was activated by calcination stage, oxidation and reduction pyrolysis using pine bark as much as 50 grams along with 500 ml silinap with variations developing of metal Ni and Mo to NZA without metal (0%), 1%, 2% and 3% b/b and weight variation of NiMo catalyst/NZA 3%, 6% and 9% of the biomass with a stirring speed of 300 rpm and temperature of 320 °C for 120 min. The highest yield of bio-oil obtained by the use of 3% catalyst NiMo/NZA with 6% of the amount of catalyst which is equal to 77,23%. From physic analysis conducted on bio-oil were obtained: the density is 0,79 g/ml, the viscosity is 9,87 cSt, the acidity is 5,13 mg NaOH/g sample and the flash point 52 °C. Five (5) the dominant compound results of chemical analysis by GC-MS of the bio-oil from pine bark using 3% catalyst of NiMo/NZA with 6% the amount of catalyst: 2-Pentene (21,8%), Pentane (13,71%), 2-Hexene (8,98%), 1-Propene (7,08%) and 1-Pentene (5,03%).

Keywords: bio-oil, catalyst NiMo/NZA and pyrolysis.

1. Pendahuluan

Ketersediaan bahan bakar minyak bumi yang semakin hari semakin terbatas sudah merupakan isu global dunia khususnya Indonesia. Ketersediaan akan bahan bakar minyak bumi tidak diimbangi dengan kebutuhan masyarakat akan bahan bakar yang semakin hari semakin meningkat. Kebutuhan bahan bakar minyak bumi Indonesia mencapai 1,3 juta barel per hari [BPH Migas, 2012]. Dengan semakin menipisnya cadangan akan bahan bakar minyak, maka biaya untuk penambangannya akan meningkat yang berdampak pula pada meningkatnya harga jual ke masyarakat. Pada saat yang bersamaan, energi-energi tidak terbarukan tersebut juga melepaskan emisi karbon ke atmosfer yang menjadi penyumbang besar terhadap pemanasan global.

Oleh karena itu, usaha untuk mencari bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui dan bernilai ekonomis. Salah satu energi alternatif yang dapat dikembangkan yaitu *bio-oil*. *Bio-oil* telah banyak dikembangkan melalui pengolahan biomassa. Salah satu biomassa yang dapat digunakan sebagai energi alternatif untuk menghasilkan *bio-oil* adalah kulit kayu pinus.

Selama ini kulit kayu pinus hanya dianggap sebagai limbah yang mencemari lingkungan. Dahlian dan Hartoyo melaporkan hampir semua bagian pohon pinus dapat dimanfaatkan antara lain bagian batangnya dapat disadap untuk diambil getahnya, hasil kayunya bermanfaat untuk konstruksi, korek api, *pulp*, dan kertas serat panjang. Sedangkan bagian kulitnya hanya dibakar dan abunya digunakan untuk bahan campuran pupuk, karena mengandung kalium. Padahal kulit kayu pinus bisa dijadikan sumber bahan bakar karena kulit kayu pinus mempunyai

Salah satu teknologi proses yang digunakan dalam pembuatan *bio-oil* yaitu pirolisis. Pirolisis merupakan suatu bentuk insenerasi yang menguraikan bahan organik secara kimia melalui pemanasan dengan mengalirkan nitrogen sebagai gas inert. Selain itu, untuk mempercepat terjadinya reaksi pada proses pirolisis, maka diperlukan adanya katalis.

Katalis dengan sistem logam pengemban merupakan katalis yang baik, karena logam dapat terdispersi merata pada permukaan pengemban [Nugrahaningtyas, 2008]. Salah satu pengemban yang sudah banyak diaplikasikan karena aktivitas dan stabilitas termalnya yang tinggi ialah zeolit. Zeolit merupakan kristal yang memiliki sifat stabil terhadap panas. Untuk meningkatkan kinerja dari zeolit alam tersebut sebagai katalis, maka dapat dilakukan proses pengimpregnasian logam-logam transisi. Logam yang sering digunakan sebagian besar adalah Ni dan Mo. Penempelan logam pada zeolit bertujuan untuk memperluas permukaan katalis dan memperbanyak situs aktif yang pada akhirnya akan memperbesar luas kontak antara katalis dengan reaktan, sehingga reaksi akan berjalan lebih cepat.. Nugrahaningtyas dkk [2008] menyebutkan bahwa penggabungan kedua logam Ni dan Mo pada katalis NiMo/zeolit memberikan efek sinergis dan mempunyai aktivitas yang tinggi.

Pada penelitian ini akan dilakukan pirolisis kulit kayu pinus dengan menggunakan katalis NiMo/NZA. Rasio pengembanan logam NiMo/NZA yang digunakan divariasikan antara 0%, 1%, 2% dan 3% b/b dan variasi jumlah katalis sebesar 3%, 6%, dan 9% b/b terhadap biomassa

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang diperlukan adalah: kulit kayu pinus, zeolit alam Yogyakarta, HCl 6 N, NH₄Cl 1 N, AgNO₃, aquades, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O (ammonium hepta molibdat), Ni(NO₃)₂·6H₂O (nikel nitrat), gas N₂, O₂, dan H₂, NaOH 0,1 N, asam oksalat 0,2N, indikator PP dan *thermo-oil* berupa silinap 280 M.

Alat yang dipakai

Alat-alat yang digunakan adalah lumpang porselein, *crusher*, pengayak 100 dan 200 mesh, pengayak 60 dan 80 mesh, reaktor alas datar ukuran 1 liter, satu set motor pengaduk, *oven*, *heating mantel*, timbangan analitik, kertas saring, tabung dan regulator gas N₂, reaktor pirolisis, kontrol temperatur, pengaduk listrik, kondensor, *thermocouple thermometer* (Barnant), piknometer, viskometer Ostwald, gelas piala, buret, erlenmeyer, pipet tetes, gelas ukur 500 ml, *Cleveland flash point tester*, dan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*).

Variabel Penelitian

Variabel tetap yang dilakukan ialah: massa biomassa kulit kayu pinus 50 gr, ukuran kulit kayu pinus -60+80 mesh dan zeolit alam -100+200 mesh, temperatur pirolisis 320°C, silinap 280 M 500 ml, kecepatan pengadukan 300 rpm dan waktu pirolisis 2 jam. Sedangkan variabel berubahnya ialah: Persentase pengembunan logam Ni dan Mo terhadap NZA (0%; 1%; 2% ; 3% b/b) dan persentase berat katalis terhadap biomassa NZA (3%; 6%; 9% b/b).

3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa tahapan dalam pengerjaannya, yaitu :

1. Pembuatan katalis NiMo/NZA

Perlakuan awal zeolit alam

Tahap pertama zeolit alam digerus dalam lumpang porselein untuk memperkecil ukuran partikel, kemudian diayak dengan ukuran -100+200 mesh dengan ketentuan ukuran partikel yang diambil merupakan partikel-partikel yang lolos pada pengayak 100 mesh dan tertahan pada pengayak 200 mesh.

Dealuminasi Zeolit Alam

Proses dealuminasi zeolit alam dilakukan dengan perlakuan HCl 6 N dan NH₄Cl 1 N. Zeolit alam sebanyak 100 gram direfluks dalam larutan HCl 6 N sebanyak 500 ml selama 30 menit pada suhu 50°C sambil diaduk, kemudian disaring dan dicuci berulang kali sampai tidak ada ion Cl⁻ yang terdeteksi oleh larutan AgNO₃, *cake* dikeringkan pada suhu 130°C selama 3 jam dalam oven. Kemudian direndam kembali dalam 500 ml larutan NH₄Cl 1 N pada temperatur 90°C sambil diaduk selama 3 jam perhari yang dilakukan sampai satu minggu. Kemudian disaring dan dicuci setelah itu dikeringkan dalam oven selama 24 jam. Pada tahap ini didapat sampel yang dinamakan dengan sampel NZA.

Impregnasi logam Ni dan Mo pada NZA

Tahap impregnasi logam Ni dan Mo dengan variasi 0%, 1%, 2%, dan 3% dari berat NZA. Proses dimulai dengan mencampurkan sampel NZA ke dalam 100 ml (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O dan direfluks pada suhu 60°C selama 6 jam sambil diaduk pada reaktor alas datar ukuran 1 L. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 3 jam (diperoleh sampel Mo/NZA). Sampel tersebut kemudian direfluks kembali dengan larutan Ni(NO₃)₂·6H₂O pada suhu 90°C

dengan waktu 6 jam juga sambil diaduk pada reaktor alas datar ukuran 1 L. Kemudian dikeringkan kembali dalam oven pada suhu 110°C selama 3jam.

Aktivasi katalis NiMo/NZA

Katalis NiMo/NZA kemudian diaktivasi dengan melakukan proses-proses kalsinasi, oksidasi, dan reduksi. Proses ini diawali dengan memasukkan sampel katalis ke dalam *tube* yang sebelumnya telah diisi dengan *porcelainbed* sebagai *heatcarrier* dan penyeimbang unggun katalis, diantara *porcelainbed* dengan unggun katalis diselipkan *glasswool*. *Tube* ditempatkan dalam *tube furnace* secara vertikal, dikalsinasi pada suhu 500°C selama 6 jam sambil dialirkan gas nitrogen sebesar ± 400 ml/menit. Selanjutnya, katalis dioksidasi pada suhu 400°C menggunakan gas oksigen sebesar ± 400 ml/menit selama 2 jam dan reduksi pada suhu 400°C menggunakan gas hidrogen sebesar ± 400 ml/menit selama 2 jam.

2.Sintesa Bio-Oil

Tahap Persiapan Biomassa

Biomassa berupa kulit kayu pinus dipotong kecil-kecil lalu dijemur, kemudian dihaluskan menggunakan *crusher*. Biomassa tersebut kemudian diayak untuk memperoleh ukuran yang lolos ayakan -60 + 80 mesh.

Sintesis Bio-Oil

Kulit kayu pinus sebanyak 50 gram beserta 500 ml silinap dan katalis NiMo/NZA 1,5 gram (untuk variasi logam pengemban NiMo terhadap NZA dengan jumlah katalis yaitu 3% dari dimasukkan kedalam reaktor pirolisis.

Proses pirolisis dilakukan pada suhu 320°C dengan mengalirkan gas nitrogen dengan laju alir 80 ml/menit. Diaduk pada

kecepatan pengadukan 300 rpm selama 2 jam. Proses pirolisis akan menghasilkan produk cair (*bio-oil*) akibat proses kondensasi. Diulangi untuk variasi katalis NiMo/NZA 1%; 2% dan 3% b/b.

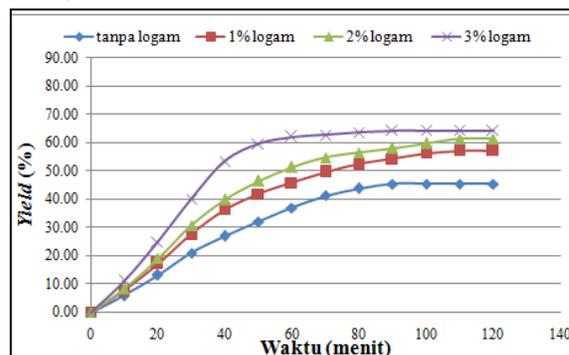
3. Karakterisasi Bio-Oil

Produk berupa *bio-oil* selanjutnya dikarakterisasi dengan melakukan analisa fisika dan kimia. Analisa fisika yang dilakukan terdiri dari: penentuan densitas, viskositas, angka keasaman dan titik nyala.Sedangkan analisa kimia dilakukan dengan GC-MS.

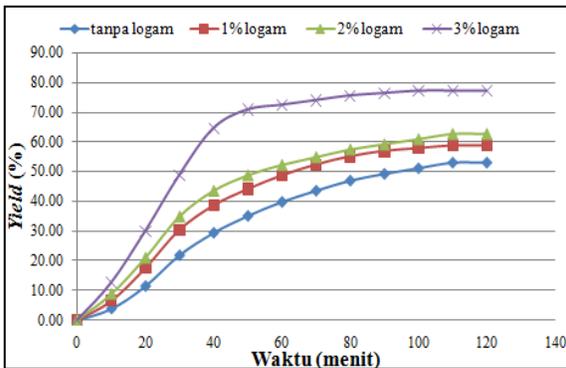
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Variasi Kadar Logam NiMo Pada Katalis NiMo/NZA Terhadap Yield Bio-Oil yang Diperoleh.

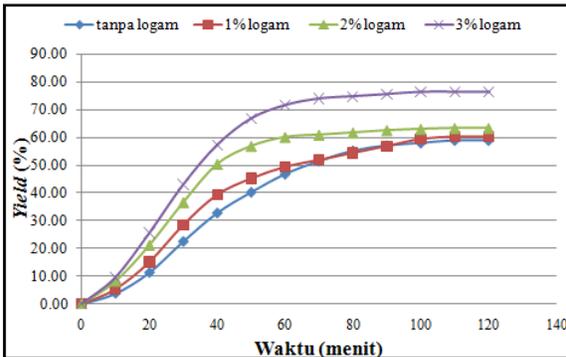
Untuk menentukan pengaruh kadar logam NiMo yang diembankan pada NZA terhadap *yield bio-oil* yang diperoleh digunakan variasi kadar logam sebanyak 0% (tanpa logam); 1% ; 2% dan 3% b/b dengan jumlah katalis sebanyak 3% ; 6% dan 9% terhadap biomassa. Pengaruh variasi kadar logam katalis NiMo/NZA terhadap *yield bio-oil* yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3.



Gambar 1. Pengaruh Variasi Kadar Logam NiMo pada Katalis NiMo/NZA terhadap Yield Bio-Oil yang dihasilkan pada Jumlah Katalis sebanyak 3% terhadap Biomassa.



Gambar 2. Pengaruh Variasi Kadar Logam NiMo pada Katalis NiMo/NZA terhadap Yield Bio-Oil yang dihasilkan pada Jumlah Katalis sebanyak 6% terhadap Biomassa.

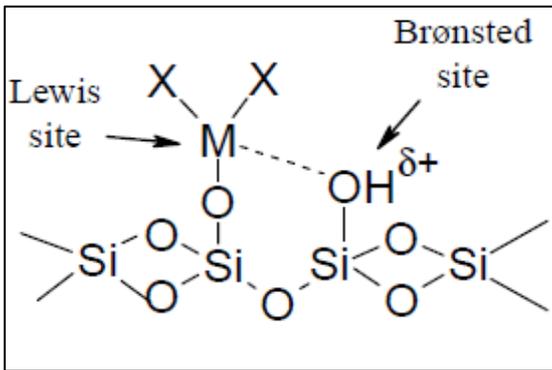


Gambar 3. Pengaruh Variasi Kadar Logam NiMo pada Katalis NiMo/NZA terhadap Yield Bio-Oil yang dihasilkan pada Jumlah Katalis sebanyak 9% terhadap Biomassa.

Dari Gambar 2, 3 dan 4 dapat dilihat bahwa pengembanan logam NiMo mempengaruhi perolehan *yield* yang didapat pada proses pirolisis. Hal ini dapat dilihat dari *yield bio-oil* yang diperoleh. *Yield bio-oil* tanpa pengembanan logam (0% NiMo/NZA) sampai 3% NiMo/NZA pada tiap jumlah katalis terjadi peningkatan. Berdasarkan Gambar 1 *yield bio-oil* yang diperoleh pada masing-masing variasi kadar logam NiMo/NZA dengan kulit kayu pinus berturut-turut adalah tanpa logam (45,46%); 1% (57,17%); 2% (61,37%);

3% (64,33%). *Yield bio-oil* tertinggi yaitu 64,33%, dihasilkan pada variasi kadar logam NiMo/NZA sebesar 3% sedangkan *yield bio-oil* terendah didapat pada pengembanan 0% logam yaitu 45,46%. Sedangkan berdasarkan Gambar 2 *yield bio-oil* yang diperoleh pada masing-masing variasi kadar logam NiMo/NZA berturut-turut adalah tanpa logam (52,93%); 1% (58,71%); 2% (62,77%); 3% (77,23%). *Yield bio-oil* tertinggi yaitu 77,23%, dihasilkan pada variasi kadar logam NiMo/NZA sebesar 3% sedangkan *yield bio-oil* terendah didapat pada pengembanan 0% logam yaitu 52,93%. Dan berdasarkan Gambar 3 *yield bio-oil* yang diperoleh pada masing-masing variasi kadar logam NiMo/NZA berturut-turut adalah tanpa logam (59,00%); 1% (60,33%); 2% (63,45%); 3% (76,50%). *Yield bio-oil* tertinggi yaitu 76,50%, dihasilkan pada variasi kadar logam NiMo/NZA sebesar 3% sedangkan *yield bio-oil* terendah didapat pada tanpa pengembanan logam yaitu 59,00%.

Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan katalis berpengembanan logam meningkatkan *yield bio-oil* yang dihasilkan dibandingkan tanpa menggunakan logam pengembanan. Aktivitas katalis serta kandungan logam Ni dan Mo yang diembankan mempunyai peranan dalam meningkatkan selektivitas katalis, logam Ni dan Mo dapat memfasilitasi terjadinya reaksi [Indra, 2001]. Keberadaan logam Ni dan Mo akan meningkatkan keasaman katalis. Keasaman katalis akan meningkatkan aktivitas katalis karena semakin banyak situs asam Lewis (menerima pasangan elektron) di dalam bangun katalis [Siswodiharjo, 2006].



Gambar 4. Situs asam Lewis dan Bronstead pada zeolit berpengemban logam [Wilson dan Clark, 2000]

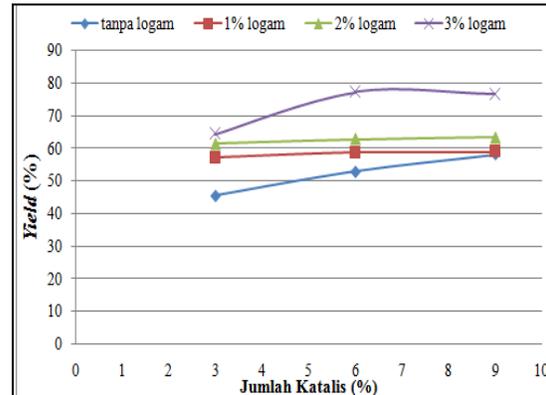
Zeolit alam sebagai pengemban juga memiliki sisi aktif berupa situs asam Brownstead, yang berperan besar dalam proses katalitik. Namun, keberadaan logam-logam transisi seperti nikel (Ni) dan molibdenum (Mo) yang terdistribusi secara merata pada zeolit akan semakin meningkatkan daya katalitiknya. Hal ini dikarenakan oleh keberadaan situs asam Lewis yang disumbangkan oleh logam-logam transisi tersebut. Dari Gambar 4 terlihat bahwa logam-logam yang disimbolkan dengan 'M', memberikan situs asam Lewis kepada zeolit alam.

Hal ini menunjukkan bahwa pengembanan logam Ni dan Mo ke dalam zeolit alam dengan kadar tertentu sangat berguna dalam meningkatkan *yield bio-oil*. Karena, situs-situs aktif pada katalis tersebut berperan sebagai fasilitator di dalam reaksi pirolisis. Sehingga, semakin banyak situs aktif yang dimiliki oleh suatu katalis, maka *yield bio-oil* yang dihasilkan juga akan semakin besar [Lestari, 2010].

3.2 Pengaruh Berat Katalis NiMo/NZA terhadap *Yield Bio-Oil*

Untuk mengetahui pengaruh dari persentase berat katalis NiMo/NZA terhadap biomassa pada *yield bio-oil*,

telah dilakukan proses pirolisis dengan variasi berat katalis sebesar 3%, 6% dan 9% b/b terhadap biomassa. Pengaruh variasi berat katalis NiMo/NZA terhadap *yield bio-oil* yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Pengaruh Variasi Berat Katalis NiMo/NZA sebesar 3%, 6% dan 9% terhadap Biomassa pada *Yield Bio-Oil* pada Pirolisis Kulit Kayu Pinus.

Dari Gambar 5 terlihat bahwa *yield bio-oil* optimum diperoleh pada penggunaan katalis 3% NiMo/NZA dengan jumlah katalis 6% terhadap biomassa, yakni sebesar 77,23%. Sedangkan *yield bio-oil* terendah diperoleh pada penggunaan katalis tanpa pengembanan logam NiMo/NZA dengan jumlah katalis 3% terhadap biomassa, yakni sebesar 45,46%. Menurut Lestari [2010], bahwa dengan bertambahnya persentase berat katalis terhadap biomassa dengan ukuran partikel yang serupa (dalam hal ini-100+200 mesh), jumlah pori pada katalis semakin meningkat dan luas permukaannya juga semakin besar, sehingga situs-situs aktif pada katalis yang dapat dimanfaatkan selama proses perengkahan semakin banyak dan *yield* yang dihasilkan semakin besar.

Namun pada penggunaan katalis 3% NiMo/NZA dengan jumlah katalis 9% terhadap biomassa terjadi penurunan *yield bio-oil*. Hal ini diperkirakan terjadi karena semakin banyaknya produk gas yang tidak terkondensasi terbentuk yang terdiri dari H₂, CO₂, CO, CH₄, sedikit C₂H₄ dan C₂H₆. Namun, secara keseluruhan diperkirakan bahwa semakin besar penggunaan katalis akan mempercepat reaksi dan *yield* produk yang dihasilkan semakin besar juga.

3.2 Analisa Fisika *Bio-Oil*

Hasil uji karakteristik sifat fisika *bio-oil* dari kulit kayu pinus dengan variasi kadar logam 0%; 1%; 2%; 3% b/b NiMo/NZA dan jumlah katalis 3% ; 6% dan 9% terhadap biomassa dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Karakteristik Bio-Oil dari Kulit Kayu Pinus

Variasi Jumlah Katalis	Variasi Logam NiMo	Densitas (gr/ml)	Viskositas (cSt)	Angka Keasaman (mg NaOH/gr sampel)	Titik Nyala (°C)	Yield (%)
3 %	Tanpa logam	0,8419	9,255	25,912	56	45,46
	1 %	0,9529	9,103	11,023	50	57,17
	2 %	0,8293	9,408	9,743	48	61,37
	3 %	0,7846	8,492	10,298	50	64,34
6 %	Tanpa logam	0,9451	9,916	25,648	44	52,93
	1 %	0,9173	10,527	12,331	52	58,71
	2 %	0,8718	8,899	12,975	50	62,77
	3 %	0,7881	9,865	5,126	52	77,23
9 %	Tanpa logam	0,9365	10,374	13,804	46	59,00
	1 %	0,8379	10,018	20,250	50	60,33
	2 %	0,8134	9,459	13,907	54	63,45
	3 %	0,7969	11,239	11,153	54	76,50

Dari Tabel 1 terlihat bahwa uji karakteristik *bio-oil* yang terdiri dari densitas, viskositas, angka keasaman dan titik nyala yang merupakan parameter yang menjadi standar mutu *bio-oil* secara umum. Nilai densitas terendah terletak pada penggunaan katalis 3% NiMo/NZA dengan jumlah katalis 3% terhadap

biomassa sebesar 0,7846 gr/ml, sedangkan nilai densitas tertinggi terletak pada penggunaan katalis 1% NiMo/NZA dengan jumlah katalis 3% terhadap biomassa sebesar 0,9529 gr/ml. Nilai viskositas terendah terletak pada penggunaan katalis 3% NiMo/NZA dengan jumlah katalis 3% terhadap biomassa sebesar 8,492 cSt, sedangkan nilai viskositas tertinggi terletak pada penggunaan katalis 3% NiMo/NZA dengan jumlah katalis 9% terhadap biomassa sebesar 11,239 cSt.

Disini dapat dilihat bahwa angka keasaman terendah terletak pada penggunaan katalis 3% NiMo/NZA dengan jumlah katalis 6% terhadap biomassa 5,126mg NaOH/gr sampel, sedangkan angka keasaman tertinggi terletak pada katalis 0% NiMo/NZA dengan jumlah katalis 3% terhadap biomassa yakni 25,912 mg NaOH/gr sampel.

Titik nyala terendah terletak pada penggunaan katalis tanpa pengembunan logam NiMo/NZA dengan jumlah katalis 6% terhadap katalis yakni 44 °C, sedangkan titik nyala tertinggi terletak pada penggunaan katalis tanpa pengembunan logam NiMo/NZA dengan jumlah katalis 3% terhadap biomassa yakni 56°C.

Perbandingan hasil karakterisasi fisika *bio-oil* dari kulit kayu pinus menggunakan katalis 3% NiMo/NZA dengan jumlah katalis 6% terhadap biomassa dengan karakteristik fisika *bio-oil conventional* dan *diesel-oil* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.Perbandingan Karakteristik Fisika antara *Bio-Oil* dari Kulit Kayu Pinus dengan *Bio-Oil Conventional* dan *Diesel-Oil*

Karakteristik	<i>Bio-Oil</i> dari Kulit Kayu Pinus	<i>Conventional Bio-Oil*</i>	<i>Diesel-Oil**</i>
	Densitas (gr/ml)	0,7881	0,9-1,2
Viskositas (cSt)	9,865	8,13-150	1,3-24,0
Angka Keasaman (mg NaOH/gr sample)	5,126	102,9	42,6-45,6***
Titik Nyala ($^{\circ}$ C)	52	48-55	38-55

Sumber :

* : Khor [2009]

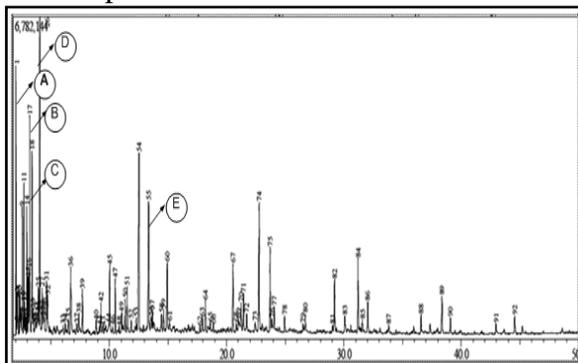
** : IARC monographs volume 45 [1989]

*** :Boundy dkk [2011]

Dari Tabel 2 terlihat bahwa nilai densitas *bio-oil* sebesar 0,7881 gr/ml lebih kecil dibandingkan nilai densitas *bio-oil* konvensional dan *diesel-oil*. Sedangkan viskositas dan titik nyala *bio-oil* kulit kayu pinus sudah berada dalam rentang nilai viskositas dan titik nyala *bio-oil* konvensional dan *diesel-oil*.

3.3 Analisa Kimia *Bio-Oil*

Hasil kromatogram dari *bio-oil* dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Hasil Kromatogram *Bio-Oil* menggunakan 3% NiMo/NZA dengan Jumlah Katalis 6% terhadap Biomassa.

Hasil analisa komponen dilakukan terhadap sampel *bio-oil* yang memiliki *yield* tertinggi yaitu sebesar 77,23% pada pengembangan logam 3% NiMo/NZA pada jumlah katalis 6% terhadap biomassa. Komposisi lima senyawa paling dominan yang terdapat dalam *bio-oil* tersebut adalah 2-Pentene 21,87%, Pentane 13,71%, 2-Hexene 8,98%, 1-Propene 7,08%, 1-Pentene 5,03%.

Senyawa tersebut merupakan golongan-golongan hidrokarbon jenis pentane (alkana) dan pentene (alkena) yang terdapat pada *bio-oil* dari kulit kayu pinus. Dimana, golongan-golongan tersebut merupakan golongan utama penyusun minyak bumi.

4. Kesimpulan

1. Kulit kayu pinus dapat dikonversi menjadi *bio-oil* menggunakan katalis NiMo/NZA.
2. Pengembangan logam kedalam zeolit alam dapat meningkatkan aktifitas katalitiknya, sehingga *yield bio-oil* yang dihasilkan juga semakin besar.
3. Pengembangan logam kedalam zeolit alam dapat meningkatkan aktifitas katalitiknya, sehingga *yield bio-oil* yang dihasilkan juga semakin besar.
4. Semakin tinggi persentase berat katalis NiMo/NZA terhadap biomassa, maka semakin besar *yield bio-oil* yang dihasilkan.
5. Lima (5) senyawa dominan hasil analisa kimia dengan GC-MS terhadap *bio-oil* dari kulit kayu pinus dengan menggunakan katalis 3% NiMo/NZA dengan jumlah katalis 6% terhadap biomassa adalah 2-Pentene 21,87%, Pentane 13,71%, 2-Hexene 8,98%, 1-Propene 7,08%, 1-Pentene 5,03%.

Daftar Pustaka

- Anugra, R.D. 2011. Efek kandungan logam Ni/NZA pada proses pencairan langsung biomassa menjadi bio-oil. Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Boundy, B., S.W. Diegel, L. Wright, dan S.C. Davis. 2011. Biomass energy Data Book (Edition 4). Amerika Serikat: U.S. Department of Energy.
- BPH Migas. 2012. Pembatasan konsumsi BBM bersubsidi, Media Informasi dan Komunikasi Industri Hilir Migas, Jakarta.
- IARC Monograph (Volume 45). 1989. Occupational Exposures in Petroleum Refining; Crude Oil and Major Petroleum Fuels. Prancis: IARC intern. tech. Rep.
- Indra, YS, 2010, Pembuatan dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/NZA untuk Proses *Catalytic* Cracking Tandan Kosong Sawit Menjadi Bahan Bakar Cair, *Skripsi*, Universitas Riau.
- Khor, K.H., K.H. Lim dan Z.A. Zainal, 2009, Characteristic of Bio-Oil : A By-Product from Slow Pyrolysis of Oil Palm Empty Fruit Bunches, University Sains Malaysia.
- Lestari, D.Y. 2010. Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolite Alam dari Berbagai Negara. *Prosiding seminar nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2010.30 Oktober*. Universitas Negeri Yogyakarta: 1-7.
- Nugrahaningtyas, K.D., D.M. Widjonarko, W. Trisunaryanto, dan Triyono. 2008. Preparasi Dan Karakterisasi Katalis Bimetal Nimo/Zeolit Alam:1. Jurusan Kimia FMIPA, UNS. Surakarta.
- Siswodiharjo.2006. Reaksi hidorengkah katalis Ni/ zeolit, Mo/zeolit, NiMo/zeolit terhadap parafin. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret.
- 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*, Vol: 4, p: 160-162.
- Wilson, K, dan J.H.Clark. 2000. Solid acids and their use as enviromentallyfriendly catalysts in organic synthesys. *Jurnal Pure Appl. Chem*(72): 1313-131.