Pirolisis Kulit Kayu Pinus (*Merkusii*) menjadi Bio-Oil Dengan Katalis Mo/NZA

Yuliati Eka Putri[1)], Syaiful Bahri[2)], Edy Saputra[2)]
[1)]Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, [2)]Dosen Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Yuliatieka.putri @yahoo.com

ABSTRACT

Global issues becoming a serious discussion in the depletion of oil reserves and coal. Dependence at fuel on nonrenewable energy sources should be avoided, sooner or later energy sources will run out. We have to look for other sources of energy that can be updated to cope of with these problems. One of the alternative energy that can be developed bio-oil. Bio-oil is produced with the use of biomass by pyrolysis process. The purpose of this research is to determine the effect of Mo metal on the catalyst Mo / NZA as well as influence of the catalyst on the bio-oil produced. Physical properties such as density, viscosity, acidity and a flash point of bio-oil were measured. And the chemical components of the bio-oil measured by GC-MS method. Pyrolysis using pine bark as much as 50 grams along with 500 ml silinap with variations Mo metal to NZA 0%; 0,5%; 1% and 1,5% w / w and the weight variation of the catalyst Mo/NZA 3%, 6% and 9% of the biomass. The process having stirring speed of 300 rpm and temperature of 320ºC for 120 min. The Highest yield of bio-oil obtained of 1,5% catalyst Mo/NZA with 9% of the amount of catalyst was 67,16%. From physical analysis conducted on bio-oil were obtained: density 0,781 g/ml, viscosity 2,094 cSt, acidity 20,906 mg NaOH/g sample, and the flash point 52 ºC respectively. From the GC-MS analysis, the dominant chemical components at bio-oil is a 1-Propene (12,19%), 2-Pentene (8,2%), Pentane (10,54%), Cyclohexane (13,78%) and Heptane (3,52%) respectively.

Keywords : *Bio-oil, Mo/NZA, Pine bark, Pyrolysis*

1. Pendahuluan

Isu global yang sedang menjadi pembahasan serius adalah menipisnya cadangan minyak bumi dan batu bara. Ketergantungan terhadap bahan bakar bersumber energi tak terbarukan harus dihindari karena cepat atau lambat sumber energi tersebut akan habis [Ningrum, 2011]. Sebagai gambaran, produksi minyak bumi Indonesia kini sekitar satu juta barel per hari, sedangkan kebutuhannya mencapai 1,3 juta barel sehingga kekurangan 300.000 barel harus dipenuhi dengan mengimpor [Pramudono, 2007]. Dengan kata lain, kita harus mencari sumber energi yang lain yang dapat diperbarui untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Salah satu energi alternatif yang dapat dikembangkan yaitu *bio-oil*. *Bio-oil* dapat diolah menjadi bahan bakar minyak seperti solar dan lainnya. Kulit pinus merupakan salah satu biomassa yang dapat digunakan sebagai energi alternatif untuk menghasilkan *bio-oil*.

Selama ini yang dimanfaatkan dari pohon pinus adalah getahnya, dan orang beranggapan bahwa getah pinus itulah yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi di bagian pohon lainnya. Selain itu bisa juga dimanfaatkan 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 pinus bisa dijadikan sebagai sumber bahan bakar yang belum termanfaatkan dengan baik. Karena kulit pinus mempunyai potensi sumber energi, maka pada penelitian ini akan digunakan kulit pinus sebagai biomassa untuk memproduksi *bio-oil* [Asril, 2012].

Salah satu teknologi proses yang digunakan dalam pembuatan *bio-oil* yaitu pirolisis. Pirolisis merupakan salah satu teknologi alternatif yang dikembangkan pada beberapa bidang dalam kimia. Pirolisis adalah dekomposisi bahan organik secara termokimia pada temperatur tinggi tanpa menggunakan oksigen dengan mengalirkan nitrogen sebagai gas inert. Uap organik kemudian dikondensasikan menjadi cairan. Cairan hasil pirolisis dikenal sebagai *bio-oil.* Proses pirolisis bahan organik berlangsung beberapa tahap yaitu pemanasan sampai dengan suhu 170 ºC terjadi kehilangan air dan pengeringan, dekomposisi hemiselulosa pada suhu 200-260 ºC, dilanjutkan dengan dekomposisi selulosa pada suhu 260-300 ºC dan dekomposisi lignin pada suhu di atas 300 ºC.

Dan untuk mendapatkan hasil yang baik dalam peningkatan kualitas *boi-oil* digunakan zeolit sebagai katalis dalam proses pirolisis. Penempelan logam pada zeolit bertujuan untuk memperluas atau memperbanyak permukaan aktif (situs aktif). Teknik yang biasa digunakan adalah impregnasi.

Dalam penelitian ini digunakan Mo sebagai logam dalam pengemban NZA. Berdasarkan penelitian Trisunaryanti dkk, [2005], pengembanan Mo ke dalam zeolit dapat meningkatkan pusat asam dan tidak merusak kristalinitas zeolit.

Pada penelitian ini, dilakukan pirolisis kulit pinus menjadi *bio-oil* menggunakan proses pirolisis dengan katalis Mo/NZA, kadar logam yang diembankan yaitu 0; 0,5; 1; dan 1,5% b/b dan dengan jumlah variasi katalis sebesar 3%, 6%, dan 9% terhadap biomassa. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah memanfaatkan potensi kulit kayu pinus untuk dijadikan *bio-oil* sebagai bahan bakar alternatif. Mengetahui pengaruh logam Mo pada katalis Mo/NZA dan pengaruh katalis Mo/NZA terhadap biomassa pada *yield bio-oil* serta karakteristik fisika dan kimia *bio-oil* yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

Pembuatan katalis Mo/NZA

Proses pembuatan katalis Mo/NZA dimulai dengan memperkecil ukuran zeolit yang kemudian diayak dengan ayakan -100+200 *mesh* dengan ketentuan ukuran partikel yang diambil merupakan partikel-partikel yang lolos pada pengayak 100 *mesh* dan tertahan pada pengayak 200 *mesh*.

Selanjutnya dilakukan proses dealuminasi zeolit. Sebanyak 200 gram zeolit direfluks dalam 1500 ml HCl 6 N selama 30 menit pada suhu 50 ºC sambil diaduk dengan motor pengaduk pada reaktor alas datar bervolume 2 liter, kemudian disaring dan dicuci berulang kali sampai tidak ada ion Cl^- yang terdeteksi oleh larutan $AgNO_3$, *cake* dikeringkan pada suhu 110 ºC selama 3 jam dalam oven. Sampel tersebut kemudian direfluks kembali dalam 1000 ml larutan NH_4Cl 1 N pada temperatur 90 ºC, selama 3 jam perhari yang dilakukan sampai satu minggu. Sampel lalu disaring, dicuci dan dikeringkan dengan oven selama 24 jam. Pada tahap ini didapat sampel yang dinamai dengan sampel NZA.

Tahap selanjutnya, dilakukan pengembanan (impregnasi) logam Mo sesuai variasi yang ditentukan (0; 0,5; 1; 1,5% terhadap NZA) dengan cara sampel NZA dilarutkan dalam 100 ml

$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$ lalu dipanaskan menggunakan alat pemanas (*hot plate*) dan diaduk dengan magnetik stirrer sampai membentuk *cake*. Selesai di refluks, *cake* kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110^oC sampai kering, sehingga didapat sampel Mo/NZA.

Katalis Mo/NZA lalu diaktivasi, dimana 50 gram Mo/NZA dengan persentase logam Mo (0; 0,5; 1; 1,5%) dimasukkan ke dalam *tube* yang sebelumnya telah diisi dengan *porcelain bed* sebagai *heat carrier* dan diantara *porcelain bed* dengan unggun katalis diselipkan *glass woll* sebagai penyeimbang unggun katalis. *Tube* dipasang pada *tube furnace* secara vertikal, dikalsinasi pada suhu 500 ^oC selama 6 jam sambil dialirkan gas nitrogen sebesar ± 400 ml/menit. Dilanjutkan dengan oksidasi pada suhu 400 ^oC menggunakan gas oksigen sebesar ± 400 ml/menit selama 2 jam dan reduksi pada suhu 400 ^oC menggunakan gas hidrogen sebesar ± 400 ml/menit selama 2 jam.

Proses Pembuatan *Bio-oil*

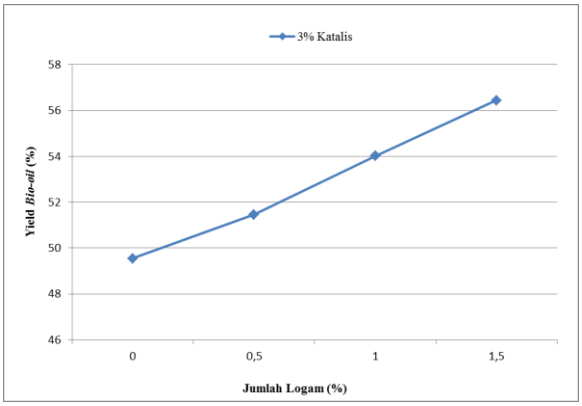
Biomassa berupa kulit pinus dipotong kecil-kecil, lalu dijemur sampai kering di bawah terik matahari setelah itu dihaluskan menggunakan *blender*. Kulit pinus tersebut kemudian diayak *(screening*) untuk memperoleh ukuran yang lolos ayakan -60+80 mesh. Untuk tahapan sintesis *bio-oil* dengan proses pirolisis menggunakan biomassa kulit pinus dan katalis Mo/NZA. Biomassa berupa kulit pinus yang telah dihaluskan sebanyak 50 gram beserta 500 ml *thermo-oil* (silinap) dan katalis Mo/NZA dengan persentase variasi (3%, 6% dan 9%) terhadap biomassa dimasukkan ke dalam reaktor pirolisis. Proses pirolisis dilakukan pada suhu 320 ^oC dengan mengalirkan gas nitrogen. Diaduk dengan kecepatan pengadukan 300 rpm selama 2 jam. Kemudian terbentuk gas, gas yang terbentuk ini akan di kondensasi menggunakan kondensor sehingga dihasilkan *bio-oil*.

Produk berupa *bio-oil* selanjutnya dikarakterisasi dengan melakukan analisa fisika (densitas, viskositas dan titik nyala) dan analisa kimia (angka asam dan GC-MS).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Variasi Penggunaan Logam Mo pada NZA Terhadap *Yield Bio-oil* yang Diperoleh.

Untuk mengetahui pengaruh dari variasi penggunaan logam Mo pada NZA terhadap perolehan *yield bio-oil*, telah dilakukan proses pirolisis dengan salah satu variasi katalis terhadap berat biomassa kulit kayu pinus sebesar 3% b/b. Pengaruh variasi penggunaan logam Mo pada NZA di 3% katalis terhadap biomassa pada *yield bio-oil* yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 3.1 Pengaruh Variasi Katalis Mo/NZA terhadap *Yield Bio-oil* yang Dihasilkan

Dari Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa variasi penggunaan logam Mo pada NZA di 3% katalis terhadap biomassa mempengaruhi *yield bio-oil* yang diperoleh. Adapun perolehan *yield bio-oil* yang dihasilkan pada penelitian ini adalah pada katalis 3% terhadap biomassa yaitu pada jumlah 0% logam sebesar 49,55%; pada 0,5 jumlah logam 51,46%; pada 1% jumlah logam 54,01% dan pada 1,5% jumlah logam 56,44%.

Dari Gambar 3.1 juga dapat dilihat bahwa penambahan jumlah logam pengemban pada katalis Mo/NZA pada proses pirolisis dapat meningkatkan kualitas katalis sehingga meningkatkan *yield bio-oil* [Trisunaryanti, dkk., 2005].

3.2 Hasil Karakterisasi *Bio-oil*

Untuk hasil analisa fisika berdasarkan *yield bio-oil* optimum yaitu pada penggunaan katalis Mo/NZA 9% terhadap kulit kayu pinus dan penggunaan pengembanan logam Mo 1,5% diperoleh densitas 0,781 gr/ml, viskositas 2,094 cSt, angka keasaman 20,906 mg NaOH/gr sampel dan titik nyala 52^0C. Data hasil perbandingan karakterisasi *bio-oil* dari kulit kayu pinus dengan penelitian-penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Perbandingan Spesifikasi *Bio-oil* dengan Spesifikasi *Bio-oil* Peneliti Terdahulu

Peneliti	Uji Sifat Fisika			
	Densitas (gr/ml)	Viskositas (cSt)	Angka keasaman (mg NaOH/gr sampel)	Titik nyala (°C)
Yuli, 2014	**0,781**	**2,094**	**20,906**	**52**
Hassan, 2009	-	137,9	18,1	-
Asril, 2012	0,919	8,023	17,78	50
Hutabarat	0,918	3,091	55,14	61

Dari Tabel 3.1 menunjukkan bahwa spesifikasi *bio-oil* dari kulit kayu pinus yang diperoleh, dimana menggunakan katalis Mo/NZA ternyata didapat viskositas rendah dibandingkan dengan viskositas dari *bio-oil* konvensional. Hal ini berarti *bio-oil* dari kulit kayu pinus lebih mudah dalam hal penyimpanan dan pendistribusiannya serta lebih memiliki sedikit asap pada gas buangnya. Selain itu, juga terlihat bahwa viskositas *bio-oil* yang dihasilkan berada pada rentang viskositas *diesel oil.* Dan untuk perolehan massa jenis dan titik nyala juga berada pada rentang *diesel oil*. Namun, pada perolehan angka keasaman jauh berbeda, hal ini disebabkan oleh biomassa yang digunakan yaitu kulit kayu pinus memiliki nilai-nilai asam relatif yang rendah.

Untuk analisa karakteristik sifat fisika *bio-oil* (Densitas, Viskositas, Angka keasaman, titik nyala dan nilai kalor tidak jauh berbeda dengan yang dihasilkan oleh peneliti sebelumnya, namun untuk viskositas dan angka keasaman yang diperoleh pada penelitian ini memiliki perbedaan dengan beberapa peneliti sebelumnya.

3.3 Analisa Kimia *Bio-oil*

Dilakukan analisa kimia *bio-oil* berupa kromatografi gas-spektroskopi massa (GC-MS) dari pengembanan logam Mo 1,5% dari NZA dan variasi berat katalis Mo/NZA 9% terhadap biomassa (sebagai variasi dengan *yield bio-oil* optimum) untuk mengetahui senyawa-senyawa yang terkandung di dalam *bio-oil*.

Dari hasil kromatografi GC-MS, terdapat sebanyak 83 puncak jumlah senyawa pada *bio-oil*. Lima senyawa puncak tertinggi adalah adalah 1-propene dengan luas area 12,19%; 2-pentene 8,2%; pentane 10,54%, cyclohexane 13,78% dan heptane 3,52%.

Lima puncak tertinggi ini merupakan komponen-komponen dalam *bio-oil* yang sebagian besar merupakan hasil dekomposisi dari selulosa dan hemiselulosa. Dapat dilihat bahwa *bio-oil* yang dihasilkan mengandung komponen-komponen yang diperlukan untuk menjadi *bio-oil*, seperti yang telah dijelaskan oleh Goyal [2006], dimana komponen organik yang dominan terdapat di dalam alkena yang merupakan karakteristik dari *bio-oil* dan termasuk juga kedalam golongan jenis hidrokarbon.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa, kulit kayu pinus dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk sintesis menjadi *bio-oil* melalui proses pirolisis.

Pengembanan logam Mo pada NZA terbukti mempengaruhi *yield bio-oil* yang diperoleh dan dapat meningkatkan aktivitas katalis. Semakin besar persentase pengembanan logam terhadap NZA, maka semakin besar *yield bio-oil* yang dihasilkan. Adapun hasil *yield bio-oil* terbesar yang diperoleh pada penelitian ini yaitu pada pengembanan logam 1,5% pada katalis Mo/NZA dan penggunaan katalis 9% terhadap biomassa sebesar 67,16%.

Hasil uji karakteristik sifat fisika *bio-oil* dengan *yield* tertinggi yaitu menggunakan variasi katalis Mo/NZA 9% terhadap biomassa dan pengembanan logam 1,5% terhadap NZA diperoleh densitas 0,781 gr/ml, viskositas 2,094 cSt, angka keasaman 20,906 mg NaOH/gr sampel, dan titik nyala 52^0C.

Serta senyawa kimia paling dominan beserta luas areanya, yaitu: adalah 1-propene dengan luas area 12,19%; 2-pentene 8,2%; pentane 10,54%, cyclohexane 13,78% dan heptane 3,52%.

5. Daftar Pustaka

Asril, D. 2012. Konversi Kulit Pinus menjadi Bio-oil dengan Metode Pirolisis menggunakan Katalis CoMo/NZA. Skripsi Sarjana, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau.

Goyal, H.B., D. Seal, and R.C. Saxena, 2006, Bio-Fuels from Thermo chemical Conversion Of Renewable Resources: A Review, India Institute of petroleum, India.

Lestari, D.Y. 2010. *Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolite Alam dari Berbagai Negara.Prosiding seminar nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2010.*30 Oktober.*UniversitasNegeri Yogyakarta:* 1-7.

Ningrum A.O. 2011. Proses Pembuatan Bio-oil dari Limbah Kelapa Sawit (Tandan, Cangkang, dan Serat) untuk Bahan Bakar Alternatif dengan Metode Fast Pirolysis. Skripsi Sarjana, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

Pramudono, B. "Jurnal CSICI, No. 102009. Petro Strategy Menuju Visi Indonesia2030".Http://dirgopurbo.blogspot.com/, diakses pada 20 Maret 2014, Pkl 14.00 WIB.

Trisunaryanti, W., Triwahyuni, E., dan Sudiono. S. (2005). Preparasi, modifikasi dan karakterisasi katalis Ni-Mo/Zeolit alam dan Mo-Ni/Zeolit alam. *Jurnal TEKNOIN*, No. 4, Vol. 10.