

Studi Konversi Pelepah Nipah menjadi *Bio-Oil* dengan Katalis *Natural Zeolite deAluminated* (NZA) pada Proses *Pyrolysis*

Adrian Fitra, Syaiful Bahri, Sunarno

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Panam Pekanbaru

adrian_fitra@rocketmail.com

Abstrak

Bio-oil diproduksi dengan proses *pyrolysis* menggunakan biomassa dengan pemanasan, tanpa adanya kandungan oksigen. Penelitian ini mempelajari pengaruh variasi katalis terhadap yield bio-oil yang dihasilkan, mengetahui nilai densitas, viskositas, angka keasaman dan titik nyala dari bio-oil serta mengetahui komponen kimia pada bio-oil dengan metode GC-MS. *Pyrolysis* dilakukan dengan pelepah nipah sebanyak 50 gram beserta 500 ml silinap dengan variasi katalis NZA 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4% b/b biomassa dengan kecepatan pengadukan 300 rpm dan suhu 320°C selama 120 menit. Yield yang terbesar diperoleh pada variasi katalis NZA 3% sebesar 43,4%. Sifat bio-oil yang diperoleh: densitas 1,048 gr/ml, viskositas 8,258 cSt, angka keasaman 87,52 gr NaOH/gr sampel, serta titik nyala 58 °C. Dan analisa GC-MS, komponen kimia yang dominan pada bio-oil adalah acetic acid (40,90%); methanol (9,60%); methyl ester (2,30%); phenol (32,88%); 2-furancarboxaldehyde (8,98%) .

Kata kunci : Bio-oil; *Pyrolysis*; NZA; Nipah

1 Pendahuluan

Pertambahan jumlah penduduk yang disertai dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat berdampak pada semakin meningkatnya kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri. Hal ini tentu saja menyebabkan kebutuhan akan energi yang berasal dari fosil juga semakin meningkat. Dari data Kementerian ESDM tahun 2010, energi fosil di Indonesia tidak akan lama. Untuk minyak bumi diperkirakan akan bertahan sekitar 24 tahun lagi. Untuk mengatasi berkurangnya bahan bakar fosil di Indonesia maka sudah saatnya melakukan pengembangan sumber bahan bakar alternatif terbarukan.

Seiring kebutuhan energi yang terus meningkat, limbah-limbah biomassa berpotensi digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Salah satu biomasa adalah pelepah nipah yang memiliki kandungan holoselulosa sebesar 70,58%. Biomasa ini dapat dipirolysis menjadi *bio-oil*. Dari proses pirolisis konvensional yang selama ini digunakan, memiliki beberapa kelemahan yaitu dari konsumsi energi yang tinggi dan yield produk yang relatif rendah. Pada penelitian akan dilakukan pirolisis dengan menggunakan katalis *Natural Zeolite deAluminated* (NZA) didalam reaktor slurry, dimana dengan proses tersebut diharapkan akan memiliki keunggulan dari segi konsumsi energi dan *yield* produk yang relatif tinggi. Tujuan penelitian adalah mensintesis *bio-oil* dari pelepah nipah pada reaktor slurry dengan variabel perbandingan berat katalis NZA/Pelepah nipah (0, 1, 2, 3, 4%). Produk dari *bio-oil* yang dihasilkan dari

proses pirolisis katalitik yang optimal dilakukan karakterisasi.

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik, baik berupa produk maupun buangan yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar atau untuk produksi industri [Quebec, 2004]. Sumber energi biomassa mempunyai beberapa kelebihan antara lain merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*).

Salah satu biomasa adalah pelepah nipah. Kandungan utama pelepah nipah adalah holoselulosa, dan lignin. Kandungan holoselulosa dalam pelepah nipah sebesar 70,58% sedangkan kandungan lignin sebesar 7,63% [Balai Besar Selulosa Bandung, 2011]. Pelepah nipah dapat dikonversikan menjadi *bio-oil* melalui pirolisis.

Pyrolysis berasal dari kata *Pyro* (Fire/Api) dan *Lyo* (Loosening/Pelepasan) untuk dekomposisi termal dari suatu bahan organik. Jadi *pyrolysis* adalah proses konversi dari suatu bahan organik pada suhu tinggi dan terurai menjadi ikatan molekul yang lebih kecil atau pendegradasian panas pada biomassa tanpa oksigen. Selain dengan pirolisis, biomassa dapat diproses dengan pembakaran langsung dan gasifikasi [Innovative Natural Resource Solutions LLC, 2004].

2 Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu :
Pembuatan katalis NZA

Zeolit alam Yogyakarta digerus dalam lumpang porcelain untuk memperkecil ukuran partikel, kemudian diayak pada pengayak no 100 dan 200 mesh dengan ketentuan ukuran partikel yang diambil merupakan partikel-partikel yang lolos pada pengayak 100 mesh dan tertahan pada pengayak 200 mesh.

Pembuatan katalis NZA dilakukan dengan merefluks Zeolit alam sebanyak 100 gram didalam larutan HCl 6 N sebanyak 500 ml selama 30 menit pada temperatur 50 °C sambil diaduk dengan motor pengaduk pada reaktor alas datar volume 1 liter, 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. Sampel tersebut kemudian direndam kembali dalam 500 ml larutan NH₄Cl pada temperatur 90°C sambil diaduk pada reaktor alas datar selama 3 jam sehari yang dilakukan sampai satu minggu. Sampel tersebut kemudian disaring, dicuci dan dikeringkan dalam oven selama 24 jam. Pada tahap ini didapat sampel yang dinamai dengan sampel NZA. NZA yang terbentuk digunakan sebagai katalis pada sintesis *bio-oil*.

Sintesis *bio-oil*

Sintesis *bio-oil* dilakukan dengan cara memasukkan pelepah nipah sebanyak 50 gram, silinap(thermo oil) sebanyak 0,5 liter dan katalis NZA dengan prosentase tertentu ke dalam reaktor katalitik slurry cracking. Kemudian kedalam reaktor dialir gas nitrogen dan diaduk dengan kecepatan 300 rpm serta dipanaskan pada suhu 320oc. Produk gas yang terkondensasi ditampung dan ditimbang tiap 10 menit sampai produk tidak menetes lagi.

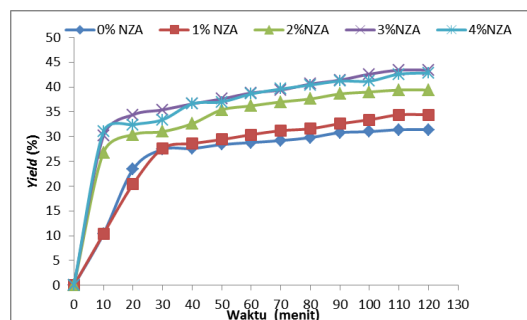
Analisa produk

Produk *bio-oil* yang terbentuk pada kondisi proses optimum dilakukan karakterisasi seperti densitas, viscositas, titik nyala dan nilai kalor. Disamping itu dikarakterisasi juga produk hasil pirolisis tanpa katalis sebagai pembandingan dengan pirolisis katalitik.

3 Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Variasi Katalis NZA Terhadap *Yield Bio-oil* Pelepah Nipah yang Dihasilkan.

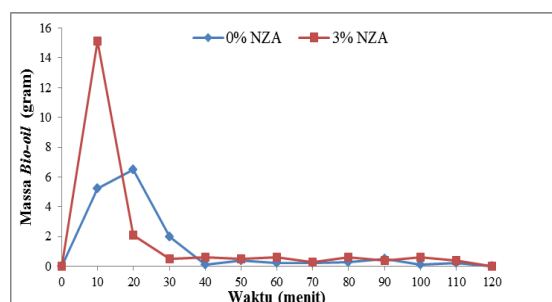
Untuk mengetahui pengaruh variasi katalis NZA yang digunakan terhadap *yield bio-oil* yang diperoleh akan digunakan variasi persen berat katalis NZA terhadap berat biomassa pelepah nipah sebesar 1, 2, 3, 4 %.



Gambar 1. Pengaruh variasi katalis NZA terhadap *yield bio-oil* yang dihasilkan

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa variasi katalis NZA mempengaruhi *yield bio-oil* yang diperoleh. Produk *pyrolysis* diperoleh dari hasil reaksi dekomposisi senyawa-senyawa yang terkandung di umpan. Adapun perolehan *yield bio-oil* masing-masing pada penelitian ini terdiri dari *bio-oil* dengan variasi katalis NZA 0% (tanpa katalis) diperoleh *yield* 31,4%, dengan menggunakan variasi katalis NZA 1% di peroleh *yield* 34,4%, dengan menggunakan variasi katalis NZA 2% diperoleh *yield* 39,4 %, dengan menggunakan variasi katalis NZA 3% diperoleh *yield* 43,4 %, dan untuk variasi katalis NZA 4% diperoleh *yield* 42,8 %. Dari gambar 4.1 juga dapat dilihat bahwa *yield bio-oil* optimum terletak pada katalis 3% NZA yakni 43,4 %. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan katalis pada proses pirolisis dapat meningkatkan *yield bio-oil*. Namun pada variasi katalis NZA 4% terjadi penurunan *yield* yang diperoleh. Hal ini terjadi karena pada pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini kemungkinan pada saat proses *pyrolysis catalytic cracking* lebih banyak terbentuk uap yang terbuang dari pada yang dapat terkondensasi membentuk *bio-oil*, ini disebabkan karena terjadi kenaikan produk gas *non condensable*, sehingga *bio-oil* yang dihasilkan sedikit.

Adapun penambahan massa *bio-oil* tiapn 10 menitnya tanpa katalis NZA dan dengan katalis NZA 3% dapat dilihat dari Gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan massa *bio-oil* pelepah nipah terhadap waktu dengan tanpa katalis dan katalis 3% NZA

Dengan pemakaian katalis 3% NZA pada *pyrolysis* pelepah nipah didapat *bio-oil* yang lebih tinggi dari pada yang tidak memakai katalis, pada 10 menit awal

mencapai 30,2 % dari total massa yang diperoleh (15,1 gr) bila dibandingkan tanpa katalis pada 20 menit awal yang hanya mencapai 23,4 % dari total massa yang diperoleh (6,5 gr). Secara keseluruhan *yield bio-oil* yang didapat dari proses *pyrolysis* menggunakan katalis NZA 3% jauh lebih besar dibandingkan tanpa menggunakan katalis NZA (0% NZA) hal ini menunjukan bahwa katalis dapat meningkatkan *yield bio-oil*.

Karakterisasi Bio-oil

Bio-oil yang didapat akan dikarakterisasi berdasarkan sifat fisika dan sifat kimia, berdasarkan sifat fisika meliputi pengujian densitas, viskositas, angka keasaman dan titik nyala, sedangkan berdasarkan sifat kimia akan dilakukan pengujian dengan GC-MS.

Tabel 1. Karakteristik Bahan Bakar

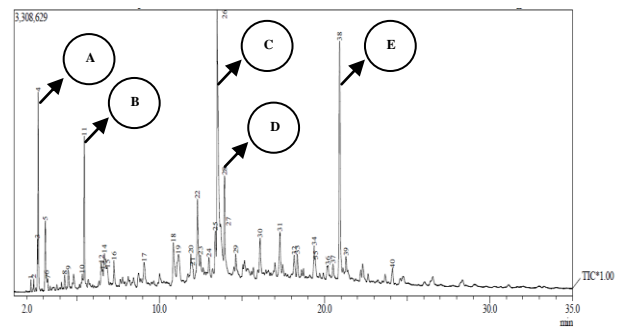
NO	Bahan Bakar	Densitas (Kg/M ³)	Viskositas (cSt)	Moisture (% w)	Sulfur	Titik Nyala (°C)	Angka Keasaman (gr NaOH/gr Sampel)
1	Bensin	715	0,7	0,02	0,05	43	-
2	Minyak Tanah	780	2,2	0,05	0,2	38	-
3	Solar	820	1,6	0,05	0,5	53	-
4	Bio-oil Pelelepah Nipah	1048	8,258	-	-	58	87,52

Sumber: Pertamina, 2011.

Dari Tabel 1 terlihat bahwa nilai densitas *bio-oil* yang didapat mendekati nilai densitas bahan bakar solar. Nilai Viskositas yang didapat pada penelitian ini berbeda dengan nilai viskositas bensin, minyak tanah dan solar. Pengujian angka keasaman *bio-oil* pada penelitian ini sebesar 8752, semakin sedikit asam-asam organik yang terkandung pada *bio-oil* [Sukiran, 2008]. Titik nyala pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan titik nyala bahan bakar solar, Semakin rendah titik nyala suatu bahan bakar, maka semakin susah dalam hal penyimpanannya karena dapat menimbulkan api dan terbakar [Yi, 2008].

Analisa Komponen Kimia Bio-oil

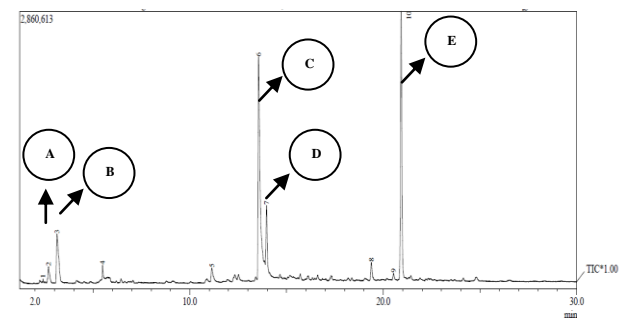
Analisis komponen kimia *bio-oil* akan di lakukan dengan menggunakan GC-MS (Kromatografi gas-spektrometer massa), Sampel *bio-oil* yang diuji yaitu *bio-oil* menggunakan variasi katalis 0% NZA dan 3% NZA.



Gambar 3. Hasil Kromatogram *Bio-oil* Pelelepah Nipah menggunakan 0% NZA

Dimana :

- A= Metyl acetate C = Acetic acid E = Phenol
- B = Methanol D = 2-Furancarboxaldehyde



Gambar 4 Hasil Kromatogram *Bio-Oil* Pelelepah Nipah menggunakan Katalis 3% NZA

Dimana :

- A= Metyl acetate C = Acetic acid E = Phenol
- B = Methanol D = 2-Furancarboxaldehyde

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa penggunaan katalis NZA 0% dapat mendekomposisi lignoselulosa yang terdapat pada pelepah nipah menjadi 40 senyawa kimia dengan 5 senyawa kimia yang paling dominan pada *bio-oil* adalah Metyl acetate dengan luas area 5,05%, Methanol 4,47%, Acetic acid 21,68%, 2-furancarboxaldehyde 5,85% serta phenol 13,92%.

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa penggunaan katalis NZA 3% dapat mendekomposisi lignoselulosa yang terdapat pada pelepah nipah menjadi 10 senyawa kimia dengan 5 senyawa kimia dominan pada *bio-oil* adalah Metyl acetate 2,30%, Methanol 9,60%, Acetic acid 40,90%, 2-furancarboxaldehyde 8,98% serta phenol 32,88%. Dari gambar 3 dan Gambar 4 dapat dibandingkan bahwa dengan menggunakan katalis NZA 3% dapat memperkecil jumlah komponen kimia pada *bio-oil* dari 40 komponen kimia menjadi 10 komponen dan dapat mengarahkannya ke senyawa phenol, dimana senyawa phenol yang terdiri dari senyawa phenol murni meningkat dari 13,92% menjadi 32,88% dan senyawa turunan phenol (Phenol,2-methoxy) meningkat dari 1,73% menjadi 1,92%. Jika senyawa phenol lebih dari

50% maka *bio-oil* dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk masa yang akan datang [BTG, 2003].

Kesimpulan

Perolehan *yield bio-oil* pada variasi katalis NZA 0%; 1%; 2%; 3% dan 4% b/b berturut-turut sebesar 31,4%; 34,4%; 39,4%; 43,4 dan 42,8%. Hasil *yield bio-oil* yang terbaik diperoleh pada variasi katalis NZA 3% yakni 43,4%.

Karakteristik sifat fisika *bio-oil* dengan menggunakan variasi katalis NZA 3% antara lain: Densitas (1,048 gr/ml), Viskositas (8,258 cSt), Angka Keasaman (87,52 gr NaOH/gr sampel) dan titik nyala (58⁰C). Karakteristik sifat fisika *bio-oil* yang diperoleh tidak jauh berbeda dari penelitian *bio-oil* yang telah dilakukan sebelumnya.

Katalis NZA 3% dapat memperkecil jumlah komponen kimia yang terdapat pada *bio-oil*, menjadi 10 komponen kimia. Komponen kimia yang dominan antara lain : methyl ester (2,30%), methanol (9,60%), acetic acid (40,90%), 2-furancarboxaldehyde (8,98%) dan phenol (32,88%)

Katalis 3% NZA dapat memperbesar persentase tiga komponen kimia penting yang terdapat pada *bio-oil*, yaitu acetic acid, phenol 2-methoxy dan phenol.

Daftar Pustaka

- Balai Besar Selulosa, 2011, Hasil Analisa Pelepah Nipah, Bandung, Jawa Barat.
- Biomass Technology Group, 2010, Process, Product & Technology Development Pyrolysis Oil Applications. <http://www.btgworld.com/index.php>, 18 september 2010.
- BAPPENAS, 2010, Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional, BAPPENAS, Jakarta, 16-17.
- Inovative Natural Resource Solution LLC., 2004, Bio-oil Opportunity Analysis. *Inovative Natural Resource Solution LLC Handbook*, New Hampshire.
- Pertamina, 2011, Material Safety Data Sheet Produk Pertamina, PT. PERTAMINA, Indonesia.
- Quebec., 2010, Biomass, <http://www.mrn.gouv.qc.ca>, 27 September 2010
- Sukiran, M.A.B., 2008, Pyrolysis Of Empty Oil Palm Fruit Bunches using The Quartz Fluidised- Fixed Bed Reactor, *Dissertation*, University of Malaya.
- Yi, L.X., 2008, Development and Charaterisation of Continuous Fast Pyrolysis of Oil Palm Shell for Bio-oil Production, *Tesis*, Universiti Teknologi Malaysia.