

PIROLISIS REJECT PULP MENJADI BIO-OIL DENGAN MENGGUNAKAN KATALIS Ni/NZA

Irman Aldrin¹, Sunarno², Ida Zahrina²

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹irmanaldrin@yahoo.co.id

ABSTRACT

The using and utilization of bio-oil became the main alternative to overcome the problem of dependence on fuel. Bio-oil can be produced from the pyrolysis of reject pulp. Reject pulp can be converted into bio-oil through a pyrolysis process using a Ni/NZA catalyst. The variation of the reaction temperature 290°C, 300°C, 310°C and 320°C. The weight ratio of catalyst with biomass was varied at 0%; 1%; 2%; dan 3%. The pyrolysis processing used nitrogen gas with a flow rate of 80 ml/min. The yield of maximum product was gotten such 88.2%. The bio-oil composition dominance obtained 24,65% Hydroxyl acetone, 22,35% Acetone alcohol, 19,1% Acetic acid, 5,5% 2,3-Dimethyl-2-cyclopenten-1-one and 3,09% 1-Hydroxy-2-butanone.

Key Words: Bio-oil, Reject pulp, Ni/NZA, Pyrolysis

1 Pendahuluan

Minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui yang biasa digunakan sebagai bahan bakar. Hampir semua kegiatan yang dilakukan membutuhkan bahan bakar seperti sektor transportasi, industri dan rumah tangga. Persediaan minyak bumi di dunia semakin lama semakin menipis dan harganya semakin melonjak. Cadangan minyak bumi di Indonesia diprediksi tersisa sekitar 4,4 milyar barel dengan produksi sebesar 1.021.000 barel per hari, dengan asumsi tidak ada penemuan cadangan minyak baru maka minyak bumi di Indonesia hanya cukup untuk 11 tahun ke depan [Anonim, 2010]. Pemakaian bahan bakar semakin meningkat setiap tahunnya tanpa disertai upaya penyediaan bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar yang berbasis minyak bumi. Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah melalui Peraturan Presiden No.5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional yang berprinsip pada kebijakan harga, diversifikasi, dan konversi energi.

Diversifikasi energi adalah pemanfaatan energi alternatif, salah satunya adalah Bahan Bakar Nabati (BBN), yang merupakan energi alternatif yang mudah diperoleh di Indonesia. Instruksi Presiden No.I/2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati sebagai bahan bakar lain, merupakan suatu instruksi yang menegaskan pentingnya pengembangan BBN. Untuk itu, sumber energi selain minyak bumi sangat diperlukan. Banyak penelitian yang dilakukan untuk memperoleh bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi, salah satunya *bio-oil*. Bahan bakar alternatif dapat diolah dari limbah pertanian maupun limbah perkebunan. Bahan baku pembuatan *bio-oil* salah satunya dapat diolah dari *reject pulp* industri *pulp*, karena masih mengandung selulosa. *Bio-oil* adalah bahan bakar cair berwarna gelap, beraroma seperti asap, dan diproduksi dari biomassa seperti kayu, kulit kayu, kertas, atau biomassa melalui teknologi pirolisa (*pirolisis*) atau pirolisa cepat. *Bio-oil* diproduksi dengan proses *pirolisis* menggunakan biomassa dengan pemanasan, tanpa adanya kandungan oksigen. Uap organik

yang dihasilkan dari proses *pirolisis* dikondensasikan menjadi *bio-oil*. *Bio-oil* adalah cairan yang tidak larut dalam air, bahan bakar yang dapat dioksidasi, mengandung karbon, hidrogen, dan oksigen dengan kandungan nitrogen dan sulfur yang sangat sedikit. Bahkan kandungan sulfur pada *bio-oil* dapat diabaikan. Kandungan *bio-oil* tergantung pada biomassa yang digunakan, namun zat-zat kimia yang terdapat pada *bio-oil* terdiri dari kelompok karbonil, karboksil, hidroksil, dan metoksi [Ensyn Group INC, 2001].

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh temperatur *pirolisis reject pulp* terhadap *yield bio-oil* yang dihasilkan dan pengaruh rasio berat katalis Ni/NZA dengan biomassa terhadap *yield bio-oil* yang dihasilkan serta mempelajari karakteristik secara fisis dan kimia dari *bio-oil*.

2 Metodologi

Penelitian ini melalui beberapa tahapan.

a. Pembuatan Katalis

Sintesis Ni/NZA mengacu pada prosedur yang telah dilakukan oleh Marita [2010]. Tahap pertama yaitu pengecilan ukuran katalis zeolit dengan cara digerus dengan lumpang *porcelain*, kemudian diayak dengan ukuran ayakan -100+200 mesh. Selanjutnya dilakukan aktivasi zeolit dengan cara refluks zeolit alam sebanyak 100 gram dalam larutan HCl 6 N sebanyak 500 ml selama 30 menit pada suhu 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 1 N pada temperatur 90°C sambil diaduk pada reaktor alas datar selama 3 jam sehari yang dilakukan sampai satu minggu. Sampel tersebut kemudian disaring dan dicuci setelah itu dikeringkan dalam oven selama 24 jam. Pada tahap ini didapat sampel yang dinamai dengan sampel NZA.

Selanjutnya dilakukan impregnasi logam Ni dengan cara sampel NZA direndam dalam

larutan Ni(NO₃)₂ · 6H₂O dan direfluks pada suhu 90°C selama 6 jam sambil diaduk pada reaktor alas datar ukuran 1 Liter, kemudian disaring dan dicuci. *Cake* kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 120°C selama 3 jam. Pengembunan logam dilakukan sebesar 2% b/b terhadap sampel NZA.

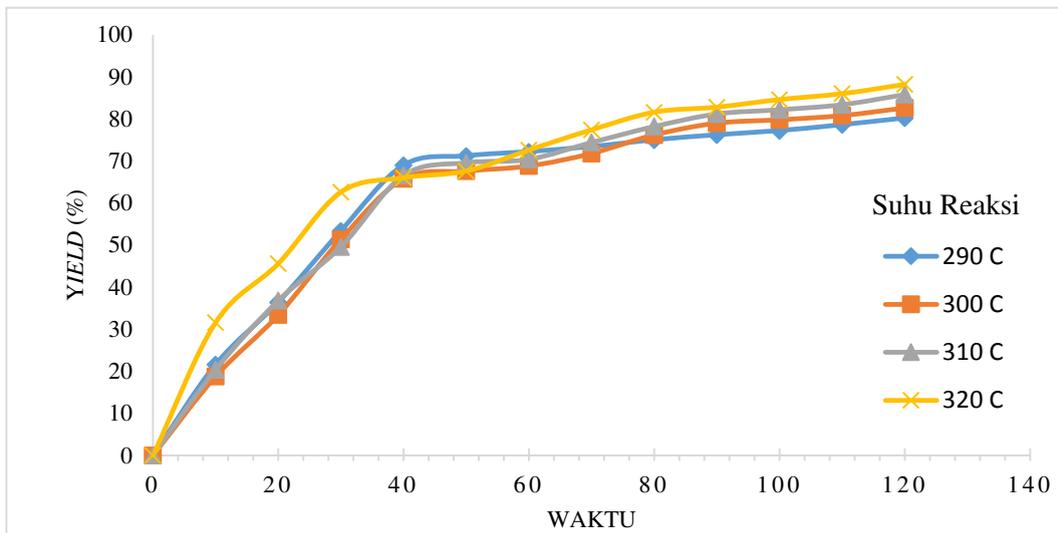
Setelah itu dilakukan kalsinasi, oksidasi dan reduksi dengan cara sampel katalis dimasukkan ke dalam *tube*, ke dalam *tube* sebelumnya telah diisi dengan *porcelain bed* sebagai *heat carry* dan penyeimbang unggun katalis, diantara *porcelain bed* dengan unggun katalis diselipkan *glass woll*. *Tube* ditempatkan dalam *tube furnace* secara vertikal, dikalsinasi pada suhu 500°C selama 6 jam sambil dialirkan gas nitrogen sebesar ± 400 ml/menit, dilanjutkan dengan oksidasi 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.

b. Pembuatan Bio-oil

Biomassa yang telah dihaluskan sebanyak 50 gram beserta 500 ml *thermo-oil* (silinap) dan katalis Ni/NZA 1,0 gram, dimasukkan ke dalam reaktor *pirolisis*. *Dipirolisis* pada suhu 320°C tanpa kehadiran oksigen dengan mengalirkan gas nitrogen 80 mL/menit. Diaduk dengan pengaduk listrik (Heidolph) pada kecepatan pengadukan 300 rpm selama waktu tertentu hingga tidak ada *bio-oil* yang menetes lagi pada penampung setelah melewati kondenser. *Bio-oil* yang dihasilkan ditampung dalam gelas piala. Produk yang terbentuk dianalisa komponen kimianya menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS), serta dilakukan analisa sifat fisika berupa viskositas, densitas, angka keasaman, kadar air, dan titik nyala.

3 Hasil Analisa Produk

Hasil *bio-oil* yang didapat kemudian dikarakterisasi berdasarkan sifat fisiknya (densitas, viskositas, angka keasaman dan titik nyala). Selain itu juga menghitung berapa persen *yield bio-oil* yang dihasilkan dari proses *pirolisis*.

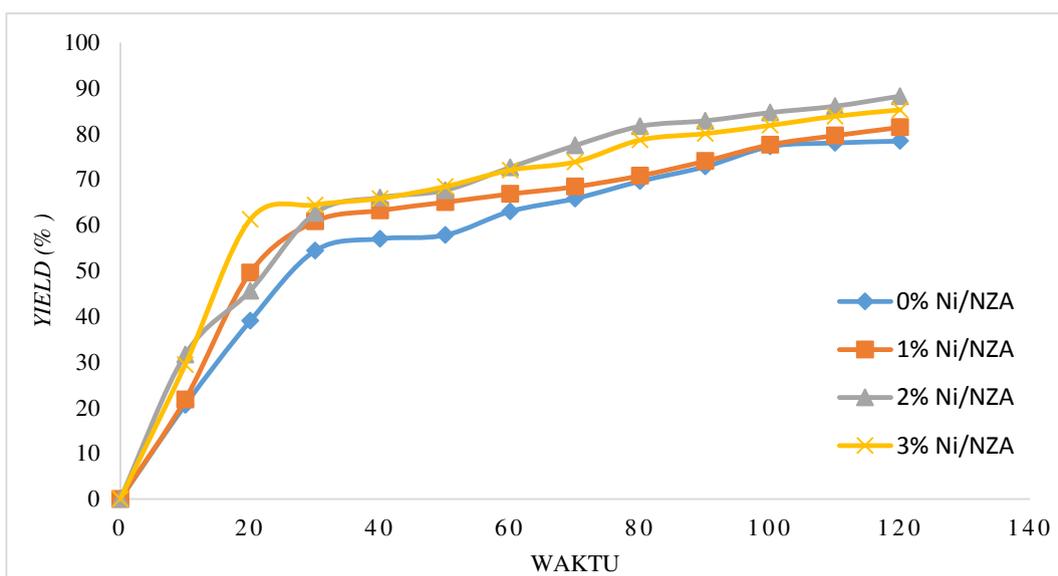


Gambar 1. Hubungan antara *Yield (%) Bio-oil* terhadap Waktu dengan Variasi Suhu

3.1 Pengaruh Variasi Suhu terhadap *Yield (%) Bio-oil* yang Dihasilkan

Gambar 1. Menunjukkan bahwa *yield (%) bio-oil* yang diperoleh pada masing-masing variasi suhu berturut-turut adalah 290°C (80,20%); 300°C (82,60%); 310°C (85,80%); 320°C (88,20%). *Yield bio-oil* terbesar dihasilkan dengan variasi suhu yang tertinggi yaitu suhu 320°C yang merupakan *yield bio-oil* maksimal.

Pada dasarnya produk yang dihasilkan tergantung pada suhu proses dan bahan baku yang digunakan. Semakin tinggi suhu untuk proses *pirolisis* cepat akan menghasilkan gas yang semakin meningkat, ini berhubungan dengan termodinamika reaksi [Hampshire, 2004].



Gambar 2. Hubungan antara *Yield (%) Bio-oil* terhadap Waktu dengan Variasi Rasio Berat Katalis Ni/NZA terhadap Biomassa

3.2 Pengaruh Variasi Rasio Berat Katalis Ni/NZA dengan Biomassa Terhadap Yield (%) Bio-oil yang Dihasilkan

Untuk mengetahui pengaruh variasi rasio berat katalis Ni/NZA dengan *reject pulp* pada suhu 320°C yield (%) *bio-oil* maksimal dan pengembanan logam Ni pada NZA yaitu sebesar 2% b/b terhadap yield (%) *bio-oil* yang dihasilkan, maka dilakukan dengan membandingkan yield *bio-oil* yang dihasilkan. Yield (%) *bio-oil* yang diperoleh pada masing-masing variasi rasio berat katalis Ni/NZA dengan *reject pulp* berturut-turut adalah 0% (78,4%); 1% (81,4%); 2% (88,2%); 3% (85,2%). Secara keseluruhan, yield *bio-oil* yang tertinggi yaitu 88,2%, dihasilkan pada variasi rasio berat katalis Ni/NZA dengan biomassa sebesar 2%.

Dapat dilihat pada Gambar 2. bahwa yield (%) *bio-oil* terendah didapat pada reaksi *pirolisis* tanpa menggunakan katalis (0%). Hasil ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan katalis dalam reaksi *pirolisis* akan meningkatkan yield (%) *bio-oil* yang dihasilkan. Penggunaan katalis Ni/NZA dapat menurunkan energi aktivasi pada proses *pirolisis*, sehingga dengan energi aktivasi yang semakin rendah akan menyebabkan nilai konstanta laju reaksi semakin besar. Persamaan Arrhenius menyatakan bahwa energi aktivasi reaksi berbanding terbalik terhadap nilai konstanta laju reaksi, dan nilai konstanta laju reaksi berbanding lurus terhadap kecepatan suatu reaksi [Reklaitis, 1993]. Semakin besar kecepatan reaksi yang terjadi akan menyebabkan pembentukan produk yang semakin besar pula.

Pada rasio berat katalis Ni/NZA dengan biomassa sebesar 2% meningkatkan nilai yield (%) *bio-oil* yang dihasilkan. Namun pada penelitian ini, rasio berat katalis Ni/NZA sebesar 3% menghasilkan yield *bio-oil* yang lebih rendah dibandingkan dengan rasio berat katalis Ni/NZA dengan biomassa sebesar 2%. Fenomena tersebut kemungkinan disebabkan pada rasio berat katalis Ni/NZA dengan biomassa sebesar 3% akan menghasilkan fasa yang tidak terkondensasi lebih besar dari pada fasa yang terkondensasi. Hal ini terjadi karena adanya pemutusan rantai C-C dan C-H

menjadi senyawa-senyawa lain dengan rantai yang lebih pendek [Lestari, 2006], sehingga yield (%) *bio-oil* yang diperoleh akan lebih rendah dibandingkan dengan yield (%) *bio-oil* dengan rasio berat katalis Ni/NZA dengan biomassa sebesar 2%.

3.3 Analisa Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS)

Analisa GC-MS dilakukan untuk mengetahui jenis dan komposisi senyawa-senyawa yang terdapat dalam produk yang dihasilkan dari proses *pirolisis*. Pada penelitian ini, analisa GC-MS hanya dilakukan pada tiga produk dengan yield (%) *bio-oil* dengan rasio berat katalis Ni/NZA terhadap biomassa sebesar 0%, 2% dan 3% pada suhu maksimal 320°C. Dari hasil analisa GC-MS yang dilakukan, dapat diketahui besarnya komposisi komponen senyawa-senyawa kimia yang terkandung didalam *bio-oil*.

Pengembanan logam nikel pada zeolit alam memberikan peningkatan yang signifikan terhadap konversi *bio-oil*. Peningkatan ini membuktikan bahwa pengembanan logam meningkatkan selektivitas katalis terhadap yield (%) *bio-oil* yang dihasilkan. Dari hasil analisa GC-MS, diketahui bahwa Komposisi *bio-oil* yang dominan didapatkan yaitu, 24,65% Hydroxy acetone, 22,35% Acetone alcohol, 19,1% Acetic acid, 5,5% 2,3-Dimethyl-2-cyclopenten-1-one dan 3,09% 1-Hydroxy-2-butanone.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa:

1. *Pirolisis reject pulp* dengan rasio berat katalis Ni/NZA dengan biomassa sebesar 2% dan suhu 320°C menghasilkan yield (%) *bio-oil* terbesar yaitu, 88,2%.
2. Karakteristik *bio-oil* hasil *pirolisis* dari *reject pulp* dengan rasio berat katalis Ni/NZA terhadap biomassa sebesar 2% yaitu, viskositas 26,36 cP, densitas 0,960 gr/mL, titik nyala 49°C, angka keasaman 0,0279 gr NaOH/gr sampel, nilai kalor 44,87 MJ/kg dan kadar air < 0,1% v/v,

hasil yang diperoleh masuk dalam *range bio-oil*.

3. Pada penelitian ini diperoleh 5 senyawa kimia yang mempunyai persentase terbesar berdasarkan analisa GC-MS yaitu, *Hydroxy acetone* 24,65%, *Acetone alcohol* 22,35%, *Acetic acid* 19,1%, *2,3 Dimethyl-2-cyclopenten-1-one* 5,5% dan *1-Hydroxy-2-butanone* 3,09%.

5 Saran

Untuk perbaikan kegiatan penelitian selanjutnya, disarankan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut *pirolisis reject pulp* menjadi *bio-oil* dengan katalis lain yang memiliki aktivitas dan selektifitas yang lebih baik lagi.

6 Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Sunarno, ST., MT dan Ibu Ida Zahrina, ST., MT telah membimbing dan memberikan pengetahuan yang bermanfaat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2010, Cadangan Minyak Bumi Indonesia, www.bp.com, 15 Oktober 2012.
- Ensyn Group INC, 2001, Bio-oil Combustion Due Diligence : The Conversion Of Wood and Another Biomass, Cole Hill Associates.
- Lestari, H. D., 2006, Sintesis Katalis Ni/Mo untuk *Hydrotreating Coker Nafta*, Tesis, Institut Teknologi Bandung.
- Marita, E., 2010, Pembuatan Dan Karakterisasi Katalis Ni/NZA untuk Proses Catalytic Cracking Tandan Kosong Sawit Menjadi Bahan Bakar Cair, *Skripsi*, Universitas Riau
- Hampshire, 2004, Bio-oil Opportunity Analysis. Inovative Natural Resource Solution LLC Handbook.

Reklaitis, G.V., 1993, *Introduction to Material and Energy Balance*, Jhon Wiley & Sons, West Lavayette, 112-134.