

BIODIESEL DARI BIJI BUTA-BUTA (*Hura crepitans* Linn) DENGAN KATALIS Ni/NZA

Tresia Monika Natalia Sinaga¹, Syaiful Bahri², Edy Saputra³

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

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

ABSTRACT

Indonesia is one of the oil producing country in the world but is still importing fuel oil (BBM) for meet the fuel needs in various sectors. Therefore, an alternative is needed to meet these needs. Among them is to produce biodiesel from vegetable oil feedstock. One type of vegetable oil that can be used as a raw material is *Hura crepitans* Linn. This research is aimed to produce biodiesel from *Hura crepitans* Linn seed oil, to study effect of the metal content in the catalyst of Ni/NZA to biodiesel produced and to determine the best conditions of process of biodiesel and then characteristics of biodiesel produced. The transesterification process was done at a temperature of 60°C, the weight of oil 50 grams, the catalyst 1%-weight of oil, reaction time variation of 1, 1.5 and 2 hour and mole ratio of oil to methanol 1: 6, 1: 9, 1:12 and catalyst NZA of 0% and 2%. The highest biodiesel result gives at experiment of 2% metal content oil to methanol mole ratio of 1: 9, for 1.5 hours i.e. 85.8%. Characterization of physical properties of biodiesel obtained, density of 0.885 gram/ml, 4.29 cSt kinematic viscosity, acid number 0.49 mg KOH / g sample, and the flash point 180°C respectively. Chemical components of biodiesel analysed with Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS) produce methyl linolelaidate 72,64%, methyl Oleic 19,08%, methyl stearate 2,2%, methyl palmitate 2,11% and methyl octadec-11-enoic 0,66% respectively.

Keywords : biodiesel, catalyst Ni/NZA, *Hura crepitans* Linn, transesterification

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak bumi di dunia namun sampai saat ini masih mengimpor bahan bakar minyak (BBM) untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar minyak di berbagai sektor. Selama tahun 2000-2011, konsumsi energi final meningkat rata-rata 3% per tahun. Konsumsi energi final ini terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi, penduduk, industri, dan transportasi seperti produksi BBM Indonesia pada tahun 2013 sebesar 882 ribu barel perhari, sedangkan konsumsi BBM mencapai 1623 ribu barel perhari (BP *Statistical Review of World Energy*, 2014).

Salah satu cara menanggulangnya adalah pengembangan energi alternatif baru dan terbarukan yaitu bahan bakar nabati (BBN). Pada tahun 2016, kebutuhan solar di Indonesia sebanyak 16 juta

kiloliter dengan penggunaan biodieselnnya mencapai 3,2 juta kiloliter yang cukup signifikan terhadap penggunaan fosil. Tahun ini saja digunakan B20 atau 20 persen biodiesel dalam kandungan solar dan kedepannya akan dikembangkan menjadi 30 persen. Sumber trigliserida yang dapat dijadikan biodiesel adalah minyak tumbuhan. Maka diperlukan alternatif bahan baku pembuatan biodiesel yang non pangan untuk mengurangi persaingan dengan kebutuhan pangan kedepannya yaitu tanaman buta-buta.

Tanaman Buta-buta (*Hura crepitans* Linn) merupakan tanaman asli wilayah tropis seperti Amerika Utara dan Selatan di hutan hujan Amazon (USDA, 2000) dan juga terdapat di berbagai daerah di Indonesia seperti daerah Jawa dan Sumatera khususnya di Provinsi Riau. Namun belum dimanfaatkan secara

maksimal oleh masyarakat dan ternyata dapat dijadikan sebagai salah satu bahan baku alternatif pembuatan biodiesel, dimana rendemen minyak biji buta-buta mencapai $\pm 53,61\%$ dengan asam linoleat mencapai $52,8\%$ (Adewuyi dkk., 2014).

Selain itu, untuk mempercepat terjadinya reaksi pada proses transesterifikasi, maka diperlukan adanya katalis. Dalam sistem katalis *bifunctional* yang melibatkan fungsi logam dan pengemban sebagai katalis, maka masing-masing logam bimetal yang diemban memiliki fungsi masing-masing, yakni sebagai katalis dan promotor (Witanto dkk., 2010). Menurut Nugrahaningtyas dkk (2008) aktivitas katalitik tertinggi dicapai pada kombinasi logam-logam transisi dengan pengemban untuk meningkatkan keasaman katalis. Salah satu kombinasi katalis yang dapat digunakan adalah Ni dengan zeolit alam karena pengembanan logam nikel dapat mengubah karakter zeolit alam yang memiliki luas permukaan spesifik, rerata jejari pori dan volume total pori yang rendah menjadi lebih tinggi di samping meningkatkan stabilitas termal, aktivitas dan selektivitas.

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak buta-buta sebagai bahan baku, *n-Hexane* teknis, H_3PO_4 , CH_3OH p.a, KOH, $H_2C_2O_4$, H_2SO_4 1,2 M, indikator *phenol phtaelin* (PP) dan akuades. Katalis yang dipakai dalam penelitian ini berasal dari Apryana (2015).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat sokletasi, labu leher tiga, kondensor, termometer, gelas piala, kertas saring, pipet tetes, *heater*, *magnetic stirrer*, gelas ukur, erlenmeyer, buret, neraca analitik, oven, corong pisah, *viskometer Ostwald* dan piknometer.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap yang

digunakan adalah berat minyak 50 gram, konsentrasi katalis Ni/NZA 0,5 %-b/b minyak, suhu reaksi $60^\circ C$ dan kecepatan pengaduk. Variabel berubahnya adalah impregnasi logam Ni 0% dan 2%-b terhadap zeolit alam, waktu reaksi 1, 1.5, 2 jam dan rasio mol minyak : metanol 1 : 6, 1 : 9, 1 : 12.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa tahapan dalam pengerjaannya, yaitu: minyak buta-buta yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari tanaman buta-buta yang diambil dari desa Kembang Damai Kabupaten Rokan Hulu. Biji buta-buta pertama kali dijemur untuk melepaskan biji dari cangkang buah yang kemudian biji yang kering dihaluskan menggunakan *blender*. Kemudian dilakukan ekstraksi minyak dengan menggunakan 2 metode yaitu sokletasi dan mekanikal press dengan pengukusan biji buta-buta dan tanpa pengukusan.

Sebelum dilakukan proses esterifikasi dan transesterifikasi, minyak terlebih dahulu *didegumming* untuk menghilangkan zat-zat pengotor yang masih terdapat di dalam minyak (Ketaren, 1986). Minyak yang telah *didegumming* lalu dianalisis untuk mengetahui karakteristiknya.

Proses esterifikasi dilakukan karena minyak biji buta-buta memiliki kadar ALB lebih besar dari 2%. Esterifikasi minyak buta-buta pada kondisi operasi $60^\circ C$ selama 60 menit dengan rasio mol minyak : metanol adalah 1 : 12 dan katalis yang digunakan adalah H_2SO_4 .

Proses transesterifikasi dilakukan untuk menghasilkan biodiesel dengan mengkonversikan trigliserida yang terdapat didalam minyak biji buta-buta. Transesterifikasi minyak buta-buta pada kondisi operasi $60^\circ C$ selama 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam dengan variasi rasio mol minyak : metanol 1:6, 1:9, 1:12, katalis Ni/NZA 0,5%-b minyak dan impregnasi logam Ni 0%-b dan 2%-b terhadap zeolit alam.

Selanjutnya biodiesel ini akan dilakukan analisa sifat fisika dan kimia untuk mendapatkan data dan melihat pengaruh dari variasi penambahan kadar logam Ni terhadap katalis, waktu reaksi serta perbandingan molar minyak : metanol yang digunakan. Analisa tersebut dilakukan dengan penentuan angka asam, viskositas kinematika, titik nyala dan densitas serta uji GC-MS (Gas Chromatographi Mass Spectroscopi). Adapun standar mutu (SNI) biodiesel yang ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Standar Mutu Biodiesel

Karakteristik	Nilai
Massa Jenis (40°C) (kg/m ³)	850 – 890
Viskositas kinematik (40°C) (cSt)	2,3 – 6,0
Titik Nyala (<i>Flash Point</i>) (°C)	min. 100
Angka asam (mg-KOH/gr)	0,8

3. Hasil dan Pembahasan

Perolehan minyak buta-buta hasil ekstraksi dengan menggunakan sokletasi dan mekanikal press dalam 100 gram biji buta-buta.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Ekstraksi Minyak Biji Buta-buta

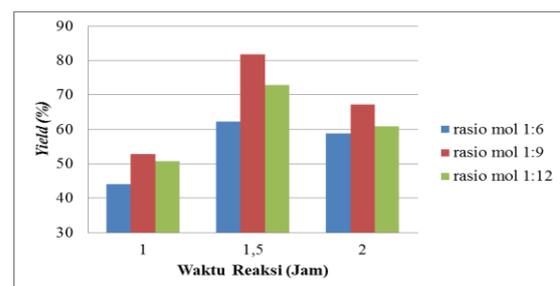
Metode Ekstraksi	Kadar Minyak (%)
<i>Mechanical press</i>	2,6
Pengukusan + <i>Mechanical press</i>	4,28
Sokletasi	52,13

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa ekstraksi minyak yang paling banyak adalah sokletasi dengan rendemen minyak sebesar 52,13%. Sehingga untuk mengekstrak minyak dalam pembuatan biodiesel ini adalah proses sokletasi. Minyak yang dihasilkan berwarna kuning keemasan dengan kadar asam lemak bebas (ALB) mencapai 18,84% dan kadar air

7,01%. Minyak hasil ekstraksi *didegumming* dan kemudian dianalisa karakteristiknya. Kadar ALB menurun menjadi 14,35% dan kadar air menurun menjadi 6,90%. Penurunan kadar ALB terjadi karena asam fosfat memiliki ion positif dan negatif sehingga dapat menurunkan kadar asam lemak bebas. Kadar air berbanding lurus dengan kadar ALB dimana semakin tinggi kadar air, maka kadar ALB pada minyak juga akan meningkat. Kemudian dilakukan proses esterifikasi untuk mengurangi kadar ALB dan kadar air minyak. Setelah dilakukan tahap reaksi esterifikasi, kadar ALB minyak buta-buta menurun menjadi 0,44% dan kadar air menurun menjadi 0,43%.

Pengaruh Variasi Waktu Reaksi terhadap Perolehan *Yield* Biodiesel

Waktu reaksi pada proses transesterifikasi merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi perolehan *yield* biodiesel yang dihasilkan. Proses pembuatan biodiesel dilakukan dengan suhu 60°C dengan waktu reaksi selama 60 menit dan berat katalis 1%-berat minyak. Perbandingan waktu reaksi yang digunakan adalah 1, 1.5, dan 2 jam sedangkan komposisi impregnasi logam sebesar 0% dan 2%.



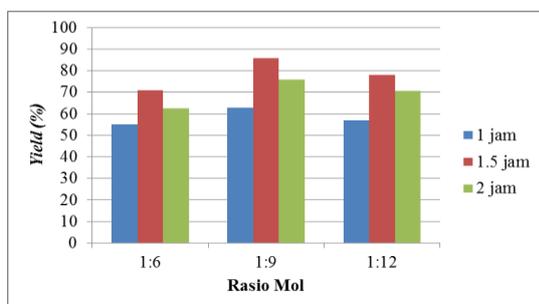
Gambar 1 Grafik Hubungan Antara *Yield* Biodiesel terhadap Waktu Reaksi Pada Kadar Logam Impregnasi 0%

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa variasi waktu reaksi dapat mempengaruhi perolehan *yield* biodiesel yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi. Pada katalis Ni/NZA 0% dengan rasio mol 1 : 9 *yield* biodiesel yang dihasilkan 52,8% (1 jam),

81,73% (1,5 jam) dan 67,32% (2 jam). Hal ini membuktikan bahwa waktu reaksi berbanding lurus dengan konversi yaitu semakin lama reaksi berlangsung maka kemungkinan kontak antar zat akan semakin banyak sehingga konversi semakin tinggi (Helwani dkk., 2009). Namun jika kesetimbangan reaksi telah tercapai maka waktu reaksi tidak akan mempengaruhi konversi. Demikian pula dengan impregnasi logam 2% dengan rasio mol 1 : 9, *yield* biodiesel yang dihasilkan tertinggi terdapat pada waktu reaksi 1,5 jam yaitu 85,8%.

Pengaruh Variasi Rasio Mol Reaktan terhadap Perolehan *Yield* Biodiesel

Rasio mol merupakan perbandingan jumlah mol antara bahan baku minyak dengan pelarut yang digunakan yaitu metanol. Rasio mol reaktan juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perolehan *yield* biodiesel yang dihasilkan pada reaksi transesterifikasi. Transesterifikasi merupakan reaksi kesetimbangan sehingga untuk menghasilkan metil ester berlebih diperlukan alkohol dalam jumlah berlebih yang mendorong reaksi ke arah kanan, sehingga konversi yang diperoleh juga akan semakin bertambah (Hambali, 2007). Untuk menentukan rasio mol yang optimum maka dilakukan dengan memvariasikan rasio mol minyak : metanol yaitu 1 : 6; 1 : 9 dan 1 : 12 dan komposisi impregnasi logam sebesar 0% dan 2%.

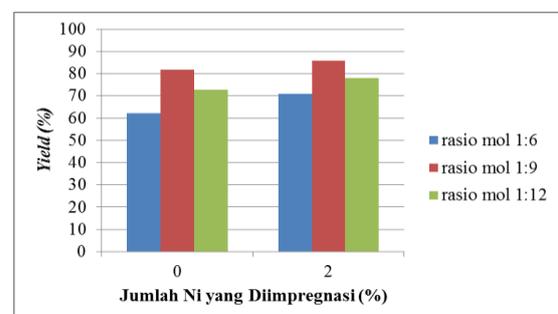


Gambar 2 Grafik Hubungan Antara *Yield* Biodiesel terhadap Rasio Mol Pada Kadar Logam Impregnasi 2%

Pada gambar 2 dapat dilihat hasil penelitian ini dengan impregnasi logam 2% menghasilkan *yield* biodiesel pada waktu reaksi 1,5 jam sebesar 70,9% (1 : 6), 85,8% (1 : 9) dan 77,9% (1 : 12). Hal ini membuktikan bahwa semakin besar perbandingan rasio mol minyak dan metanol yang digunakan, maka dapat meningkatkan perolehan biodiesel yang dihasilkan. Penambahan metanol yang berlebihan akan mendorong reaksi ke arah pembentukan produk (metil ester) sampai pada keadaan tertentu dan akan mengalami penurunan setelah melewati kondisi maksimal (Knothe dkk., 2005). *Yield* biodiesel yang tertinggi sebesar 85,8%, diperoleh pada rasio mol 1:9 dengan kadar logam 2%.

Pengaruh Variasi Kadar Logam Nikel (Ni) pada Katalis Ni/NZA terhadap *Yield* biodiesel

Proses pengembunan logam Nikel (Ni) terhadap *natural zeolite dealuminated* (NZA) yang bervariasi akan mempengaruhi *yield* biodiesel yang di dapat dari proses transesterifikasi dari minyak buta-buta. Sistem katalis logam pengembunan merupakan suatu sistem katalis yang dibuat dengan cara menempatkan komponen aktif logam ke dalam suatu bahan pengembunan berpori. Penempelan logam dalam pengembunan bertujuan untuk memperluas permukaan aktif (situs aktif). Proses transesterifikasi dilakukan dengan variasi kadar logam Nikel (Ni) 0% dan 2% pada katalis Ni/NZA.



Gambar 3 Grafik Hubungan Antara *Yield* Biodiesel terhadap Jumlah Ni yang Diimpregnasi (%)

Pada gambar 3 dapat dilihat penggunaan katalis Ni/NZA dengan kadar logam 2% dengan berat katalis 1% berat minyak, diperoleh *yield* biodiesel maksimum sebesar 85,8% pada rasio mol 1 : 9, sedangkan pada penggunaan Ni/NZA dengan kadar logam 0% diperoleh *yield* biodiesel maksimum sebesar 81,73%. Hal ini karena adanya logam Ni yang diembankan pada NZA dapat meningkatkan luas permukaan dari NZA yang bertindak sebagai penyangga atau *support* sehingga Ni/NZA yang berperan sebagai katalis dapat meningkatkan *yield* biodiesel. Hal ini sesuai dengan Setiadi dan Pertiwi (2007), yang menyatakan sistem katalis logam pengemban dapat meningkatkan luas permukaan spesifik dari NZA sehingga aktivitas dari katalis juga semakin meningkat.

Karakterisasi Biodiesel

Hasil karakterisasi biodiesel yang dianalisa dalam penelitian ini meliputi angka asam, densitas, titik nyala, viskositas dan analisa GC-MS. Pada tabel 2 diperlihatkan perbandingan karakterisasi biodiesel yang diperoleh dari kondisi terbaik terhadap Standar Nasional Indonesia (SNI). Dan pada tabel 3 dan 4 akan diperlihatkan hasil dari GC-MS biodiesel minyak buta-butana.

Tabel 3. Karakterisasi Sifat Fisika Biodiesel

Parameter dan Satuannya	SNI	Hasil Penelitian Ini
Densitas pada 40°C, kg/m ³	850-890	885
Viskositas pada 40°C, mm ² /s	2,3-6,0	4,29
Angka asam, mg-KOH/g	Maks. 0,80	0,49
Titik Nyala, °C	Min. 100	180

Dari Tabel 3 dapat dilihat sifat fisika biodiesel yang masih berada pada range

spesifikasi SNI yang artinya sudah memenuhi standar biodiesel.

Tabel 4. Komponen Metil Ester Hasil Transesterifikasi dengan Katalis Ni (0%) NZA Rasio Mol 1 : 9 dengan Waktu Reaksi 1,5 Jam

R. Time	Puncak	Metil Ester	(%)
37,924	1	Metil ester palmitat	27,34
41,834	2	Metil ester linoleat	7,32
42,041	3	Metil ester oleat	35,17
87,598	4	Metil ester miristat	0,6
42,521	5	Metil ester stearate	2,38
38,779	6	Asam pentadeclic	1,07
46,792	7	Metil ester arachidat	0,59

Dari Tabel 4 dapat dilihat hasil analisis GC-MS *biodiesel* dengan kandungan metil ester pada katalis Ni (0%) NZA yang tertinggi adalah metil ester oleat dengan luas area 35,61% yang terdapat pada puncak 3.

Tabel 5. Komponen Metil Ester Hasil Transesterifikasi dengan Katalis Ni (2%) NZA Rasio Mol 1 : 9 dengan Waktu Reaksi 1,5 Jam

R. Time	Puncak	Metil Ester	(%)
34,129	1	Metil ester palmitat	2,11
84,599	2	Metil ester linolelaidat	72,64
132,293	3	Metil ester oleat	19,08
50,430	4	Asam oleat	0,15
86,283	5	Metil ester stearate	2,2
84,874	6	Metil ester octadec-11-enoic	0,66

Dari Tabel 5 dapat dilihat hasil analisis GC-MS *biodiesel* dengan kandungan metil ester pada katalis Ni (2%) NZA yang tertinggi adalah metil ester linoleat dengan luas area 72,64% yang terdapat pada puncak 2.

4. Kesimpulan

Biodiesel dapat diproduksi dari minyak buta-buta dengan menggunakan katalis Ni/NZA. *Yield* biodiesel tertinggi didapat sebesar 85,8% pada rasio mol 1 : 9 dengan katalis Ni(2%)/NZA selama 1,5 jam. Hasil karakterisasi biodiesel yang dihasilkan berupa densitas 885 kg/m³, viskositas kinematik 4,29 mm²/s, titik nyala 180 °C dan angka asam 0,49 mg-KOH/g sampel.

Daftar Pustaka

- Adewuyi, A., Awolade, P.O., dan Oderinde, R. O. (2014). Hura Crepitans Seed Oil : Alternative Feedstock For Biodiesel Production. *Journal of Fuels*, 2014, 1-8.
- Apryana, A. (2015). Penggunaan Ni/NZA sebagai katalis pada proses hidrodeoksinegasi pirolisis kulit pinus (Pinus merkussi) menjadi bio-oil. *Sarjana Teknik Kimia*, Fakultas Teknik, Universitas Riau.
- BP Statistical Review of World Energy. 2014. *Review of World Energy*. <http://www.bp.com/statisticalreview>, diakses pada 20 Februari 2016.
- Hambali (2007). *Teknologi Bioenergi*, Jakarta: Agromedia
- Helwani, Z., Othman, M. R., Aziz, N., Kim, J. dan Fernando, W. J. N. (2009). Solid Heterogeneous Catalyst for Transesterification of Triglycerides with Methanol: A Review. *Applied Catalyst A: General*, 363, 1-10.
- Knothe, G., Krahl, J., dan Gerpen J.V. (2005). *The Biodiesel Handbook*, United States of America : AOCS Press.
- Nugrahaningtyas, K.D., Widjonarko, D.M., Trisunaryanti, W., dan Triyono. (2008). Preparasi Dan Karakterisasi Katalis Bimetal Nimo/Zeolit Alam. *Skripsi Sarjana*, FMIPA, UNS.
- Setiadi, dan Pertiwi, A. (2007). Preparasi dan Karakterisasi Zeolit Alam untuk Konversi Senyawa Abe menjadi Hidrokarbon. *Prosiding Kongres dan Simposium Nasional Kedua MKICS*, Universitas Indonesia.
- SNI 04-7182-2006. *Cara Uji Biodiesel*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- USDA Grin Taxonomy, 2000, Taxon : Hura Crepitans, <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?19419>. Diakses tanggal 26 Maret 2016.
- Witanto, E., Trisunaryanti, W., dan Triyono. (2010). Preparasi dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Aktif. *Seminar Nasional VI*, Yogyakarta.