

PEMURNIAN MINYAK NYAMPLUNG DAN APLIKASINYA SEBAGAI BAHAN BAKAR NABATI

REFINING OF CALOPHYLLUM OIL AND ITS APPLICATION AS BIOFUEL

Ika Amalia Kartika^{1)*}, Syelly Fathiyah¹⁾, Desrial²⁾, Yohanes Aris Purwanto²⁾

¹⁾Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga P.O. Box 220, Bogor 16002
E-mail: ikatk@yahoo.com

²⁾Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga P.O. Box 220, Bogor 16002

ABSTRACT

The objective of this research was to study the refining of calophyllum oils and its characterization as a biofuel substitute for diesel fuel. The dosage of phosphoric acid solution of 20% (0.2 - 0.3%) and the NaOH concentration (14-18 °Be) were examined to determine the best performance of the refining process and the quality of refined calophyllum oil. The block experimental design and ANOVA (F-test at $\alpha = 0.05$) were applied to study the effects of dosage of phosphoric acid solution of 20% and NaOH concentration on oil loss and its quality. Generally, the block and the NaOH concentration affected significantly the oil loss and the quality of refined oil. A significant increase of oil loss was observed as increasing of NaOH concentration. The dosage of phosphoric acid solution did not affect the oil loss and the quality of refined oil. However, an increase of the dosage of phosphoric acid solution tended to decrease the ash content and viscosity of refined oil, but did not affect any other parameters. The best treatment for calophyllum oil refining was obtained on the block 1, and the phosphoric acid solution dosage of 0.2% and NaOH concentration of 18 °Be. This treatment gave the oil loss of 36.8%, the acid value of 0.23 mg NaOH/g, the saponification value of 174.93 mg KOH/g, the peroxide value of 7 meq/kg, the ash content of 0.003% and the viscosity of 32.5 cP. The quality of refined calophyllum oil under this optimum condition fulfilled the Biofuel Standard.

Keywords: calophyllum oil, degumming, neutralization, biofuel

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pemurnian minyak nyamplung dan aplikasinya sebagai bahan bakar nabati. Faktor-faktor yang dipelajari adalah pengaruh dosis larutan asam fosfat 20% (0,2 - 0,3%) dan konsentrasi NaOH (14 – 18 °Be) terhadap *loss* minyak dan kualitas minyak nyamplung murni. Penelitian menggunakan rancangan percobaan kelompok (blok) dengan dua kali ulangan dan dievaluasi secara statistik dengan menggunakan ANOVA ($\alpha = 0,05$). Secara umum konsentrasi NaOH dan blok mempengaruhi secara signifikan *loss* minyak dan kualitas minyak nyamplung murni. *Loss* minyak meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi NaOH. Dosis larutan asam fosfat tidak mempengaruhi *loss* minyak dan kualitas minyak nyamplung murni. Namun demikian, peningkatan dosis larutan asam fosfat cenderung menurunkan kadar abu dan viskositas minyak nyamplung murni, tetapi tidak mempengaruhi parameter-parameter kualitas lainnya. Perlakuan terbaik untuk pemurnian minyak nyamplung yaitu *degumming* dengan penambahan larutan asam fosfat 20% sebesar 0,2% dan netralisasi dengan larutan NaOH pada konsentrasi 18 °Be. Perlakuan ini menghasilkan *loss* minyak cukup rendah (36,8%), bilangan asam rendah (0,23 mg NaOH/g), bilangan penyabunan tinggi (174,93 mg KOH/g), bilangan peroksida rendah (7 meq/kg), kadar abu rendah (0,003%), dan viskositas sebesar 32,5 cP. Minyak nyamplung yang dihasilkan dari proses pemurnian memenuhi Standar BBN sehingga secara teknis memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan bakar nabati.

Kata kunci: minyak nyamplung, *degumming*, netralisasi, bahan bakar nabati

PENDAHULUAN

Bahan Bakar Nabati (BBN) merupakan bahan bakar minyak yang berasal dari tanaman, antara lain berupa biokerosin, bioetanol, biodiesel, biogas, dan *Pure Plant Oil* (PPO) atau biofuel. Biofuel adalah minyak nabati yang telah melalui proses pemurnian seperti proses *degumming* dan netralisasi. Proses pembuatan biofuel dibuat melalui tahapan ekstraksi minyak yang dilanjutkan dengan pemurnian (Prihandana dan Hendroko, 2008). Saat ini,

pengembangan bahan bakar nabati melonjak pesat sejalan dengan krisis energi yang melanda dunia tahun-tahun terakhir ini dan penurunan kualitas lingkungan hidup akibat polusi. Selain itu, bahan bakar nabati bersifat dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga ketersediaannya lebih terjamin dan produksinya dapat terus ditingkatkan.

Indonesia mempunyai sumber energi terbarukan yang melimpah, tetapi hingga saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Padahal potensi pengembangan bahan bakar nabati di Indonesia

*Penulis untuk korespondensi

sangat besar, karena selain sawit dan kelapa masih ada 30 spesies tanaman yang dapat dijadikan bahan baku BBN, diantaranya jarak, nyamplung, kapuk, kepok, kemiri, kacang tanah, bintaro, karet dan lain-lain.

Tanaman nyamplung merupakan salah satu bahan baku alternatif BBN yang mempunyai potensi sangat besar di Indonesia. Luas tegakan tanaman nyamplung saat ini mencapai 255.350 ha yang tersebar di Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi, Maluku dan NTT (Balitbang Kehutanan, 2008). Pemanfaatan terbesar tanaman nyamplung, selain kayunya, adalah bijinya. Tingkat produksi biji nyamplung per tahun dapat mencapai 20 ton/ha. Biji nyamplung dapat diolah menjadi minyak serta berbagai macam produk turunan dengan prospek pemasaran yang menjanjikan. Kandungan minyak biji nyamplung sangat tinggi yaitu 50-73% (Dweek dan Meadows, 2002; Kilham, 2003) dibandingkan sawit (46-54%) dan jarak pagar (40-60%) (Gubiz *et al.*, 1999).

Kelebihan tanaman nyamplung sebagai bahan baku BBN adalah kandungan minyak bijinya yang sangat tinggi dan dalam pemanfaatannya tidak berkompetisi dengan kepentingan pangan. Beberapa keunggulan nyamplung ditinjau dari prospek pengembangan dan pemanfaatan lain, diantaranya adalah tanaman nyamplung tumbuh dan tersebar merata secara alami di Indonesia; regenerasi mudah dan berbuah sepanjang tahun; daya tahan terhadap lingkungan tinggi; relatif mudah dibudidayakan; hampir seluruh bagian tanaman berdayaguna dan menghasilkan berbagai macam produk yang memiliki nilai ekonomi tinggi; tanaman dapat berfungsi sebagai pemecah angin (*wind breaker*) untuk tanaman pertanian dan konservasi sempadan pantai; dan pemanfaatan BBN nyamplung dapat menekan laju penebangan pohon hutan sebagai kayu bakar.

Penggunaan minyak nyamplung sebagai BBN dapat dalam bentuk biodiesel, namun penggunaan biodiesel dari minyak nyamplung masih belum dapat diterapkan secara operasional karena harganya yang masih lebih tinggi dari harga BBM solar. Oleh sebab itu penggunaan minyak nyamplung murni (PPO) secara langsung sebagai BBN menjadi alternatif yang lebih potensial secara operasional. Secara teknis minyak nyamplung murni dapat digunakan sebagai BBN pengganti solar, namun demikian kekentalan dan kadar asam lemak bebas yang tinggi serta adanya senyawa pengotor

masih menjadi kendala. Untuk itu perlu dilakukan kajian pemurnian minyak nyamplung agar

karakteristik minyak tersebut memenuhi kriteria yang dibutuhkan dan sesuai standar BBN yang berlaku.

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mempelajari pemurnian minyak nyamplung dan aplikasinya sebagai bahan bakar nabati. Adapun tujuan khususnya adalah untuk mempelajari pengaruh dosis larutan asam fosfat 20% dan konsentrasi NaOH terhadap *loss* minyak dan kualitas minyak nyamplung murni yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak nyamplung yang berasal dari wilayah Cilacap. Proses ekstraksi minyak dilakukan melalui tahapan-tahapan pengupasan buah, pengukusan biji (\pm 24 jam), pengeringan biji (\pm 48 jam), pengepresan minyak, pengendapan dan pemisahan minyak. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah labu pemisah, pengaduk magnetik, *hot plate stirrer*, termometer, erlenmeyer, gelas ukur serta alat-alat gelas lainnya. Pelarut dan bahan-bahan kimia yang digunakan adalah teknis dan *analytical grade*, yang diperoleh dari Sigma-Aldrich, AppliChem dan J.T. Baker, Indonesia.

Metode

Pemurnian minyak nyamplung yang dilakukan pada penelitian ini adalah kombinasi *degumming* dan netralisasi. Faktor-faktor yang dikaji adalah pengaruh dosis larutan asam fosfat 20% (0,2 dan 0,3%) pada *degumming* dan konsentrasi NaOH (14, 16 dan 18 °Be) pada netralisasi terhadap *loss* dan kualitas minyak nyamplung murni yang dihasilkan. *Degumming* dilakukan dengan menambahkan larutan asam fosfat 20% sebanyak 0,2 - 0,3% (v/b) ke dalam minyak nyamplung yang telah dipanaskan sebelumnya pada suhu 70 °C. Campuran minyak dan larutan asam fosfat terus dipanaskan pada suhu 70 °C dan diaduk selama 25 menit. Ke dalam campuran selanjutnya ditambahkan larutan NaOH dengan konsentrasi 14 - 18 °Be, dan campuran diaduk selama 10 - 15 menit. Untuk memisahkan sabun dan pengotor dari minyak, campuran didekantasi beberapa hari. Minyak yang terpisah selanjutnya dicuci dengan air (60 - 70 °C) hingga pHnya netral, dan dipanaskan pada suhu 80 °C untuk menguapkan air yang tersisa. *Loss* minyak selama proses pemurnian dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Loss minyak (\%)} = 100 - \frac{\text{Bobot minyak setelah pencucian (g)}}{\text{Bobot minyak kasar yang dimurnikan (g)}} \times 100$$

Analisis Sifat Fisikokimia

Analisis sifat fisikokimia dilakukan terhadap minyak nyamplung kasar dan yang telah dimurnikan. Parameter yang dianalisis meliputi bilangan asam, bilangan penyabunan, bilangan tak tersabunkan, viskositas, bobot jenis, air dan sedimen, kadar abu, bilangan iod, dan bilangan peroksida. Minyak dengan mutu terbaik dari proses pemurnian tersebut selanjutnya dianalisis lengkap sesuai dengan standar BBN.

Rancangan Percobaan

Penelitian didasarkan pada Rancangan Percobaan Kelompok (Blok) dengan dua kali ulangan, dan dievaluasi secara statistik menggunakan ANOVA dan uji lanjut Duncan ($\alpha = 0,05$). Pada penelitian ini, ulangan dijadikan sebagai blok atas dasar adanya perbedaan kualitas minyak nyamplung kasar yang digunakan pada ulangan 1 dan 2. Model rancangan percobaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Sudjana, 1994):

$$Y_{ijk} = \mu + K_k + A_i + B_j + AB_{ij} + \epsilon_{ijk},$$

dimana:

- Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada taraf ke-i faktor dosis larutan asam fosfat 20% (A) dan taraf ke-j faktor konsentrasi NaOH (B) dalam blok ke-k
- μ = Rata-rata sebenarnya
- K_k = Pengaruh blok ($k = 1, 2$)
- A_i = Pengaruh faktor A pada taraf ke-i ($i = 1, 2$)
- B_j = Pengaruh faktor B pada taraf ke-j ($j = 1, 2, 3$)
- AB_{ij} = Pengaruh interaksi faktor A taraf ke-i dengan faktor B taraf ke-j
- ϵ_{ijk} = Galat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Minyak nyamplung yang dihasilkan dari proses ekstraksi mempunyai kualitas yang sangat rendah (Tabel 1), sangat kental dan berwarna hijau kehitaman. Kadar asam lemak bebas, kadar abu, viskositas dan bilangan peroksida yang tinggi menjadi indikator rendahnya kualitas minyak nyamplung kasar tersebut. Kualitas minyak nyamplung kasar pada pengambilan pertama sampel (blok 1) lebih baik daripada pengambilan kedua (blok 2). Perbedaan kualitas tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan kualitas bahan baku yang diproses dan penanganannya. Berdasarkan perbedaan kualitas minyak nyamplung kasar yang digunakan pada ulangan 1 dan 2 tersebut diatas, pada penelitian ini digunakan rancangan percobaan kelompok (blok) dengan ulangan sebagai blok.

Karakteristik minyak nyamplung kasar di atas menunjukkan bahwa minyak telah mengalami kerusakan dan mengandung kotoran cukup tinggi. Penanganan pascapanen bahan baku yang kurang

baik dapat menjadi penyebab kerusakan minyak tersebut. Setelah pengupasan buah nyamplung, biji nyamplung tidak segera diproses atau dikeringkan hingga kondisinya aman untuk disimpan dalam jangka waktu lama. Selain itu, pengukusan biji nyamplung dalam waktu lama (± 24 jam) pada suhu tinggi (± 100 °C), disatu pihak dapat meningkatkan rendemen minyak yang dapat diekstraksi, tetapi dilain pihak proses tersebut menyebabkan trigliserida terhidrolisis dan teroksidasi menjadi asam-asam lemak bebas dan senyawa-senyawa peroksida, dan mengekstrak lebih banyak resin dan gum. Dengan demikian, minyak yang dihasilkan mempunyai kadar asam lemak bebas, kadar abu, viskositas dan bilangan peroksida yang tinggi.

Tabel 1. Karakteristik minyak nyamplung kasar

Parameter	Nilai	
	Blok 1	Blok 2
Kadar Asam lemak bebas (%)	24,56	38,05
Bilangan asam (mg NaOH/ g minyak)	34,83	54,00
Bilangan penyabunan (mg KOH/g minyak)	136,77	133,48
Bilangan tak tersabunkan (%)	0,227	0,255
Bilangan iod (g I ₂ /100 g minyak)	106,09	107,98
Bilangan peroksida (meq/kg minyak)	36,65	38,00
Kadar Abu (%)	0,265	0,311
Bobot jenis (g/cm ³ , 30°C)	0,93	0,93
Viskositas (cP, 30°C)	63	65
Flash point (°C)	82	-
Ramsbottom Residu (% berat)	1,5	-
Nilai kalor (cal/g)	9088,08	-
Kalor jenis (cal/g)	1505,2	-
Warna	Hijau kehitaman	Hijau kehitaman

Penggunaan untuk bahan bakar nabati dengan persyaratan kadar asam lemak bebas maksimal 0,4% dan kadar abu maksimal 0,1%, minyak nyamplung tersebut harus dimurnikan terlebih dahulu agar dapat memenuhi standar mutu bahan bakar nabati. Tujuan utama pemurnian minyak nabati adalah untuk menghilangkan rasa dan bau yang tidak enak, warna yang tidak menarik dan memperpanjang masa simpan minyak. Pada umumnya minyak nabati dimurnikan melalui proses-proses *degumming*, netralisasi, dekolorisasi dan deodorisasi, tergantung dari jenis minyak nabati dan penggunaan selanjutnya. Khususnya untuk bahan bakar nabati, minyak nyamplung hanya perlu dimurnikan melalui proses *degumming* dan netralisasi.

Kombinasi proses *degumming* dan netralisasi ini menghasilkan minyak nyamplung dengan

karakteristik seperti pada Tabel 2. Secara umum, minyak nyamplung yang dimurnikan melalui kombinasi *degumming* dan netralisasi cocok untuk diaplikasikan sebagai bahan bakar nabati.

Loss Minyak

Kombinasi proses *degumming* dan netralisasi telah menyebabkan *loss* minyak yang cukup besar (> 30%). *Loss* minyak cenderung bertambah dengan peningkatan konsentrasi NaOH yang digunakan untuk netralisasi. Hasil analisis sidik ragam (ANOVA pada $\alpha = 0,05$) menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH dan blok berpengaruh sangat nyata terhadap *loss* minyak, sedangkan dosis larutan asam fosfat 20% dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Hal ini dapat diartikan bahwa kualitas bahan baku dan konsentrasi NaOH yang digunakan untuk netralisasi berperan sangat penting terhadap *loss* minyak selama proses pemurnian.

Hasil uji lanjut Duncan ($\alpha = 0,05$) memperkuat pengaruh konsentrasi NaOH dan blok terhadap *loss* minyak. Peningkatan konsentrasi NaOH berpengaruh nyata terhadap peningkatan *loss* minyak. Semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan untuk netralisasi, semakin tinggi *loss* minyaknya. Blok 1 dan blok 2 berpengaruh sangat nyata terhadap *loss* minyak, dimana blok 2 menghasilkan *loss* minyak lebih tinggi daripada blok 1. *Loss* minyak pada blok 2 berkisar antara 62 - 67%, sedangkan pada blok 1 berkisar antara 34 - 38%. Seperti telah diterangkan diatas (Tabel 1), kualitas minyak nyamplung kasar pada blok 2 lebih rendah dibandingkan pada blok 1. Kadar asam lemak bebas minyak nyamplung kasar pada blok 2 lebih tinggi daripada blok 1, dan hal ini yang menyebabkan *loss* minyak pada blok 2 lebih tinggi daripada blok 1. *Loss* minyak terendah (34,1%) diperoleh dari blok 1 pada perlakuan penambahan larutan asam fosfat 20% sebesar 0,3% dan konsentrasi NaOH 14 °Be, sedangkan *loss* minyak tertinggi (66,9%) diperoleh dari blok 2 pada perlakuan penambahan larutan asam fosfat 20% sebesar 0,3% dan konsentrasi NaOH 18 °Be.

Kadar Asam Lemak Bebas dan Bilangan Asam

Kombinasi proses *degumming* dan netralisasi menghasilkan minyak nyamplung dengan kadar asam lemak bebas dan bilangan asam cukup rendah, yaitu berkisar antara 0,10 - 0,32% dan 0,14 - 0,45 mg NaOH/g untuk blok 1, sedangkan untuk blok 2 berkisar antara 0,32 - 1,26% dan 0,45 - 1,79 mg NaOH/g. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH dan blok berpengaruh sangat nyata terhadap bilangan asam maupun kadar asam lemak bebas, sedangkan dosis larutan asam fosfat 20% dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata.

Kadar asam lemak bebas dan bilangan asam minyak nyamplung cenderung menurun dengan peningkatan konsentrasi NaOH yang digunakan

untuk netralisasi. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi NaOH berpengaruh nyata terhadap penurunan bilangan asam dan kadar asam lemak bebas minyak nyamplung. Semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan, semakin rendah bilangan asam dan kadar asam lemak bebasnya. Selain itu, blok 1 dan blok 2 berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan bilangan asam dan kadar asam lemak bebas minyak, dimana bilangan asam dan kadar asam lemak bebas minyak pada blok 2 lebih tinggi dibandingkan pada blok 1. Penggunaan konsentrasi NaOH yang lebih tinggi efektif untuk menetralkan asam-asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak. Kadar asam lemak bebas dan bilangan asam minyak terendah diperoleh dari perlakuan penambahan larutan asam fosfat 20% sebesar 0,3% dan konsentrasi kaustik soda 18 °Be baik untuk blok 1 maupun blok 2.

Kadar asam lemak bebas dan bilangan asam merupakan parameter kualitas yang penting untuk aplikasi minyak nyamplung sebagai bahan bakar nabati (BBN). Mesin diesel membutuhkan bahan bakar dengan bilangan asam ataupun kadar asam lemak bebas serendah mungkin, karena kandungan asam yang tinggi dalam bahan bakar dapat menimbulkan korosi dan deposit pada mesin (Soerawidjaja, 2005; Knothe, 2006).

Bilangan Penyabunan

Kombinasi proses *degumming* dan netralisasi menghasilkan minyak nyamplung dengan bilangan penyabunan berkisar antara 172,94 - 178,73 mg KOH/g untuk blok 1, sedangkan untuk blok 2 berkisar antara 162,60 - 173,36 mg KOH/g. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH dan blok berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan bilangan penyabunan, sedangkan dosis larutan asam fosfat 20% dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata.

Bilangan penyabunan minyak nyamplung cenderung menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaOH yang digunakan untuk netralisasi. Hasil uji lanjut Duncan terhadap konsentrasi NaOH menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi NaOH berpengaruh nyata terhadap penurunan bilangan penyabunan. Untuk konsentrasi NaOH 14 °Be dan konsentrasi NaOH 16 °Be tidak berpengaruh nyata, tetapi berpengaruh sangat nyata dengan konsentrasi NaOH 18 °Be. Selain itu dari uji tersebut juga menunjukkan blok 1 dan blok 2 berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan bilangan penyabunan, dimana blok 1 menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan blok 2. Bilangan penyabunan minyak nyamplung terendah (162,20 mg KOH/g) diperoleh dari blok 2 pada perlakuan penambahan konsentrasi NaOH sebesar 18 °Be, sedangkan bilangan penyabunan minyak nyamplung tertinggi (178,73 mg KOH/g) diperoleh dari blok 1 pada perlakuan penambahan konsentrasi NaOH sebesar 14 °Be.

Tabel 2. Karakteristik minyak nyamplung setelah *degumming* dan netralisasi

Parameter	Nilai dari perlakuan											
	Blok 1			Blok 2								
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
Loss minyak (%)	35,0	34,2	36,8	34,1	36,6	37,2	62,0	64,9	66,8	62,5	65,0	66,9
Kadar asam lemak bebas (%)	0,32	0,25	0,16	0,32	0,25	0,10	1,26	0,88	0,38	1,26	0,88	0,32
Bilangan asam (mg NaOH/g)	0,45	0,36	0,23	0,45	0,36	0,14	1,79	1,25	0,54	1,79	1,25	0,45
Bilangan penyabunan (mg KOH/g)	177,08	173,77	174,93	178,73	177,08	172,94	170,46	172,11	164,67	173,36	172,11	162,20
Bilangan iod (g I ₂ /100 g)	88,83	85,53	89,97	88,83	83,75	88,83	81,47	88,58	90,35	79,69	90,10	90,86
Bilangan peroksida (meq/kg)	13,00	11,00	7,00	12,00	11,00	7,00	22,50	14,50	10,00	21,00	13,00	7,75
Kadar abu (%)	0,015	0,010	0,003	0,014	0,008	0,002	0,042	0,023	0,014	0,031	0,020	0,008
Berat jenis (g/cm ³ , 30°C)	0,93	0,92	0,93	0,93	0,94	0,92	0,90	0,90	0,91	0,92	0,90	0,90
Viskositas (cP, 30°C)	43,5	35,0	32,5	37,0	35,0	29,0	39,0	34,5	30,0	37,0	33,5	29,0

Keterangan:

- A1B1 : Perlakuan penambahan larutan asam fosfat 20% sebanyak 0,2% (v/b) dan larutan NaOH konsentrasi 14°Be
- A1B2 : Perlakuan penambahan larutan asam fosfat 20% sebanyak 0,2% (v/b) dan larutan NaOH konsentrasi 16°Be
- A1B3 : Perlakuan penambahan larutan asam fosfat 20% sebanyak 0,2% (v/b) dan larutan NaOH konsentrasi 18°Be
- A2B1 : Perlakuan penambahan larutan asam fosfat 20% sebanyak 0,3% (v/b) dan larutan NaOH konsentrasi 14°Be
- A2B2 : Perlakuan penambahan larutan asam fosfat 20% sebanyak 0,3% (v/b) dan larutan NaOH konsentrasi 16°Be
- A2B3 : Perlakuan penambahan larutan asam fosfat 20% sebanyak 0,3% (v/b) dan larutan NaOH konsentrasi 18°Be

Bilangan penyabunan berkorelasi dengan berat molekul (BM) dari senyawa-senyawa penyusun minyak (Swern, 1982). Minyak yang mengandung senyawa-senyawa berantai pendek (BM rendah), seperti asam lemak bebas, akan memiliki bilangan penyabunan tinggi. Demikian pula sebaliknya, minyak yang mengandung senyawa-senyawa berantai panjang (BM tinggi), seperti trigliserida, akan memiliki bilangan penyabunan lebih rendah. Semakin rendah bilangan penyabunan menunjukkan bahwa kandungan senyawa rantai pendek dalam minyak semakin kecil, dan kadar asam lemak bebas dalam minyak pun semakin rendah pula.

Bilangan Iod

Bilangan iod minyak nyamplung setelah proses *degumming* dan netralisasi relatif sama nilainya untuk seluruh perlakuan yang diuji. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH, dosis larutan asam fosfat 20%, blok dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap bilangan iod minyak nyamplung murni. Peningkatan konsentrasi NaOH dan dosis larutan asam fosfat 20%, serta perbedaan kualitas minyak nyamplung kasar yang digunakan pada blok 1 dan 2 tidak berpengaruh nyata terhadap bilangan iod minyak nyamplung murni. Bilangan iod tertinggi (90,86 mg Iod/g) diperoleh dari blok 2 pada perlakuan penambahan larutan asam fosfat 20% sebesar 0,3% dan konsentrasi NaOH 18 °Be, sedangkan bilangan iod terendah (79,69 mg Iod/g) diperoleh dari perlakuan penambahan larutan asam fosfat 20% sebesar 0,3% dan konsentrasi NaOH 14 °Be.

Selain bilangan asam, minyak nabati dengan bilangan iod rendah lebih disukai apabila aplikasinya sebagai bahan bakar nabati. Minyak nabati dengan bilangan iod tinggi akan menyebabkan pembentukan deposit/kerak pada lubang saluran injeksi, piston, dan lainnya. Hal ini dapat terjadi karena adanya ketidakstabilan ikatan rangkap oleh suhu panas. Untuk itu minyak yang akan digunakan sebagai bahan bakar nabati harus memiliki bilangan iod yang lebih rendah dari 115 mg Iod/g, dan minyak nyamplung potensial digunakan sebagai bahan bakar nabati, khususnya sebagai *Pure Plant Oil* (PPO) atau biofuel.

Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida adalah parameter terpenting untuk menentukan derajat kerusakan minyak atau lemak (Ketaren, 1986). Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida. Semakin kecil angka peroksida berarti kualitas minyak semakin baik.

Bilangan peroksida minyak nyamplung setelah proses *degumming* dan netralisasi berkisar antara 7 - 13 meq/kg untuk blok 1, sedangkan untuk

blok 2 berkisar antara 22,50 - 7,75 meq/kg. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan konsentrasi NaOH dan blok berpengaruh sangat nyata terhadap bilangan peroksida, sedangkan dosis larutan asam fosfat 20% dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata.

Bilangan peroksida minyak nyamplung cenderung menurun dengan peningkatan konsentrasi NaOH yang digunakan untuk netralisasi. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan peningkatan konsentrasi NaOH berpengaruh nyata terhadap penurunan bilangan peroksida. Semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan, semakin rendah bilangan peroksidanya. Selain itu, pengaruh blok 1 dan blok 2 juga sangat nyata terhadap penurunan bilangan peroksida, dimana bilangan peroksida minyak nyamplung pada blok 1 lebih rendah daripada blok 2. Bilangan peroksida terendah (7 meq/kg) diperoleh dari blok 1 pada perlakuan penambahan larutan asam fosfat 20% sebesar 0,3% dan konsentrasi NaOH 18 °Be, sedangkan bilangan peroksida terendah (22 meq/kg) diperoleh dari blok 2 pada perlakuan penambahan larutan asam fosfat 20% sebesar 0,2% dan konsentrasi NaOH 14 °Be.

Bobot jenis

Bobot jenis minyak nyamplung setelah proses *degumming* dan netralisasi berkisar antara 0,92 - 0,94 g/cm³ untuk blok 1, sedangkan untuk blok 2 berkisar antara 0,90 - 0,92 g/cm³. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan blok berpengaruh sangat nyata terhadap bobot jenis minyak nyamplung dimana bobot jenis pada blok 1 lebih tinggi daripada blok 2, sedangkan perlakuan dosis larutan asam fosfat 20%, konsentrasi NaOH, dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata.

Kisaran bobot jenis minyak nyamplung murni tersebut diatas sesuai dengan karakteristik minyak nyamplung yang ada. Bobot jenis minyak nyamplung tertinggi (0,94 g/cm³) diperoleh dari blok 1 pada perlakuan penambahan larutan asam fosfat 20% sebesar 0,3% dan konsentrasi NaOH 16 °Be, sedangkan bobot jenis terendah (0,90 g/cm³) diperoleh dari blok 2 pada perlakuan serupa.

Tinggi rendahnya bobot jenis ditentukan oleh panjang rantai ataupun ikatan senyawa penyusunnya. Bobot jenis dapat menentukan nilai panas dan titik didih dari suatu bahan bakar. Rentang bobot jenis minyak nyamplung tidak jauh berbeda dengan minyak diesel (solar) (0,82 - 0,87 g/cm³), oleh karena itu minyak nyamplung potensial digunakan sebagai bahan bakar nabati, khususnya sebagai *Pure Plant Oil* (PPO) atau biofuel.

Kadar Abu

Kadar abu menunjukkan kandungan senyawa organologam (Cu, Fe, Mg) maupun mineral dalam bahan. Kadar abu minyak nyamplung setelah proses *degumming* dan netralisasi berkisar antara 0,002 - 0,042%. Kadar abu minyak nyamplung untuk blok 1

berkisar antara 0,002 - 0,015%, sedangkan untuk blok 2 berkisar antara 0,008 - 0,042%. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan konsentrasi NaOH, dosis larutan asam fosfat 20% dan blok berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu, sedangkan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata.

Hasil uji lanjut Duncan terhadap konsentrasi NaOH, dosis larutan asam fosfat 20% dan blok menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi NaOH dan dosis larutan asam fosfat 20% berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar abu minyak nyamplung. Selain itu, blok berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan kadar abu, dimana kadar abu minyak nyamplung pada blok 2 lebih tinggi daripada blok 1. Dengan demikian semakin tinggi konsentrasi NaOH dan dosis larutan asam fosfat 20% yang digunakan, kadar abu minyak semakin rendah. Perlakuan terbaik diperoleh dari penggunaan konsentrasi NaOH 18 °Be dan dosis larutan asam fosfat 20% sebesar 0,03% yang dapat menurunkan kadar abu dari 0,265% menjadi 0,002% (pada blok 1), dan 0,311% menjadi 0,008% (pada blok 2).

Tingginya kadar abu pada minyak dapat disebabkan terlarutnya sejumlah logam yang berasal dari peralatan ekstraksi minyak, seperti peralatan yang digunakan untuk pemasakan dan pengepresan. Tingginya kadar abu dalam minyak nabati yang akan diaplikasikan sebagai bahan bakar akan berbahaya, karena senyawa organologam tersebut akan mengendap dan menyebabkan karat pada mesin. Untuk meningkatkan kinerja motor pada mesin diesel, kadar abu bahan bakar nabati harus serendah mungkin, karena abu dapat mengikis unit-unit injektor pada motor.

Viskositas

Viskositas minyak nyamplung setelah proses *degumming* dan netralisasi antara blok 1 dan blok 2 relatif tidak berbeda. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan konsentrasi NaOH dan dosis larutan asam fosfat 20% berpengaruh sangat nyata terhadap viskositas minyak nyamplung, sedangkan blok dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata.

Hasil uji lanjut Duncan terhadap konsentrasi NaOH dan dosis larutan asam fosfat 20% menunjukkan peningkatan konsentrasi NaOH dan dosis larutan asam fosfat 20% berpengaruh nyata terhadap penurunan viskositas minyak nyamplung. Semakin tinggi konsentrasi NaOH dan dosis larutan asam fosfat 20% yang digunakan, viskositas minyak semakin rendah. Viskositas minyak nyamplung tertinggi (43,5 cP) diperoleh dari blok 1 pada perlakuan penggunaan konsentrasi NaOH 14 °Be dan dosis larutan asam fosfat 20% sebesar 0,2%, sedangkan viskositas terendah (29 cP) diperoleh dari perlakuan penggunaan konsentrasi NaOH 18 °Be dan dosis larutan asam fosfat 20% sebesar 0,3%.

Viskositas atau kekentalan adalah ukuran tahanan alir dari suatu cairan. Viskositas menjadi pertimbangan penting untuk bahan bakar (minyak). Viskositas minyak nyamplung (pada suhu 30 °C) setelah proses *degumming* dan netralisasi berkisar antara 43,5 - 29 cP. Proses pemurnian mampu menurunkan viskositas minyak nyamplung dari 63 cP menjadi 43,5 - 29 cP. Jumlah zat-zat pengotor serta senyawa polimer hasil dari kerusakan minyak menurun melalui proses pemurnian tersebut.

Menurut Ketaren (1986) tingginya viskositas minyak dapat disebabkan oleh tingginya kandungan senyawa-senyawa polimer didalam minyak. Senyawa ini terbentuk dari proses pemanasan pada suhu tinggi yang menyebabkan terjadinya polimerisasi termal, maupun polimerisasi oksidasi yang akan menghasilkan senyawa dengan bobot molekul yang tinggi dan cenderung memiliki viskositas yang tinggi. Selain itu minyak nyamplung mengandung resin cukup tinggi, yang mempengaruhi viskositas minyak.

Untuk meningkatkan kinerja motor pada mesin diesel, viskositas bahan bakar nabati harus cukup rendah. Viskositas merupakan faktor yang penting dalam mekanisme terpecahnya dan atomisasi bahan bakar ketika bahan bakar diinjeksi ke ruang pembakaran (Allen *et al.*, 1999). Bila viskositas terlalu tinggi, injektor tidak mampu memecah bahan bakar menjadi lebih kecil agar penguapan dan pembakaran berjalan lancar.

Dari hasil skoring terhadap seluruh parameter analisis, perlakuan terbaik untuk pemurnian minyak nyamplung yaitu penambahan larutan asam fosfat 20% sebesar 0,2% dan penggunaan konsentrasi NaOH 18 °Be. Perlakuan tersebut menghasilkan *loss* minyak cukup rendah, dan minyak nyamplung dengan bilangan asam, bilangan peroksida, kadar abu, dan viskositas yang cukup rendah.

Selain itu, nilai kalor minyak nyamplung setelah dimurnikan mampu meningkatkan nilai kalornya menjadi 9391,505 cal/g dari 9088,08 cal/g (minyak nyamplung kasar). Hal ini menunjukkan bahwa minyak nyamplung dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar (Tabel 3). Hasil karakterisasi minyak nyamplung lainnya juga mendekati karakteristik solar, kecuali viskositasnya. Kebutuhan bahan bakar minyak nyamplung pada mesin diesel lebih rendah dibandingkan solar. Dari analisis kebutuhan bahan bakar didapatkan bahwa kebutuhan bahan bakar solar pada mesin diesel per jam sebesar 1,334 liter/jam, sedangkan minyak nyamplung hanya sebesar 0,95 liter/jam. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan bakar minyak nyamplung lebih hemat dibandingkan dengan solar.

Tabel 3. Perbandingan karakteristik solar dan minyak nyamplung

Parameter	Solar	Minyak Nyamplung Murni	Sumber Acuan
Air dan Sedimen (%)	0,05-0,15	0	ASTM : 1991
Angka Setana	45-48	-	Pertamina, 2005
Bobot Jenis (g/cm ³)	0,82-0,87	0,9-0,93	Pertamina, 2005
Kadar Abu (%)	< 0,01	0,002-0,014	ASTM : 1991
Kadar Belerang (% b)	< 0,05	0,0291	Pertamina, 2005
Kadar Fosfor (mg/kg)	< 10	0	AOCS Ca. 12-55
Nilai Kalor (cal/g)	≥ 9355	9391,505	ASTM : 1991
Ramsbottom Residu (% b)	0,15-0,35	0,986	ASTM : 1991
Titik Didih (°C)	288-338	-	ASTM : 1991
Titik Kabut (°C)	< 17	13	ASTM D. 2500
Titik Nyala (°C)	> 65,5	234	LEMIGAS, 2010
Viskositas (cSt) pada 40 °C	1,6-5,8	47,09	Pertamina, 2005

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil skoring terhadap seluruh parameter analisis dari setiap perlakuan yang diuji pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kondisi terbaik untuk proses pemurnian minyak nyamplung diperoleh pada *degumming* dengan penambahan larutan asam fosfat 20% sebesar 0,2% dan netralisasi dengan larutan NaOH pada konsentrasi 18 °Be. Perlakuan ini menghasilkan *loss* minyak cukup rendah dan kualitas minyak nyamplung yang baik dengan bilangan asam, bilangan peroksida, kadar abu, dan viskositas yang cukup rendah. Selain itu, minyak nyamplung yang dihasilkan dari proses pemurnian melalui kombinasi *degumming* dan netralisasi memenuhi Standar BBN sehingga secara teknis memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan bakar nabati, khususnya sebagai *Pure Plant Oil* (PPO) atau biofuel.

Saran

Untuk pengembangan penelitian ini, perlu kajian lebih lanjut mengenai proses ekstraksi minyak nyamplung sehingga didapatkan kualitas minyak yang lebih baik, serta pemanfaatan minyak nyamplung sebagai biokerosin dan obat-obatan.

DAFTAR PUSTAKA

Allen CAW, Watts KC, Ackman RG, Pegg MJ. 1999. Predicting The Viscosity Of Biodiesel Fuel From Their Fatty Acid Ester Composition. *Fuel* 7:1319-1326.

- Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. 2008. Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) Sumber Energi Biofuel Yang Potensial. Jakarta: Departemen Kehutanan.
- Dweek AC dan Meadows T. 2002. Tamanu (*Calophyllum inophyllum* L.) the Africa, Asia Polynesia and Pasific Panacea. *International J Cos Sci* 24:1-8.
- Gubiz GM, Mittelbach M, Trabi M. 1999. Exploitation Of The Tropical Oil Seed Plant *Jatropha curcas* L. *Bioresource Technol* 67: 73-82.
- Ketaren. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Jakarta: UI Press.
- Kilham C. 2004. Oil of Tamanu (*Calophyllum inophyllum* L.). <http://www.newchapter.info>. [12 Februari 2010].
- Knothe G. 2006. Analyzing Biodiesel : Standards and Other Methods. *J Am Oil Chem Soc* 83 (10):823-833.
- Prihandana R dan Hendroko R. 2008. Energi Hijau. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Soerawidjaja TH. 2002. Perbandingan Bahan Bakar Cair Alternative Pengganti Solar. *Forum Biodiesel Indonesia ke-7 Balai Penelitian Penerapan Teknologi*, Jakarta.
- Swern D. 1982. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 4th ed. New York: John Wiley and Sons.