

PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK HASIL EKSTRAKSI MASERASI BIJI BINTARO (*CERBERA MANGHAS LIN.*) DENGAN KATALIS H₂SO₄ DAN VARIASI RASIO MINYAK : METANOL

Sri Redjeki Setyawati

Program Studi Penjaminan Mutu Industri Pangan, Politeknik AKA Bogor
Jl. Pangeran Sogiri No.283, Tanah Baru, Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16154

Email: sri.redjeki@kemenperin.go.id

(Received : 1 Juni 2020; Accepted: 30 Juni 2020; Published: 1 Juli 2020)

Abstrak

Pembuatan biodiesel dari minyak hasil dari ekstraksi maserasi biji buah bintaro (*Cerbera manghas Lin.*) selama 4 jam dengan pelarut heksana pada suhu 60 °C. Asam lemak direflaks pada suhu 70 °C selama 4 jam dengan variasi perbandingan asam lemak : metanol 1:3, 1:6, 1:12 dan 1:18 dengan katalis H₂SO₄ 4 g untuk proses esterifikasi. Selanjutnya proses transesterifikasi dilakukan pada suhu 60 °C selama 1 jam, dilihat dari sifat fisikokimia yang masuk pada nilai standard SNI04-7182-2006, yaitu masa jenis sebesar 0,8738 g/mL, asam lemak bebas 0,33 mgKOH/g, flash point 102 °C untuk perbandingan asam lemak : metanol 1 : 18. Kadar metil ester yang diperoleh metil palmitat 6,197%, metil oleat 48,847%, metil linolenat 28,432%, metil linolenat 0,342%.

Kata kunci : Biji buah bintaro; biodiesel; esterifikasi; dan transesterifikasi

Abstract

Making biodiesel from oil resulted from maceration extraction of Bintaro fruit seeds (Cerbera manghas Lin.) during 4 hours using hexane solvent at 60 °C. Fatty acids were reflexed at 70 °C for 4 hours with variations of ratio of fatty acids: methanol 1: 3, 1: 6, 1:12 and 1:18 with 4 g H₂SO₄ catalyst for the esterification process. Furthermore, the transesterification process was carried out at 60 °C for 1 hour, seen from the physicochemical properties included in standard SNI04-7182-2006 values, that is the density of 0.8738 g / mL, free fatty acids 0.33 mgKOH / g, flash point 102 °C for the ratio of fatty acids: methanol 1: 18. Percentage methyl ester obtained were 6.197% methyl palmitate, 48.847% methyl oleate, 28.432% methyl linolenic acid, 0.342% methyl linolenic acid.

Keywords: *Bintaro fruit seeds; biodiesel; esterification; and transesterification*

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk dalam golongan Negara penghasil minyak bumi di dunia, memberikan sumbangan pasokan kebutuhan energi yang besar di dunia. Namun sampai saat ini masih mengimpor bahan bakar minyak (BBM) untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar minyak di sektor transportasi dan energi produksi industri. Harga minyak mentah dunia yang naik dan turun tidak menentu dan cadangan minyak mentah yang makin menipis. Dalam jangka panjang impor BBM akan makin mendominasi penyediaan kebutuhan energi nasional apabila tidak ada kebijakan pemerintah untuk melaksanakan penganeekaragaman energi dengan memanfaatkan energi terbarukan. Bahan bakar diesel selain berasal dari petrokimia juga dapat disintesis dari ester asam lemak yang berasal dari

minyak nabati yang disebut dengan biodiesel. Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar *alternative* yang ramah lingkungan, tidak mempunyai efek terhadap kesehatan yang dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan minyak diesel.

Biodiesel yang terbuat dari minyak nabati berasal dari sumber daya yang dapat diperbarui. Beberapa bahan baku untuk pembuatan biodiesel antara lain kelapa sawit (Sunu, 2013) kedelai, bunga matahari, jarak pagar (Kusumaningsih *et al.*, 2006), tebu, dedak (Hikmah *et al.*, 2013), dari minyak kelapa (Kembariyanti *et al.*, 2012) biji kesambi (Pawoko *et al.*, 2010), bahkan bisa juga dibuat dari minyak jelantah (Murni, 2018). Dari beberapa jenis bahan baku tersebut dan berbagai metode pembuatan, di

Indonesia yang memiliki prospek untuk diolah menjadi biodiesel adalah kelapa sawit dan jarak pagar.

Tanaman pelindung dari sengatan sinar matahari banyak ditanam dipinggir jalan raya juga memiliki prospek untuk pengolahan menjadi biodiesel secara besar-besaran yaitu pohon bintaro. Ekstraksi asam-asam lemak dari biji bintaro (*cerbera manghas Linn.*) sudah dibuktikan memberikan hasil asam lemak dengan C12, sangat potensial untuk pembuatan biodiesel.

Bintaro cukup aman menjadi sumber energi, bahkan hasil minyaknya lebih baik dari biji jarak, disamping itu asap dari minyak bintaro juga berbahu wangi. Pengolahan biji bintaro menjadi minyak memerlukan kesabaran ekstra. Pertama, biji bintaro dikumpulkan dan dikeringkan. Biji yang baik berasal dari buah kering yang telah jatuh ke tanah atau yang sudah tua. Buah kemudian dibelah untuk mengeluarkan bijinya dari lapisan serat seperti sabut kelapa (mesokrap). Biji kemudian dapat dikeluarkan dari kulit biji, untuk dikeringkan di bawah sinar matahari.

Buah bintaro terdiri atas 8% biji dan 92% daging buah. Bijinya sendiri terbagi dalam cangkang 14% dan daging biji 86%. Biji bintaro mengandung minyak antara 35-50% (bandingkan dengan biji jarak yang 14% dan kelapa sawit 20%). Minyak ini termasuk jenis minyak nonpangan, di antaranya asam palmitat (22,1%), asam stearat (6,9%), asam oleat (54,3%), dan asam linoleat (16,7%). Untuk memproduksi 1 kg minyak diperlukan 2,9 kg biji atau 36,4 kg buah bintaro atau 1,8 kg biji kering. Untuk memproduksi 1 kg biodiesel diperlukan 3,5 kg biji atau 43,5 kg buah bintaro atau 2,2 kg biji kering.

Pengeringan serbuk biji buah bintaro berukuran 25 mesh dalam oven selama 24 jam menghasilkan kadar air 0,23% kadar lemak 49,87%, kandungan asam-asam lemaknya sebesar 99,3188%. Setelah maserasi dilakukan pada suhu 40 °C-60 °C dengan lama pengadukan 4-8 jam, diperoleh rendemen minyak berkisar 32,20-40,38%, rendemen tertinggi pada pengadukan maserasi selama 4 jam. (Purwanto, 2011)

Pemakaian katalisator diperlukan guna meningkatkan daya larut pada saat reaksi berlangsung. Natrium hidroksida dan natrium metoksida merupakan katalis yang paling banyak digunakan, natrium metoksida lebih efektif dibandingkan natrium hidroksida (Freedman, 1984). Kalium hidroksida mempunyai beberapa kelebihan, pada akhir proses KOH dinetralkan dengan asam fosfat akan menjadi pupuk.

Azis *et al.*, (2015) melakukan penelitian pemurnian gliserol hasil samping dari pembuatan biodiesel menggunakan bahan baku minyak goreng bekas dengan penambahan asam fosfat untuk mengatur pH dalam memisahkan pengotor. Tetapi tidak menghitung kadar asam lemak bebas. Berdasarkan pada penelitian Devi *et al.*, (2015) yang

membuat biodiesel dari CPO dengan katalis H₂SO₄ 2% berat, tanpa penambahan asam fosfat dapat menghitung kadar asam lemak bebas. Penelitian dari Devi (2015) tersebut, akan dicoba dilakukan pada pembuatan biodiesel dari biji bintaro.

Bila pada bahan bakar bensin dikenal dengan angka oktan yang menunjukkan tingkat pembakaran, maka pada bahan bakar diesel dikenal dengan *cetane number* (CN). Makin tinggi nilai CN memberikan pembakaran yang makin cepat dan mesinpun bekerja optimal. Pada biodiesel kandungan CN-nya lebih tinggi 62,4 dibandingkan nilai CN solar umumnya sebesar 53, sedangkan sesuai standard SNI 04-7182-2006 minimum 51.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, oven, erlenmeyer 250 mL, erlenmeyer 300 mL, erlenmeyer 500 mL, pipet tetes, pipet volumetrik, pemanas listrik, timbangan, *hot plate*, *rotary evaporator*, blender, ayakan, pisau dapur, labu alas bulat leher 3, pendingin refluks, corong pemisah, pompa vakum dan Kromatografi Gas Hitachi 263-50.

Bahan uji antara lain buah bintaro (*Cerbera manghas Linn.*) dan heksana, metanol teknis, natrium hidroksida p.a., asam asetat, asam oksalat, aseton, metanol 95%, asam sulfat, pH universal, aquades, indikator pp, isopropyl alcohol.

Pembuatan Minyak Biji Bintaro

Persiapan bahan untuk ekstraksi minyak meliputi pengambilan buah bintaro (*Cerbera manghas Linn.*) berwarna merah yang jatuh dari pohon tanda sudah masak. Buah bintaro dikering anginkan pada suhu ruang selama 30 hari, kemudian dipisahkan kulit terluar, sabut dan biji yang diselubungi biji buah. Pada biji buah dilakukan analisis proksimat, dan dibuat berukuran 25 mesh dengan menggunakan blender dan ayakan. Ukuran partikel akan mempengaruhi rendemen yang dihasilkan, semakin kecil ukuran partikel, maka rendemen minyak yang didapat akan semakin meningkat.

Biji buah yang sudah halus akan diekstraksi setelah dikeringkan dalam oven pada suhu 40 °C dalam kurun waktu 24 jam. Ekstraksi dilakukan menggunakan pelarut n-heksana melalui pemanasan dengan perbandingan biji bintaro : pelarut 1:3 (w/v) selama 4 jam pada suhu pengadukan 50 °C. Semakin lama waktu ekstraksi, maka kesempatan untuk bersentuhan antara bahan dengan pelarut akan semakin besar, sehingga rendemen juga akan bertambah sampai titik jenuh larutan (Purwanto, 2011).

Penetapan Asam Lemak Bebas (ALB) dari Minyak Biji Bintaro

Penetapan ALB dari minyak biji bintaro dilakukan dengan cara menimbang 20 g minyak biji

bintaro dipanaskan pada suhu 50 °C di dalam erlenmeyer 250 mL. Minyak biji bintaro yang telah dipanaskan kemudian ditambahkan isopropil alkohol 50 mL yang telah dipanaskan pada suhu yang sama. Campuran dikocok dan ditambahkan 2-3 tetes indikator penolptalen sampai homogen. Kemudian campuran dititrasi dengan larutan NaOH 0.1 N (yang telah distandarisasi) sampai terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Volume titran yang terpakai dicatat sebagai V mL. Jumlah asam lemak bebas (ALB) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% ALB = \frac{VmL \times N NaOH \times 256}{Gram sampel \times 1000} \times 100\%$$

Penetapan Kandungan Air pada Minyak Biji Bintaro

Cawan porselin dibersihkan, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator lalu ditimbang sampai diperoleh bobot tetap sebagai a (gram). Selanjutnya ditimbang 10 g minyak biji bintaro dan dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama 3 jam. Cawan tersebut didiamkan dalam desikator pada suhu kamar, lalu ditimbang sampai diperoleh bobot tetap sebagai b (gram). Kandungan air minyak biji bintaro ditetapkan dengan rumus:

$$Kandungan\ air\ (\%) = \frac{a - b\ (g)}{Bobot\ minyak\ (g)} \times 100\%$$

Pengukuran Viskositas (η)

Minyak dari biji bintaro yang terekstrak diukur viskositasnya menggunakan alat *viskosimeter Oswald*. Pada pengukuran ini diukur massa jenis minyak dan pelarutnya terlebih dahulu. Kemudian diukur waktu alir dari pelarut dan minyak biji bintaro. Hasil pengukuran dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{d \times t}{d_0 \times t_0}$$

keterangan:

d_0 dan t_0 adalah masa jenis dan waktu alir pelarut
d dan t adalah masa jenis dan waktu alir minyak.

Pembuatan Biodiesel

Pembuatan biodiesel dilakukan dengan menggunakan dua tahapan, yaitu tahapan esterifikasi dan tahapan transesterifikasi. Pada tahapan esterifikasi dilakukan dengan cara pemanasan 100 g minyak biji bintaro pada suhu 105 °C selama 1 jam, kemudian suhu diturunkan menjadi 50°C untuk penambahan katalis H₂SO₄ dan metanol. Selanjutnya direfluks pada suhu 70 °C dan pengadukan selama 3 jam. Setelah itu, campuran dimasukkan ke dalam corong pemisah dan dicuci dengan air hangat. Air cucian bagian bawah dibuang dan bagian atas

digunakan untuk proses lanjutan ketahapan transesterifikasi. Tahapan esterifikasi ini dilakukan pengulangan untuk variasi rasio mol minyak : methanol = 1 : 3; 1 : 6; 1 : 12; dan 1:18.

Pada tahapan transesterifikasi, hasil dari esterifikasi digunakan untuk tahapan transesterifikasi. Pada tempat terpisah, katalis H₂SO₄ sebanyak 4 g ditambahkan minyak dan methanol 1: 3, kemudian campuran ini direfluks pada suhu 60 °C dengan pengadukan selama 1 jam. Hasil esterifikasi dimasukkan ke dalam campuran katalis dan methanol sambil diaduk selama 3 jam pada suhu yang sama. Selanjutnya campuran dimasukkan kedalam corong pemisah dan didiamkan selama 12 jam sehingga terbentuk dua lapisan. Lapisan atas adalah biodiesel dan lapisan bawah adalah gliserol. Lapisan atas dicuci dengan aquades bersuhu 50 °C, kemudian didiamkan selama 12 jam hingga terbentuk tiga lapisan. Lapisan atas adalah biodiesel, lapisan tengah adalah sabun dan lapisan bawah berupa air. Lapisan biodiesel yang terbentuk dilanjutkan untuk analisis karakterisasi, seperti analisis metil ester dengan kromatograf gas, viskositas, masa jenis dan *flash point*. (Sudradjat *et al.*, 2007)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dilakukan pada serbuk biji buah bintaro kering ukuran 25 mesh yang terlebih dahulu dilakukan uji pendahuluan, yakni analisis proksimat, kemudian dilakukan ekstraksi maserasi dengan pemanasan pada suhu 70 °C serta pengadukan selama 4 jam. Hasil ekstraksi tersebut dianalisis karakteristik asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuhnya, seperti viskositas, berat jenis, asam lemak bebas (ALB) dan *flash point*.

Tabel 1. Hasil Analisis Proksimat Biji

Analisis	Kadar (%) Biji Buah
Kadar Abu	2,23
Kadar Air	0,23
Kadar Lemak	51,87
Kadar Protein	0,94
Kadar Serat	384,1

Pada Tabel 1 terlihat kadar abu sebesar 2,23%, kadar air sebesar 0,23% dan kadar protein sebesar 0,94% dan kadar lemak 51,87%, hal ini menunjukkan bahwa biji bintaro mengandung asam-asam lemak dalam kadar yang besar.

Pada tabel 2 menunjukkan kadar asam lemak jenuh palmitat dan asam lemak tak jenuh biji buah dengan sebesar 28,637% dan 47,458 % . Kadar asam stearat sebesar 1,834%, mengandung asam miristat sebesar 4,233% dan asam linoleat sebesar dan 18,189% . Biji buah asam linolenat sebesar 0,156% sangat kecil. Secara keseluruhan kadar asam lemak sebesar 99,69% sangat baik untuk dibuat biodiesel.

Tabel 2. Kadar Asam Lemak Biji Buah

Jenis Lemak	Asam Lemak	Asam Lemak	Kadar (%)
Asam Lemak Jenuh	Miristat		4,233
	Palmitat		28,637
	Stearat		1,834
Asam Lemak tak Jenuh	Oleat		47,458
	Linoleat		18,189
	Linolenat		0,156
	Jumlah		99,69

Hasil Analisis Minyak Biji Buah dan Campuran Biji dan Daging Buah Bintaro Warna dan Bentuk Minyak dan Biodiesel Biji Buah Bintaro (*Cerbera manghas Linn*)

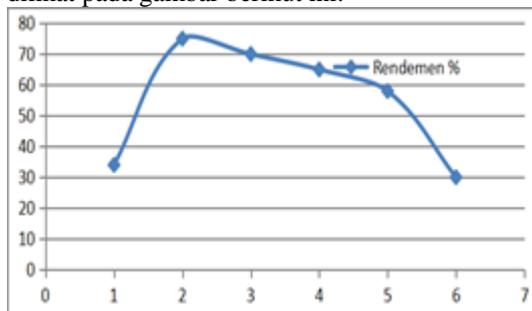
Hasil ekstraksi setelah melalui proses pemisahan dengan *evaporator*, merupakan minyak yang berwarna kuning pada semua suhu maserasi dan waktu pengadukan. Warna kuning dari pigmen karotenoid dan xantofil pada minyak biji buah bintaro tidak rusak meskipun dilakukan pemanasan sampai suhu 70 °C dan waktu pengadukan sampai 4 jam. Bentuk minyak stabil dalam bentuk cair disimpan pada suhu ruang selama 2 bulan, tidak terjadi penggumpalan lemak dan tidak ada bahan pengotor. Untuk biodiesel berwarna agak coklat dan tidak ada pengotor, setelah mengalami proses esterifikasi selama 4 jam dan transesterifikasi selama 4 jam pada suhu 70 °C dan rasio minyak metanol 1:3, 1:6, 1:12, dan 1:18.

Hasil Analisis Karakteristik Minyak dan Biodiesel

Hasil analisis karakteristik minyak dan biodiesel biji buah bintaro dilakukan dengan parameter rendemen, berat jenis, viskositas, angka lemak bebas (ALB) dan *flash point* disajikan pada tabel 3.

Rendemen Minyak dan Biodiesel Biji Bintaro

Pada tabel 3, rendemen minyak dan biodiesel biji bintaro perlakuan tanpa metanol dan dengan rasio minyak:metanol = 1:3 sampai 1:18 bisa dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 1. Rendemen minyak dan biodiesel biji bintaro

Rendemen minyak sangat kecil karena diperoleh dari bobot serbuk biji bintaro bahan awal memang sangat besar 250 g, diperoleh bobot minyak sebesar 92 g. Untuk pembuatan biodiesel digunakan ukuran besaran volume setelah perhitungan konversi berat jenis, maka diperoleh hasil yang besar. Rendemen terbesar biodiesel diperoleh pada blanko,

sebesar 75%. Semakin besar rasio minyak : metanol, diperoleh rendemen makin kecil sebesar 30%.

Berat Jenis dan Viskositas

Berat jenis biji buah bintaro berkisar antara 0,8264 – 0,8736 g/mL, pada tabel 3. Berat jenis tidak jauh dari standart SNI 04-7182-2006. BJ minyak biji bintaro sebesar 0,8264 g/mL, Blanko adalah minyak biji bintaro yang mengalami proses esterifikasi dan transesterifikasi tanpa metanol, mempunyai nilai BJ 0,8363 g/mL. BJ biodiesel setelah proses esterifikasi dan transesterifikasi dengan pelarut metanol, rasio minyak : metanol makin besar, BJ nya juga makin besar.

Hasil penelitian pada tabel 3 menunjukkan viskositas minyak hasil ekstraksi dan biodiesel berkisar antara 3,1127 – 3,1272 poise. Viskositas dari minyak menjadi biodiesel makin besar, demikian halnya dengan viskositas biodiesel setelah mengalami proses esterifikasi dan transesterifikas dengan pelarut metanol, rasio minyak : metanol makin besar, viskositasnya juga makin besar sesuai dengan nilai viskositasnya, sesuai dengan nilai BJ. Menurut Shimamah (2017), nilai viskositas yang terlalu tinggi dapat membuat atomisasi bahan bakar dan udara menjadi kurang baik, sehingga evaporasi menjadi rendah, sehingga jika digunakan pada mesin, pembakaran tidak sempurna.

Asam Lemak Bebas (ALB)

Nilai asam lemak bebas (ALB) pada tabel 3 dari minyak, gliserol dan biodiesel biji bintaro dengan perlakuan esterifikasi serta transesterifikasi menggunakan rasio minyak:etanol. Proses pembuatan biodiesel, esterifikasi dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak berkadar asam lemak tinggi (berangka asam lemak > 0,2 mgKOH/g). Pada tahap ini, asam lemak bebas akan dirubah menjadi metil ester, dilanjutkan dengan tahap transesterifikasi.

Pada tabel 3, menunjukkan nilai ALB minyak biji bintaro yang tinggi, sebesar 0,41 mgKOH/g, berkurang setelah menjadi biodiesel tanpa perlakuan dengan metanol sebesar 0,36 mgKOH/g. Nilai ALB terendah sebesar 0,27 mgKOH/g pada biodiesel hasil perlakuan dengan rasio minyak: metanol 1 : 6, karena reaksi antara metanol dengan giserol belum efektif Pada rasio minyak : metanol 1 : 18 nilai ALB 0,33 mgKOH/g.

Flash Point

Flash point paling tinggi ditunjukkan pada biodiesel dengan rasio minyak:metanol 1:18, sebesar 102 °C, sesuai dengan nilai standard SNI04-7182-2006 paling kecil *flash point* pada biodiesel dengan rasio minyak:metanol 1:3, sebesar 70,1°C. Nilai flash point terlalu tinggi artinya minyak terbakar pada suhu tinggi, sedangkan jika nilai flash point terlalu kecil, akan membahayakan lingkungan, mudah sekali terbakar. Nilai flash point yang bagus pada 102 °C, biodiesel rasio minyak:metanol 1:18.

Tabel 3. Hasil Analisis Karakteristik Minyak dan Biodiesel Biji Buah Bintaro

Hasil Perlakuan	Rendemen %	BJ g/mL	Viskositas (η)	ALB	
				(mgKOH/g)	Flash point ($^{\circ}$ C)
1 = Minyak Bint	34	0.8264	3.1127	0.41	-
2 = Biodiesel Blk	75	0.8363	3.1207	0.32	95
4 = Rasio 1 : 3	70	0.8382	3.1243	0.36	70.1
5 = Rasio 1 : 6	65	0.8522	3.1253	0.27	75.5
6 = Rasio 1 : 12	58	0.8644	3.1263	0.35	84
7 = Rasio 1 : 18	30	0.8738	3.1272	0.33	102
SNI04-7182-2006		0.850 – 0.890	2.3 - 6	Maks 0.8	Min 100

Tabel 4. Hasil Analisis Metil Ester dari Biodiesel Biji Buah Bintaro

Perlakuan	Metil. Miristat %	Metil. Palmitat %	Metil. Stearat %	Metil. Oleat %	Metil. Linoleat %	Metil. Linolenat %	Total %
1 = Minyak Bint	4.233	28.637	1.834	47.458	17.372	0.156	99.69
2 = Biodiesel Bl	3.676	26.376	1.344	49.091	19.021	0	99.508
3 = Gliserol	6.021	23.187	4.761	13.529	6.962	0	54.46
4 = Rasio 1 : 3	2.915	26.237	0.862	52.378	16.608	0	99
5 = Rasio 1 : 6	1.345	18.189	0.372	57.315	21.523	0.174	98.918
6 = Rasio 1 : 12	0.225	9.197	0.298	55.622	26.011	0.222	91.575
7 = Rasio 1 : 18	0.048	6.197	0.176	48.857	28.432	0.342	84.052

Analisis Identifikasi Asam Lemak pada Minyak dan Metil Ester Biodiesel Biji Bintaro

Hasil analisis identifikasi minyak dan biodiesel biji bintaro dilakukan dengan menggunakan alat kromatograf gas, diperoleh asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh, disajikan pada tabel 4. Pada tabel 4 memperlihatkan hasil analisis asam-asam lemak minyak dan metil ester dari biodiesel biji bintaro berupa metil miristat dan metil palmitat dan metil stearat, dan asam lemak tak jenuh oleat, linoleat dan linolenat berikut metil esternya.

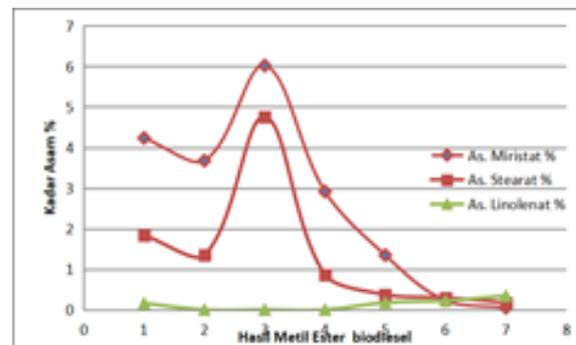
Kadar Asam Miristat, Asam Stearat dan Asam Linolenat dan Metil Ester Biodiesel

Kadar asam miristat, asam stearat dan asam linolenat pada tabel 4 disajikan dalam gambar 2. Kadar asam miristat minyak, gliserol dan metil miristat biodiesel biji buah bintaro memberikan nilai berkisar 6,021 – 0,048 %.

Kadar metil miristat tertinggi ada pada giserol, sebesar 6,021%, kemudian minyak biji bintaro sebesar 4,233%. Untuk biodiesel diperoleh kadar metil miristat makin kecil setelah mengalami tahapan esterifikasi dan transesterifikasi dengan pelarut metanol. Makin besar rasio minyak : metanol, diperoleh kadar asam miristat makin kecil.

Kadar asam stearat minyak, gliserol dan metil stearat biodiesel biji buah bintaro memberikan nilai berkisar 4,761 – 0,167 %. Kadar asam stearat tertinggi ada pada gliserol, kemudian minyak biji bintaro diperoleh kadar asam stearat sebesar

1,834%. Untuk biodiesel diperoleh kadar metil stearat makin kecil setelah mengalami tahapan esterifikasi dan transesterifikasi dengan pelarut metanol. Makin besar rasio minyak : metanol, diperoleh kadar metil stearat makin kecil.

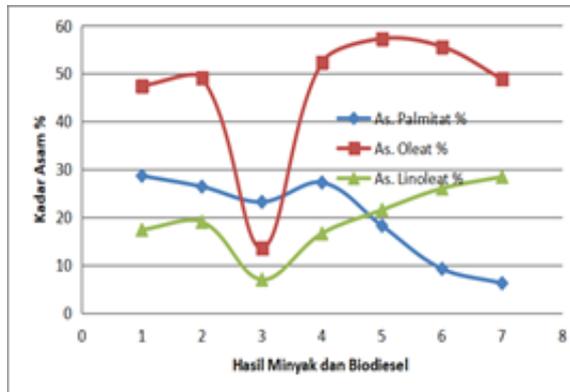


Gambar 2. Kadar Metil Miristat, Metil Stearat dan Metil Linolenat dalam Biodiesel dari Biji Buah Bintaro

Kadar asam linolenat minyak, gliserol dan biodiesel biji buah bintaro memberikan nilai berkisar 0,156 – 0,342 %. Kadar asam linolenat terendah ada pada minyak biji bintaro. Biodiesel tanpa perlakuan rasio:minyak, gliserol dan biodiesel rasio 1:3 tidak mengandung asam linolenat. Untuk biodiesel diperoleh kadar asam linolenat makin besar setelah mengalami tahapan esterifikasi dan transesterifikasi dengan pelarut metanol. Makin besar rasio minyak : metanol, diperoleh kadar metil linolenat makin besar, terbesar pada biodiesel hasil rasio minyak:metanol 1:18, sebesar 0,342%.

Asam Palmitat, Asam Oleat dan Asam Linoleat, Metil Ester Biodiesel

Kadar asam palmitat, asam oleat, asam linoleat dan metil pada tabel 4 dapat dilihat dalam gambar 3.



Gambar 3. Kadar Asam Palmitat, Asam Oleat dan Asam Linoleat dalam Minyak, Gliserol dan Metil Ester Biodiesel dari Biji Buah Bintaro

Kadar asam lemak jenuh palmitat minyak minyak biji buah bintaro memberikan nilai 28,637%. Menurun kadarnya setelah mengalami proses esterifikasi dan transesterifikasi, menjadi 26,376%, menurun terus pada saat mengalami perlakuan dengan rasio minyak:metanol 1:3 sampai 1:18. Kadar terkecil metil palmitat pada rasio 1:18 sebesar 6,197%, makin banyak jumlah etanol, proses oksidasi pada asam lemak makin kuat, maka metil palmitat makin kecil kadarnya.

Kadar asam lemak tak jenuh oleat minyak minyak biji buah bintaro memberikan nilai berkisar 47,458%. Kadar asam oleat terendah pada gliserol sebesar 13,529%, kemudian mengalami kenaikan setelah proses esterifikasi dan *trans* esterifikasi. Untuk biodiesel tanpa perlakuan dengan metanol diperoleh kadar metil oleat sebesar 49,091%. Kadar paling tinggi setelah perlakuan dengan metanol dengan rasio 1:6, sebesar 57,315%, kemudian turun lagi sampai rasio 1:18, sebesar 48,857%, masih lebih tinggi dari minyak bintaro.

Kadar asam lemak tak jenuh linoleat minyak minyak biji buah bintaro memberikan nilai berkisar 17,372 %. Kadar asam linoleat terendah diperoleh gliserol, sebesar 6,962% kemudian mengalami kenaikan setelah proses esterifikasi dan *trans* esterifikasi. Kadar metil oleat dalam biodiesel tanpa perlakuan dengan metanol, sebesar 19,021%, naik terus setelah perlakuan dengan metanol rasio 1:18, tertinggi sebesar 28,432%. Pada rasio 1:3 diperoleh kadar metil linoleat 16,608%, kemungkinan dikarenakan proses pencucian pada saat esterifikasi, kadar air masih ada, dapat menghambat proses oksidasi pada saat transesterifikasi.

KESIMPULAN

Biodiesel yang diperoleh dari biji buah bintaro setelah mengalami proses transesterifikasi dengan katalis H_2SO_4 4g, dilihat dari sifat fisikokimia yang masuk pada nilai yang ada pada standard SNI04-7182-2006, yaitu masa jenis sebesar 0,8738 g/mL, asam lemak bebas 0,33 mgKOH/g, flash point 102 °C untuk perbandingan asam lemak : metanol 1 : 18. Kadar metil ester yang diperoleh metil palmitat 6,197%, metil oleat 48,847%, metil linoleat 28,432%, metil linoleat 0,342%.

DAFTAR PUSTAKA

- Devi, Sari, T.R.P., Nurhayati, Linggawati, A. (2015). *Produksi Biodiesel Dari CPO Dengan Proses Esterifikasi Dengan Katalis H_2SO_4 dan Transesterifikasi Dengan Katalis CaO Dari Cangkang Kerang Darah*. Bidang Kimia Fisika Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau Kampus Binawidya Pekanbaru.
- Pawoko, E., Sudradjatt, R., Hendra, D. Setiawan, D. (2010). *Pembuatan Biodiesel Dari Biji Kesambi (Schleichera oleosa L.) (Biodiesel Manufacturing from Kesambi Seed)*. Pusat Litbang Hasil Hutan Jl Gunung Batu Bogor.
- Freedman, B., Pryde, E. H., Mounts, T. L. (1984). *Variables Affecting The Yields of Fatty Esters from Transesterfied Vegetables Oils*.
- Hikmah M. N., Zuliyana. (2013). *Pembuatan Metil Ester (Biodisel) dari Minyak Dedak dan Metanol dengan Proses Esterifikasi dan Trans Esterifikasi*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UNDIP Semarang.
- Aziz, I., Nurbayati, S., Luthfina, F. (2015). *Pemurnian Gliserol dari Hasil Samping Pembuatan Biodiesel Menggunakan Bahan Baku Minyak Goreng Bekas*. Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta, Jurnal : 157-162.
- Wahyu, M.S., Nurrahmaningsih, L., Fitrianti, P., Sando, A., James, J.R. (2018). *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik*. Jurnal Prodi Teknik Kimia UPN Veteran Yogyakarta, Vol. 15, No. 1.
- Kembaryanti, P.S., Supranto, Sudiyo, R. (2012). *Studi Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa (Coconut Oil) dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik*. Jurnal Rekayasa Proses, Vol 6, No 1.
- Purwanto, A., Utami, A.R. (2011). *Kajian Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Biji Bintaro (Cerbera odollam Gaertn) dengan*

- Metode Transesterifikasi.* Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Skripsi.
- Shimmamah, S.N.C. (2017). *Karakterisasi Unjuk Kerja Mesin Diesel Generator Set Sistem Dual Fuel Biodiesel Minyak Sawit dan Syngas dengan Penambahan Preheating sebagai Pemanas Bahan Bakar.*
- Sudradjat R., Suhirman, D., Setiawan. (2007). *Pembuatan Biodiesel dari Biji Nyamplung berasal dari Kebumen.* Penelitian Hasil Hutan Vol 25 No. 1, 41-56.
- Sunu R., Puspitaningati, Permatasari, R., Gunardi I.J. (2013). *Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit Dengan Menggunakan Katalis Berpromotor Ganda Berpenyangga γ -Alumina (CaO/KI/ γ -Al₂O₃) Dalam Reaktor Fluidized Bed.* JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 2, Fakultas Teknologi Industri, ITS Surabaya.
- Kusumaningsih, T., Pranoto, Saryoso R. (2006). *Pembuatan Bahan Bakar Biodiesel dari Minyak Jarak; Pengaruh Suhu dan Konsentrasi KOH pada Reaksi Transesterifikasi Berbasis Katalis Basa,* Bioteknologi 3 (1): 20-26, Jurusan Kimia FMIPA UNS Surakarta.