

Pembuatan Biodiesel Dari Asam Lemak Hasil Ekstraksi Maserasi Biji Alpukat (*Persea americana Mill.*) Dengan Katalis KOH dan H₂SO₄ dan Perbandingan Minyak Metanol

Sri Redjeki S^{1*}, Henny Rochaeny²

¹Program Studi Penjaminan Mutu Industri Pangan, Politeknik AKA Bogor
Jl. Pangeran Sogiri No.283, Tanah Baru, Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16154

²Program Studi Analisis Kimia, Politeknik AKA Bogor
Jl. Pangeran Sogiri No.283, Tanah Baru, Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16154

^{*}Email: sriredjekiset@gmail.com

(Received : 3 Juli 2021; Accepted: 7 Juli 2021; Published: 2 Agustus 2021)

Abstrak

*Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif yang berasal dari nabati yang tergolong dapat diperbarui berupa biji-bijian dan biji buah-buahan. Biji alpukat (*Persea americana Mill.*) melalui proses maserasi dan ekstraksi pada suhu 70°C selama 4 jam menghasilkan minyak biji alpukat. Kandungan Free Fatty Acid (FFA) dapat digunakan pada proses esterifikasi untuk menghasilkan metil ester dengan perbandingan minyak dan metanol pada proses transesterifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh katalisator KOH dan H₂SO₄ dan perbandingan minyak dan metanol pada pembuatan biodiesel dari biji alpukat. Parameter karakteristik biodiesel yang dianalisis meliputi densitas, viskositas, asam lemak bebas dan bilangan asam, sesuai dengan SNI 04-7182-2015 dan gugus fungsional secara Fourier Transform Infrared (FTIR). Biodiesel biji alpukat hasil proses esterifikasi dan transesterifikasi dengan katalisator KOH dan H₂SO₄, mempunyai bilangan asam 0,354 mgKOH/gram untuk perbandingan 1:5 dan 0,473 mgKOH/gram untuk perbandingan minyak etanol 1:7, viskositas sebesar 3,3 mm²/s dan 4,1 mm²/s. Berdasarkan spektra FTIR pada perbandingan bobot minyak : etanol (1 : 5) dan 1:7 menunjukkan kemiripan adanya gliserida.*

Kata kunci: *Biji alpukat (*Persea Americana Mill.*); biodiesel; ekstraksi maserasi*

Abstract

*Biodiesel is an alternative fuel derived from vegetable which is classified as renewable in the form of seeds and fruit seeds. Avocado seeds (*Persea americana Mill.*) went through a maceration and extraction process at 70°C for 4 hours to produce avocado seed oil. The content of Free Fatty Acid (FFA) can be used in the esterification process to produce methyl esters with a ratio of oil and methanol in the transesterification process. This study aims to determine the effect of KOH and H₂SO₄ catalysts and the ratio of oil and methanol on the manufacture of biodiesel from avocado seeds. The biodiesel characteristic parameters analyzed include density, viscosity, free fatty acids and acid number, according to SNI 04-7182-2015 and functional groups by FTIR. Avocado seed biodiesel from the esterification and transesterification process with KOH and H₂SO₄ catalysts, has an acid number of 0.354 mgKOH/gram for a ratio of 1:5 and 0.473 mgKOH/gram for a ratio of 1:7 ethanol oil, viscosities of 3.3 mm²/s and 4.1 mm²/s. Based on the Fourier Transform Infrared (FTIR) spectra, the ratio of oil: ethanol (1: 5) and 1:7 weights showed the similarity of the presence of glycerides.*

Keywords: *Avocado seeds (*Persea Americana Mill.*); biodiesel; extraction maseration*

PENDAHULUAN

Pemerintah saat ini sedang menggalakkan bahan bakar minyak non fosil dari bahan nabati (BBN) umumnya yang sudah lama digunakan, dibuat dari kelapa sawit untuk menghasilkan biodiesel. Biodiesel adalah adalah bioenergi atau bahan bakar nabati yang dibuat dari minyak nabati, turunan tumbuh-tumbuhan yang banyak tumbuh di Indonesia, seperti kelapa sawit, kelapa, kemiri, jarak pagar, nyamplung, kapuk, kacang tanah dan masih banyak lagi tumbuh-tumbuhan yang dapat memproduksi bahan bakar nabati (BBN).

Dari sudut pandang ilmu lingkungan, penggunaan biodiesel dapat mengurangi efek rumah kaca karena kandungan oksigen yang lebih tinggi daripada solar sehingga pembakaran lebih sempurna. Gas rumah kaca seperti karbon monoksida yang memiliki efek rumah kaca tinggi dapat diminimalkan, karena fungsi pelumasan biodiesel yang baik. Karena biodiesel dari tanaman yang bersifat penyerap CO₂, maka neraca karbon dengan adanya menghasilkan emisi CO₂ seimbang dengan penyerapannya.

Upaya pemerintah dalam menyediakan energi alternatif tersebut dihadapkan pada realita nasional yaitu adanya penurunan produksi sebagai akibat dari usia sawit yang sudah sangat tua diatas 25 tahun, terutama sawit rakyat yang waktunya dilakukan peremajaan secara masal dalam upaya ketersediaan bahan baku. Program *replanting* (peremajaan) sawit rakyat belum maksimal berjalan karena terkendala masalah legalitas dan status lahan petani.

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Kelebihannya adalah mengurangi emisi gas buang yang meliputi emisi hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), sulfur oksida (SO), dan partikel-partikel lainnya (Joshi *et al.*, 2007), memiliki angka setana (CN) yang cukup tinggi dan pelumasan yang sangat baik dengan titik nyala yang relatif tinggi pada 154°C, dan biodegradable. (Smith *et al.*, 2010)

Berdasarkan data Kementerian Energi Sumber Daya Mineral (ESDM) produksi biodiesel nasional pada tahun 2018 sebesar 6,17 juta kilo liter. Jumlah tersebut naik 80,56% dari tahun 2017 sebesar 2,4 juta kilo liter. Sementara produksi biodiesel hingga November 2019 telah mencapai 9,62 juta kilo liter. Jumlah kebutuhan bahan bakar nabati berupa *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) tahun 2020 meningkat 45%. (Kementerian ESDM, 2019) Maka diperlukan inovasi dalam menghasilkan bahan bakar dari bahan alami terbarukan, seperti biji jarak pagar, biji nyamplung dan masih banyak lagi biji buah yang mengandung *Free Fatty Acid* (FFA).

Sudrajat *et al.* (2007) telah melakukan penelitian pembuatan biodiesel dari biji nyamplung, hasil penelitiannya menunjukkan proses esterifikasi minyak nyamplung yang

optimum diperoleh pada suhu 60°C dengan katalis asam klorida 6% dan rasio mol metanol:FFA 20:1, lama reaksi 1 jam dan kecepatan pengadukan 400 rpm. Biodiesel yang dihasilkan mempunyai kualitas yang belum stabil dengan bilangan asam berkisar antara 0,6172 – 1,8403 mgKOH/gram.

Sudrajat *et al.* (2008) juga melakukan penelitian pembuatan biodiesel dari biji jarak pagar. Hasil analisis optimasi kondisi proses esterifikasi menunjukkan kondisi optimum proses esterifikasi terjadi pada konsentrasi zeolit 3,1 %, waktu reaksi 121 menit dan konsentrasi metanol 11,34%, yang menghasilkan bilangan asam 3,42 mg KOH/ g. Biodiesel yang dihasilkan memiliki kualitas tidak sesuai SNI karena tingginya bilangan asam.

Biji alpukat memiliki kadar minyak 25,13 %, kandungan FFA sebesar 9,285% dengan bilangan asam 0,1847 mgKOH/gr dihasilkan penelitian Prasetyowati *et al.*, (2010). Analisis komposisi asam lemak minyak biji alpukat menunjukkan komponen asam lemak yang dominan adalah asam lemak tidak jenuh jamak yaitu asam linoleat sebesar 47,3531% (b/b), asam lemak jenuh berupa asam palmitat sebesar 20,3439% (b/b), dan asam lemak tidak jenuh tunggal yaitu asam oleat sebesar 15,8823% (b/b). (Atikah *et al.*, 2016)

Di dalam minyak biji alpukat terdapat *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) yang dapat ditransformasi menjadi biodiesel melalui reaksi esterifikasi dan dilanjutkan dengan transesterifikasi. Nila *et al.*, (2019) telah melakukan penelitian pemanfaatan biji buah alpukat sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

Biodiesel yang dihasilkan sesuai dengan SNI melalui proses esterifikasi dan transesterifikasi dengan katalis basa kuat dan asam dan penggunaan pelarut metanol dengan perbandingan masa 1:6. Akan dicoba menggunakan perbandingan 1:3, 1:5 dan 1:7 dengan katalis yang sama.

Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui pengaruh katalisator KOH dan H₂SO₄ dan perbandingan minyak dan metanol pada pembuatan biodiesel dari biji alpukat (*persea americana Mill.*)

Minyak hasil sintesis (biodiesel) akan dilakukan karakterisasi dengan menggunakan *Spectrofotometer Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk melihat perubahan ikatan yang terbentuk sebagai bukti sintesis biodiesel berhasil dilakukan dan karakteristik kandungan metil ester pada biodiesel dengan. Untuk mengetahui spesifikasi karakteristik minyak biji alpukat dan biodiesel dianalisis sesuai dengan metode standar SNI 04-7182-2015.

METODE PENELITIAN

Pembuatan Minyak Biji Alpukat

Persiapan bahan untuk ekstraksi minyak meliputi pengambilan buah alpukat berwarna merah coklat atau hijau tua yang sudah masak. Buah alpukat diambil bijinya, dikupas selaput kulitnya, diiris-iris tipis lalu dikering dalam oven pada suhu 40°C selama 30 jam. Pada biji buah yang sudah kering dibuat berukuran 25 mesh dengan menggunakan blender dan ayakan, kemudian dilakukan analisis proksimat. Ukuran partikel akan mempengaruhi rendemen yang dihasilkan, semakin kecil ukuran partikel, maka rendemen minyak yang didapat akan semakin banyak.

Biji buah yang sudah halus diekstraksi dilakukan menggunakan pelarut n-heksana melalui pemanasan dengan perbandingan biji alpukat : pelarut 1:3 (w/v), yaitu 1kg : 3L selama 4 jam pada suhu pengadukan 60°C. Waktu ekstraksi, adalah kesempatan untuk bersentuhan antara bahan dengan pelarut, sehingga rendemen juga akan bertambah sampai titik jenuh larutan. (Purwanto A., 2011)

Penetapan Parameter Uji

Penetapan Asam Lemak Bebas (ALB) dari minyak biji alpukat, penetapan kandungan Air pada minyak biji alpukat, pengukuran viskositas (η) sesuai SNI 04-7182-20015, pH biodiesel, karakteristik gugus fungsi minyak biji alpukat dengan FTIR

Pembuatan Biodiesel

Pembuatan biodiesel dilakukan dengan menggunakan dua tahapan, yaitu tahapan esterifikasi dan tahapan transesterifikasi. Pada tahapan esterifikasi dilakukan dengan cara menimbang 100 g minyak biji alpukat ditambahkan H_3PO_4 , selanjutnya dipanaskan pada suhu 70°C selama 1 jam. Campuran diendapkan selama 12 jam dalam corong pemisah. Bagian atas dilanjutkan untuk proses esterifikasi melalui penambahan metanol dan pemanasan pada suhu 70°C dan pengadukan stirer selama 1 jam, kemudian suhu diturunkan sampai 50°C untuk penambahan katalis H_2SO_4 , pemanasan dilanjutkan selama 30 menit. Campuran dimasukkan ke dalam corong pemisah dan dicuci dengan air hangat. Bagian bawah dibuang dan bagian atas digunakan untuk proses lanjutan ke tahapan transesterifikasi untuk variasi rasio mol minyak: methanol = 1:3; 1:5 dan 1:7.

Pada tahapan transesterifikasi, katalis KOH sebanyak 2% dari bobot minyak

ditambahkan ke minyak dan methanol 1 : 3, kemudian campuran ini dipanaskan pada suhu 60°C dengan pengadukan selama 1 jam. Campuran ini ditambah H_2SO_4 sebanyak 2% dari bobot minyak, pemanasan dilanjutkan 30 menit lagi. Selanjutnya campuran dimasukkan ke dalam 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. (Sudradjat, dkk., 2007)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar dan Tabel

Hasil ekstraksi maserasi menunjukkan bahwa biji alpukat memiliki komposisi proksimat yang baik seperti: kadar karbohidrat, kadar lemak, kadar protein, kadar abu dan kadar serat. Adapun komposisi proksimat biji alpukat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Analisis Proksimat Minyak Biji Alpukat (g/100g sampel kering)

Variabel	Jumlah
Moisture	9,92±0,01
Lemak	16,54±2,10
Protein	17,94±1,40
Serat	3,10±0,18
Abu	2,40±0,19
Karbohidrat	48,11±4,13

Kadar lemak pada Tabel 1 hanya 16,54%, dominan kadar karbohidrat 48,11%, dapat digunakan untuk pembuatan tepung kueh. Kadar abu pada biji alpukat 2,40% mineral pada biji alpukat sangat kecil, lebih banyak kadar protein 17,944% dan kadar serat hampir sama dengan kadar abu 3,10%.

Sifat Fisika dan Kimia Minyak Biji Alpukat

Analisis yang dilakukan diantaranya, analisis densitas, viskositas, dan *Free Fatty Acid* (FFA) dan bilangan peroksida. Hasil analisis minyak yang diperoleh pada suhu ekstraksi 70°C selama 4 jam dengan massa biji 100 gram dan volume pelarut 300 ml heksana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat Fisika dan Kimia Minyak Biji Alpukat

Sifat Fisika dan Kimia	Hasil
Warna pada 30°C	Coklat
Densitas pada 30°C (g/mL)	tua
Viskositas (cSt)	0,76
Rendemen (%)	3,65
% FFA	2,5
Bilangan Peroksida (meg/g)	11,26
	0,682

Prasetyowati et al, (2010) melakukan ekstraksi minyak biji alpukat menggunakan pelarut n-heksana, diperoleh densitas sebesar 0,6951-0,7676 gr/ml; viskositas sebesar 0,826-4,55 cSt dan % FFA sebesar 7,027-9,283%. Densitas dari minyak biji alpukat dengan n-heptana masih berada dalam rentang densitas yang telah dilaporkan. Sedangkan viskositas yang dihasilkan (konversi cP ke cSt) sebesar 0,606 cSt berada dibawah rentang viskositas yang telah dilaporkan. Ketika panas diberikan pada cairan, molekul-molekul kemudian dapat bergerak bebas dengan mudah yang mengakibatkan viskositas cairan berkurang. Suhu ekstraksi dengan pelarut n-heksana 70°C tidak merusak komposisi minyak, dengan demikian pelarut n-heksana tidak berpengaruh terhadap viskositas minyak yang dihasilkan. Kemudian untuk % FFA yang dihasilkan, lebih tinggi dibanding dengan hasil penelitian Prasetyowati. Perbedaan kuantitatif ini dapat disebabkan karena perbedaan geografi tempat asal tumbuhan dan faktor lain seperti

kematangan dan proses pemanenan. Jika biji alpukat akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dengan % FFA besar dari 2%, minyak biji alpukat memerlukan proses esterifikasi terlebih dahulu untuk mengubah FFA menjadi metil ester dengan transesterifikasi.

Komposisi Asam Lemak Minyak Biji Alpukat

Komposisi asam lemak dari minyak biji alpukat yang diperoleh pada suhu ekstraksi 70 °C selama 4 jam dianalisis dengan menggunakan instrumentasi GC. Data komposisi asam lemak disajikan kembali pada Tabel 3, maka dapat ditentukan berat molekul FFA minyak biji alpukat adalah 276,224 g/mol. Komponen asam lemak yang dominan adalah asam lemak tidak jenuh jamak yaitu asam linoleat sebesar 47,3531% (b/b), asam lemak jenuh berupa asam palmitat sebesar 20,3439% (b/b), dan asam lemak tidak jenuh tunggal yaitu asam oleat sebesar 15,8823% (b/b).

Tabel 3. Komposisi Asam Lemak Minyak Biji Alpukat

Asam Lemak	Komposisi (%)
Asam Miristat (14:0)	1,4120
Asam Palmitat (16:0)	20,3438
Asam Palmitoleat (16:1)	2,7729
Asam Stearat (18:0)	1,2328
Asam Oleat (18:1)	15,8823
Asam Linoleat (18:2)	47,3531
Asam Linolenat (18:3)	4,9721
Asam Arachidat (20:0)	1,8139
Asam Gadoleat (20:1)	4,2160

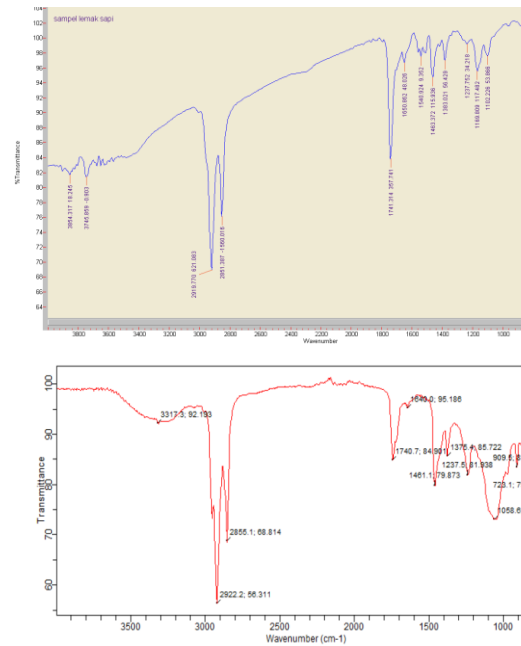
Tabel 4. Rasio Asam Lemak Minyak Biji Alpukat

Asam Lemak	Rasio
Asam Lemak tak jenuh/Jenuh	3,03
Asam Lemak tak Jenuh Jamak/Jenuh	2,11
Asam Oleat/Linoleat	0,34
Asam linoleat/Linolenat	9,52

Tabel 4. menunjukkan rasio asam lemak dari minyak biji alpukat. Rasio antara asam lemak tak jenuh terhadap asam lemak jenuh adalah 3,03 dan rasio antara asam lemak tak jenuh jamak terhadap asam lemak jenuh adalah 2,11. Bora et. al (2001) menyajikan rasio yang lebih rendah yaitu 2,07 dan 1,44. Dalam hubungan rasio asam oleat terhadap asam linoleat dinyatakan sebuah parameter yang berperan dalam umur penyimpanan minyak. Rasio asam oleat terhadap asam linoleat pada penelitian ini yaitu 0,34. Sedangkan rasio asam linoleat dengan asam linolenat (C18:2/C18:3) diperoleh sebesar 9,52 yang lebih tinggi dibandingkan dengan perolehan Bora dan Galvao berturut-turut yaitu 5,92 dan 2,95. Bora et al, 2001 menyatakan bahwa rasio antara asam linoleat dan linolenat yang tinggi dapat berperan dalam menurunkan trigliserida dan HDL dalam plasma darah, maka minyak biji alpukat yang dihasilkan berkhasiat untuk kesehatan.

Identifikasi FTIR Minyak biji alpukat

Ada kemiripan spektrum antara asam lemak sapi dan asam lemak biji alpukat pada bilangan gelombang, dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 1. Spektrum FTIR asam lemak sapi (atas) dan asam lemak biji alpukat (bawah)

Tabel 5. Bilangan Gelombang dan Gugus Fungsional dari Asam Lemak

Spektrum lemak sapi cm^{-1}	Sektrum lemak biji alpukat cm^{-1}	Gugus fungsi	Keterangan
3464	3317,3	O-H	Karboksilat
2916	2922,2	-CH (CH3)	Intensitas kuat
2854	2855,1	-CH(CH2)	Vibrasi ulur
1743	1740,7	-C=O (Ester)	Ikatan Ester
1458	1440,2	-CH2-CH3	Vibrasi ulur
1373	1375,4	-CH (CH3)	Vibrasi tekuk keluar
1234	1237,5	-CO, -CH2	Karboksilat
1165	1158,6	CO, CH2	Karboksilat
1103	1058,6	-CO	Karboksilat
964	909,5	-CH=CH trans	Lemak trans
725	723,1	-CH=CH cis	Lemak Cis

Lemak sapi dan lemak babi memiliki serapan yang sama pada bilangan gelombang 2916 cm^{-1} dan 2854 cm^{-1} yang merupakan karakteristik dari vibrasi ulur metilena (-CH2-) dan metil (-CH3). Hal tersebut memiliki kesesuaian dengan hasil yang dikemukakan oleh Hasanah (2015) bahwa pita serapan metilena dan metil diperkuat oleh pita serapan pada bilangan gelombang 1465 cm^{-1} dan 1373 cm^{-1} yang muncul pada kedua jenis lemak dengan intensitas pita serapan yang lebih besar pada asam lemak sapi. Pita serapan daerah 3400-4000 cm^{-1} , pita lemak sapi menunjukkan serapan pada bilangan gelombang 3464 cm^{-1} sedangkan pada lemak biji alpukat menunjukkan pita serapan pada bilangan gelombang 3317,3 cm^{-1} dengan puncak relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan lemak sapi, yang menunjukkan adanya ikatan O-H dari karboksilat (Vacawati et al, 2013).

Perbedaan yang jelas terdapat pada daerah bilangan gelombang 3010-3000 cm^{-1} yang merupakan vibrasi ulur dari pita serapan C=CH cis. Asam Lemak biji alpukat memiliki pita serapan relatif lebih tinggi dibandingkan dengan pita serapan

asam lemak sapi. Tingginya puncak serapan lemak biji alpukat tersebut menunjukkan kandungan lemak tak jenuh terutama asam linoleat yang berkontribusi pada tingginya nilai absorbansi yaitu pada daerah C-H vibrasi ulur dari ikatan rangkap cis (Che Man dan Mirghani, 2001). Hal ini sesuai dengan penelitian Irwandi (2003) bahwa untuk sampel lemak babi, kandungan asam lemak tidak jenuh ganda (*Polyunsaturated Fatty Acid*) atau PUFA seperti asam linoleat dan asam linolenat jauh lebih besar dibanding asam lemak jenuh tunggal (*Mono Unsaturated Fatty Acid*) atau MUFA.

Daerah bilangan gelombang 1120-1095 cm^{-1} , sampel asam lemak biji alpukat menunjukkan adanya tumpang tindih dari dua peak dengan absorbansi maksimum pada bilangan gelombang 1172 cm^{-1} dan 1103 cm^{-1} . Hal ini diperkuat oleh penelitian Irwandi, (2003) dan Hasanah, (2015) bahwa tumpang tindih pada daerah bilangan gelombang tersebut menunjukkan adanya perbedaan kandungan asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh dari masing-masing sampel. Titik lain juga muncul pada pita daerah bilangan gelombang 964

cm⁻¹ yang merupakan vibrasi tekuk keluar bidang dari -HC=CH. Pada sampel lemak sapi menunjukkan pita serapan yang relatif lebih tinggi dibanding biji alpukat, karena kandungan lemak trans pada sampel lemak sapi jauh lebih besar dibandingkan dengan sampel lemak biji alpukat. Hal ini sesuai dengan standar ketetapan AOCS (American Oil Chemists' Society) (2005), dimana rentang bilangan gelombang IR pada daerah 975 - 960 cm⁻¹ merupakan dasar dari metode kuantisasi lemak trans dalam sampel lemak atau minyak (Richard Crowley, 2006).

Pembuatan Biodiesel Biji Alpukat

Minyak biji alpukat setelah diperoleh, dilakukan proses esterifikasi dan proses transesterifikasi untuk pembuatan biodiesel. Pembuatan biodiesel menggunakan larutan etanol dengan perbandingan bobot minyak : etanol adalah 1:3, 1:5 dan 1:7. Parameter yang diukur adalah pH, %FFA, Bilangan peroksida, viskositas, masa jenis dan indentifikasi gugus fungsi menggunakan FTIR.

Hasil pengukuran pH bioediesel untuk proses esterifikasi dan proeses transesterifikasi dan rendemen dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data pH esterifikasi dan transesterifikasi dan Rendemen

Senyawa	pH Esterifikasi	pH Transesterifikasi	Rendemen %
Minyak biji alpukat	7	7	2,5
Minyak : etanol = 1 : 3	4	7	60
Minyak : etanol = 1 : 5	4	7	40
Minyak : etanol = 1 : 7	4	7	40

Nilai pH biodiesel biji alpukat ada di dalam range pH 6 – 8, yaitu hasil akhir setelah transesterifikasi sebesar 7, nilai pH yang tidak akan merusak mesin jika digunakan, tidak pada suasana asam dan tidak pada suasana basa.

Bilangan asam lemak bebas (FFA) dan bilangan asam dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Data %FFA, Bilangan Asam dan Viskositas Biodisel Biji Alpukat

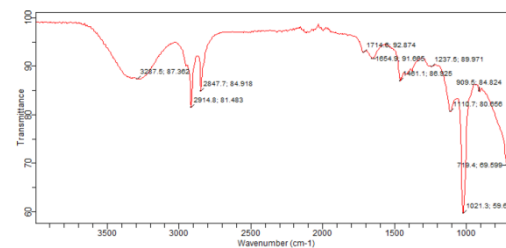
Senyawa	% FFA	Bilangan Asam	Viskositas (mm ² /s)
Minyak biji alpukat	11,26	0,682 mgKOH/g	4,9
Minyak : etanol = 1 : 3	5,98	0,574 mgKOH/g	3,9
Minyak : etanol = 1 : 5	3,46	0,354 mgKOH/g	3,3
Minyak : etanol = 1 : 7	4,89	0,473 mgKOH/g	3,5
SNI 04-7182-		maks 0,5	2,3 – 6,0

Bilangan asam yang rendah menunjukkan bahwa kandungan asam lemak bebas (FFA) dalam biodiesel juga rendah dapat dilihat pada Tabel 7. Apabila kandungan bilangan asam tinggi maka telah terjadi kerusakan akibat oksidasi selama penyimpanan (Lamria, 2006). Selain itu, bilangan asam merupakan indikator penting dalam pembuatan biodiesel, semakin rendah bilangan asam maka semakin sedikit asam lemak bebas (FFA) yang terkandung didalam biodiesel (Padil *et al.*, 2012).

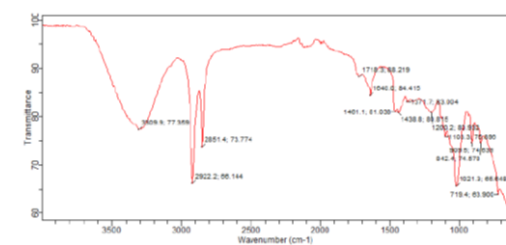
Nilai bilangan asam berbahan baku minyak biji alpukat sebesar 0,354 mgKOH/gram untuk perbandingan 1:5 dan 0,473 mgKOH/gram untuk perbandingan minyak:etanol 1:7. Nilai tersebut memenuhi standar SNI 04-7182-2015 biodiesel ialah sebesar 0,5 mgKOH/gram. Bilangan asam yang rendah atau sesuai dengan standar maka akan mencegah terjadinya penyumbatan pada injektor mesin yang dapat diakibatkan dari timbulnya kerak (Meisandi, 2013).

Viskositas biodisel harus sesuai standar terkecil 2,3 mm²/s agar bahan bakar mudah mengalir dan menghasilkan pembakaran yang kontinyu juga mudah pengkabutan. Biodisel hasil dari perbandingan minyak:etanol paling rendah pada 1:5 sebesar 3,3 mm²/s dan untuk perbandingan 1:7 diperoleh viskositas sebesar 3,5 mm²/s. Bila viskositas terlalu rendah, dapat membentuk jelaga sehingga tidak dapat masuk ke dalam silinder mesin. Besarnya viskositas dipengaruhi oleh antara lain komposisi asam lemak (metil ester) yang terkandung dalam biodiesel.

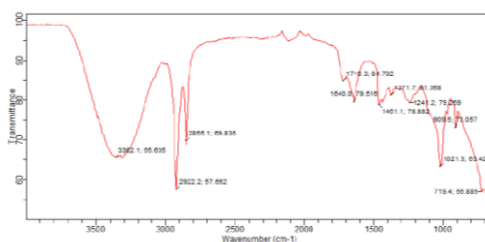
Identifikasi Gugus Fungsional Biodiesel Biji Alpukat



Gambar 2. Spektrum Biodiesel Biji Alpukat perbandingan 1 : 3



Gambar 3. Spektrum Biodiesel Biji Alpukat perbandingan 1 : 5



Gambar 4. Spektrum Biodiesel Biji Alpukat perbandingan 1 : 7

Tabel 8 Spektrum Biodiesel Biji Alpukat perbandingan 1 : 3, 1 : 5 dan 1 : 7

Perbandingan 1:3	Perbandingan 1:5	Perbandingan 1:7	Gugus Fungsi
3267,5	3309,9	3302,1	O-H
2914,8	2922,2	2922,2	-CH (CH ₃)
2847,7	2851,4	2855,1	-CH(CH ₂)
1714,5	1718,3	1710,2	-C=O (Ester)
1654,9	1640,2	1640,2	-CH ₂ -CH ₃
	1438,8		
1401,1	1401,1	1401,1	-CH (CH ₃)
	1371,7	1371,7	-CO, -CH ₂
1237,5	1200,2	1241,2	CO, CH ₂
1110,7	1101,3	1110,7	-CH ₃
1021,3	1021,7	1021,7	-CO
909,5	905,5	909,5	-CH=CH trans
719,4	719,4	719,4	-CH=CH cis

Bilangan gelombang dari masing-masing spektrum Gambar 2, 3 dan 4 dapat dilihat pada Tabel 8, terlihat perbedaan pada intensitas dari bilangan gelombang sekitar 3300 cm^{-1} .

Spektrum FTIR 1425–1447 cm^{-1} untuk CH_3 ikatan asimetrik dan 1188–1200 untuk O- CH_3 *stretching*, pada semua spektrum IR biodiesel, sangat jelas menunjukkan the transformasi dari lemak nabati menjadi biodiesel, sedangkan pita IR perbandingan 1:3 pada Gambar 2 kurang lengkap dibandingkan dengan perbandingan 1:5 pada Gambar 3. Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan spektrum IR biodiesel. Beberapa pita yang mirip, seperti pita IR pada daerah 1370–1400 cm^{-1} untuk O- CH_2 gugus dari gliserida (misal trigliserida, digliserida, and monogliserida) ada pada IR spektra perbandingan 1:5 dan perbandingan 1:7, sesuai dengan teori spektroskopi Infra merah.

KESIMPULAN

Minyak biji alpukat hasil ekstraksi secara maserasi pada suhu 70°C selama 4 jam diperoleh minyak dengan rendemen 2,5%, densitas 0,7618 g/mL, dengan rasio asam linolenat/linoleat sebesar 9,52, warna coklat dan hasil identifikasi gugus fungsional FTIR menunjukkan hasil mirip dengan spektra FTIR asam lemak sapi.

Biodiesel biji alpukat hasil proses esterifikasi dan transesterifikasi dengan katalisator KOH dan H_2SO_4 , mempunyai bilangan asam 0,354 mgKOH/gram untuk perbandingan 1:5 dan 0,473 mgKOH/gram untuk perbandingan minyak etanol 1:7, viskositas sebesar 3,3 mm^2/s dan 4,1 mm^2/s . Berdasarkan spektra FTIR pada perbandingan bobot minyak : etanol (1 : 5) dan 1:7 menunjukkan kemiripan adanya gliserida.

DAFTAR PUSTAKA

- Atikah Risyad, Resi Levi Permadani, Siswarni MZ. (2016). Ekstraksi Minyak Dari Biji Alpukat (*Persea Americana Mill*) Menggunakan Pelarut N-Heptana Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia, *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 5, No. 1 (Maret 2016) hal 34 – 39
- Bora, Pushkar S., Narain, Narendra, et. al. (2001), Characterization of the Oils from The Pulp and The Seed of Avocado. *Grasas y Aceites* Vol. 52, Fasc. 3-4, 2001.
- Budiman, A., R.D. Kusumaningtyas, Y. S. Pradana, dan N. A. Lestari. (2014). Biodiesel Bahan Baku, Proses dan Teknologi. *Gadjah Mada University Press*. Yogyakarta.
- Che Man Y. B. dan Mohamed E. S. Mirghani. (2001). Detection of lard mixed with body fats of chicken, lamb, and cow by Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 78(7):753-761, DOI:10. 1007/s11746-001-0338-4
- Irwan Syambudi. (2019). Jokowi Sebut Program B30 Bisa Menghemat Devisa Hingga Rp 63 Triliun Baca selengkapnya di artikel "Jokowi Sebut Program B30 Bisa Menghemat Devisa Hingga Rp63 Triliun", <https://tirto.id/eoDD>, diakses 5/02/2020 jam 02.15
- Joshi R. M. dan M. J. Pegg (2007). Flow properties of biodiesel fuel blends at low temperatures" *Fuel*, vol. 86, no. 1-2, pp. 143-151.
- Kasim R. (2012). Esterifikasi Asam Lemak Bebas pada campuran asam oleat dan minyak sawit murni menggunakan Microwave".

- Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo.
- Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor : 148 K/10/DJE/2019, tentang Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel
- Lamria, I.R. (2006). Biodiesel dari minyak biji teh. *J. Kim. Dan Kemasan* 0, 32–38. <https://doi.org/10.24817/jkk.v0i0.3283>. 4 Maret 2020
- Meisandi, C.T. (2013). Pembuatan Biodiesel Dari Biji Alpukat (*Persea americana*) Melalui Proses Transesterifikasi.
- Monica, F. (2006). Pengaruh pemberian air seduhan serbuk biji alpukat (*Persea americana* Mill.) terhadap kadar glukosa darah tikus wistar yang diberi beban glukosa. Skripsi. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Nila T Berghuis, Prillizia D'ura Tamako dan Asep Supriadin, (2019), Pemanfaatan Limbah Biji Alpukat (*Persea americana* Mill) Sebagai Bahan Baku Biodiesel Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Komputer, Universitas Pertamina, al-Kimiya, Vol. 6, No. 1, Juni 2019/Syawwal 1440 H. hal 36 - 45
- Orhevba, B.A, Jinadu, A.O. (2011). Determination of Physico-Chemical Properties and Nutritional Contents of Avocado Pear (*Persea Americana* M.),” *SAVAP International Journal* Volume 1, Issue 3.
- Padil, P., S. Wahyuningsih, & A. Awaluddin. (2012). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa melalui Reaksi Metanolisis Menggunakan Katalis CaCO_3 yang dipijarkan. *J. Nat. Indones*, 13:27–32. <https://doi.org/10.31258/jnat.13.1.27-32>.
- Peraturan Menteri ESDM no 41 tahun 2018 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel dalam kerangka pembiayaan oleh Badan Pengelolaan Perkebunan Kelapa Sawit
- Prasetyowati, Retno Pratiwi, Fera Tris O, (2010), Pengambilan Minyak Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill) dengan Metoda Ekstraksi, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UNSRI Palembang, *Jurnal Teknik Kimia* Vol. 17, No. 2, April 2010 : 16-24
- Purwanto, A., Anisa Rahmi Utami, (2011), Kajian Proses Produksi Biodiesel dari Minyak Biji Bintaro (*Cerbera odollam Gaertn*) dengan Metode Transesterifikasi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Skripsi
- Smith PC, Ngothai Y, Nguyen QD, and O'Neill BK, (2010), "Improving the low temperature properties of biodiesel, methods and consequences", *Renewable Energy*, vol. 35, no. 6, pp. 1145-1151, 2010.
- Sri Risnoyatiningih, (2010), Biodiesel From Avocado Seeds By Transesterification Process, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Jawa Timur, *Jurnal Teknik Kimia : Vol.5*, No.1, September 2010
- Sudradjat R, Suhirman, D Setiawan, (2007), Pembuatan Biodiesel dari Biji Nyamplung berasal dari Kebumen, *Penelitian Hasil Hutan* Vol 25 No. 1: 41-56
- Sudrajat, H. R. (2008). Memproduksi biodiesel jarak pagar. Jakarta : Penebar Swadaya
- Vacawati, W. D., Kuswandi, B. dan Wulandari L., (2013), Deteksi Lemak Babi dan Lemak Ayam menggunakan FTIR (Fourier Transform Infrared) dan Kemometrik sebagai Verifikasi Halal. Jember: Universitas Jember