

Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Alpukat (*Persea americana*) Melalui Proses Transesterifikasi Langsung

Shafira Dwita P.P.^{1,a)}, Zulmanelis^{2,b)}, Darsef^{3,c)}

^{1,2,3} Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Pemuda No.10 Rawamangun Jakarta, Indonesia

^{b)} zulmanelis@yahoo.com.

Informasi Artikel

Diterima pada tanggal
20/09/19

Direvisi pada tanggal
09/10/19

Diuupload pada tanggal
09/10/19

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum pembuatan biodiesel dari minyak biji alpukat melalui proses transesterifikasi langsung. Variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi waktu reaksi 8, 12, 16 dan 20 jam serta variasi perbandingan campuran heksana-metanol 1:2 dan 1:5. Katalis yang digunakan adalah H_2SO_4 sebesar 20% berat yang diimpregnasi ke dalam serbuk biji alpukat. Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum pembuatan biodiesel dari biji alpukat adalah pada waktu reaksi 16 jam dengan perbandingan campuran heksana-metanol 1:5. Volume akhir biodiesel yang didapatkan sebesar 1,6 mL dengan densitas sebesar $910,7 \text{ kg m}^{-3}$, viskositas kinematik sebesar 3,3051 cSt dan bilangan asam 1,9418 mg KOH g^{-1} lemak. Berdasarkan analisis GC-MS produk biodiesel dari kondisi optimum yang berhasil terkonversi adalah metil palmitat

Kata kunci: biji alpukat, biodiesel, metil ester, transesterifikasi langsung

Abstract

The aim of this study was to determine the optimum conditions of making biodiesel from avocado seed oil through a direct transesterification process. The variations used in this study were reaction time of 8, 12, 16 and 20 hours and hexane-methanol mixture of 1:2 and 1:5. The catalyst used was H_2SO_4 of 20% (wt) that has been impregnated into avocado seed powder. The results showed that the optimum conditions for making biodiesel from avocado seeds were at the reaction time of 16 hours with a hexane-methanol mixture ratio of 1:5. The final volume of biodiesel was 1.6 mL with a density of 910.7 kg m^{-3} , kinematic viscosity of 3.3051 cSt and acid number 1.9418 mg KOH g^{-1} . Based on GC-MS analysis of biodiesel products from the optimum conditions the resulted of fatty acid methyl ester is methyl palmitate.

Keywords: avocado seeds, biodiesel, direct transesterification, methyl ester.

1. Pendahuluan

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil untuk mesin diesel yang diproduksi dari minyak nabati maupun lemak hewan. Beberapa contoh minyak nabati yang biasa digunakan untuk pembuatan biodiesel diantaranya adalah minyak kelapa sawit, minyak kedelai, minyak kemiri dan lain-lain. Minyak nabati tersebut termasuk kedalam bahan yang dapat digunakan untuk kebutuhan pangan (*edible*), namun penggunaan bahan-bahan edible ini dinilai kurang efektif untuk memproduksi biodiesel. Hal ini dikarenakan adanya kompetisi dari segi pemanfaatannya. Dewasa ini biodiesel banyak diproduksi dari bahan non pangan (*non edible*) [1].

Salah satu bahan *non edible* yang berpotensi untuk digunakan dalam pembuatan biodiesel adalah biji alpukat. Berdasarkan penelitian, biji alpukat mengandung minyak sebesar 25,15% [2] hingga mencapai 34,63% [3]. Tanaman alpukat dapat tumbuh di daerah tropis dan tidak bergantung pada musim. Oleh karena itu, biji alpukat dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel karena mudah didapatkan dan harganya yang terbilang murah.

Pembuatan biodiesel secara konvensional melalui beberapa tahap yakni isolasi minyak dari tumbuhan atau hewan dan transesterifikasi. Proses transesterifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan katalis basa, namun apabila bahan baku memiliki bilangan asam yang tinggi diperlukan suatu langkah *pre-treatment*. Hal ini dilakukan untuk menurunkan kandungan asam lemak bebas menjadi metil ester dan disebut sebagai reaksi esterifikasi [4].

Pembuatan biodiesel secara konvensional tersebut dapat memakan biaya, waktu dan energi yang lebih besar. Sehingga diperlukan strategi yang dapat menghemat biaya, waktu dan energi dalam pembuatan biodiesel yakni dengan menggunakan metode transesterifikasi langsung dengan menggabungkan seluruh tahapan pembuatan biodiesel secara konvensional menjadi satu tahapan atau satu langkah. Biodiesel berhasil dibuat menggunakan metode transesterifikasi langsung dari bahan baku ampas biji kopi dengan rendemen sebesar 98,61% [5] dan dari larva lalat tentara hitam dengan rendemen sebesar 94,1% [6].

Pada proses transesterifikasi langsung, metanol berperan sebagai pereaksi sekaligus pelarut asam lemak. Penggunaan metanol sebagai pelarut sekaligus pereaksi ini menyebabkan isolasi lemak menjadi tidak sempurna. Oleh karena itu, dibutuhkan pelarut tambahan dengan sifat kepolaran yang mirip dengan asam lemak untuk menyempurnakan proses isolasi dan transesterifikasi seperti n-heksana, kloroform, aseton dan petroleum eter [6].

Berdasarkan penelitian tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan pembuatan biodiesel dari biji alpukat melalui proses transesterifikasi langsung dimana isolasi minyak, esterifikasi dan transesterifikasi dilakukan dalam satu tahapan menggunakan pelarut metanol yang dicampur dengan n-heksana sebagai pelarut tambahan.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji alpukat, methanol, n-heksana dan asam sulfat p.a 95-97%.

2.2 Tahap Pendahuluan

Biji alpukat dipotong kecil kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven selama 6 jam pada suhu 100 °C kemudian diblender dan diperoleh serbuk biji alpukat. Kemudian dilakukan ekstraksi minyak dari serbuk biji alpukat menggunakan metode sokletasi dengan pelarut n-heksana untuk diukur karakteristiknya.

2.3 Proses transesterifikasi langsung

Sebanyak 200 g sampel diimpregnasi dengan H₂SO₄ 20% kemudian dikeringkan dengan oven. Sampel yang sudah diimpregnasi dibungkus dengan kertas saring sebagai wadah membentuk silinder yang besarnya mengikuti bentuk thimble soklet yang telah dimodifikasi dengan aluminium tape untuk menjaga suhu reaksi selama proses berlangsung. Labu alas bulat 500 mL diisi dengan 300 mL campuran n-heksana dan metanol dengan perbandingan 1:2 dan 1:5. Proses transesterifikasi dilakukan dengan berbagai variasi waktu yaitu 8, 12, 16 dan 20 jam pada temperatur 70 °C. Kemudian campuran hasil reaksi diuapkan untuk memisahkan metanol dan n-heksana yang tidak bereaksi (sisa). Campuran yang tersisa disaring dan selanjutnya dipisahkan menggunakan corong pisah dengan menggunakan pelarut 20 mL dietil eter. Gliserol pada lapisan bawah dikeluarkan dari corong pisah. Pencucian ini dilakukan secara berulang hingga lapisan atas menjadi tidak berwarna. Lapisan atas dicuci kembali dengan 20 mL aqua DM untuk mengangkat sisa gliserol yang mungkin masih terbawa. Pencucian ini juga dilakukan berulang kali hingga lapisan bawah menjadi tidak berwarna. Lapisan atas kemudian diuapkan diatas *hotplate* pada suhu 70 °C di dalam lemari asam untuk menghilangkan kandungan eter dan n-heksana. Selanjutnya sampel yang didapatkan diukur volume, densitas, viskositas dan bilangan asamnya (AOAC 969.17) serta dikarakterisasi menggunakan GC-MS untuk melihat kandungan metil ester yang terbentuk.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pembuatan silika mesopori

Pada penelitian ini, dihasilkan minyak biji alpukat dari proses sokletasi 100g serbuk biji alpukat menghasilkan minyak dengan volume rata-rata sebesar 2,37mL (rendemen 2,26%). Jika dibandingkan dengan referensi yang mengatakan rendemen minyak biji alpukat sebesar 25,15% [2] hingga 34,63% [3], hasil ini terbilang cukup kecil. Perbedaan ini dapat disebabkan karena jenis buah alpukat, usia buah dan kondisi serta lingkungan tumbuh buah alpukat yang berbeda. Bilangan asam minyak biji alpukat ini masih cukup tinggi sehingga diperlukan esterifikasi untuk menurunkan kandungan asam lemak bebas yang terdapat pada minyak agar dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel. Karakterisasi minyak biji alpukat dilakukan dengan pengukuran densitas, viskositas dan bilangan asamnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

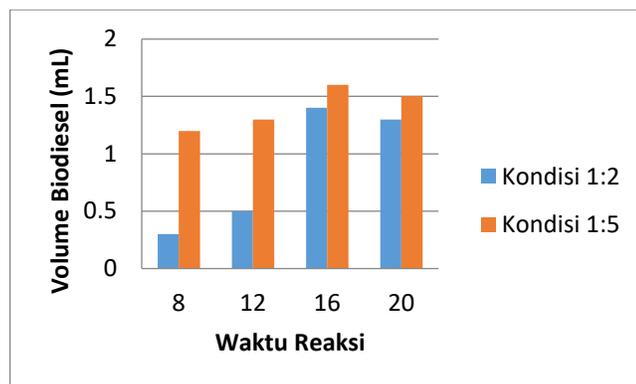
TABEL 1. Karakteristik Minyak Biji Alpukat

Karakteristik	Minyak Biji Alpukat
Densitas (40°C)	0,9538 g mL ⁻¹
Viskositas (40°C)	45,502 cSt
Bilangan Asam	6,47 mgKOH/g

3.2 Penentuan Kondisi Optimum Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Alpukat Melalui Proses Transesterifikasi Langsung

Proses transesterifikasi dilakukan dengan menggunakan katalis H₂SO₄ 20% (wt). Variasi waktu yang digunakan adalah 8, 12, 16 dan 20 jam dengan variasi rasio campuran pelarut heksana-metanol 1:2 dan 1:5. Produk yang dihasilkan pada kondisi rasio campuran heksana-metanol 1:5 lebih besar dibandingkan kondisi 1:2. Hal ini dikarenakan n-heksana berperan sebagai pelarut tambahan untuk menyempurnakan proses isolasi minyak sementara metanol sekaligus berperan sebagai pereaksi. Untuk itu, jumlah metanol yang lebih besar akan menghasilkan produk yang lebih banyak karena metanol yang bereaksi dengan trigliserida

semakin banyak. Perbandingan volume produk yang dihasilkan pada kondisi 1:2 dan 1:5 ditunjukkan pada Gambar 1.



GAMBAR 1. Perbandingan Volume Produk yang dihasilkan pada kondisi 1:2 dan 1:5

Berdasarkan Gambar 1 tersebut menunjukkan bahwa kondisi optimum pembuatan biodiesel dari biji alpukat adalah pada perbandingan campuran heksana-metanol 1:5 dengan waktu 16 jam karena menghasilkan volume produk yang paling tinggi yaitu mencapai 1,6 mL.

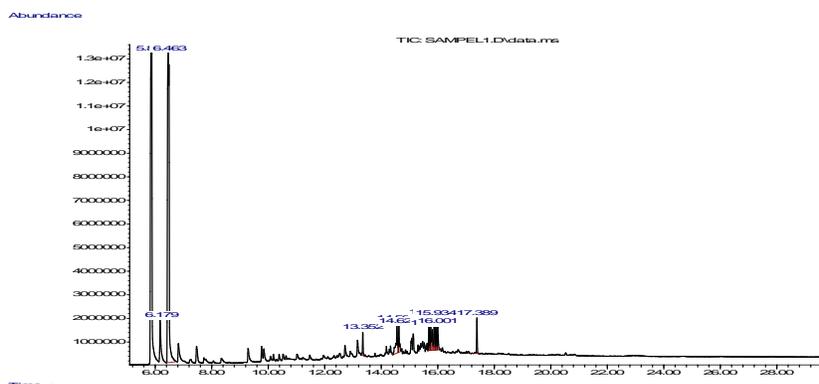
3.3 Penentuan Kualitas Produk Biodiesel dari Minyak Biji Alpukat pada Kondisi Optimum

Pengukuran karakteristik produk biodiesel dilakukan dengan menggunakan produk dari hasil kondisi optimum. Karakteristik produk yang diukur meliputi viskositas, densitas dan bilangan asam. Produk yang dihasilkan dari kondisi optimum juga digunakan untuk analisis GC-MS. Berdasarkan data yang diperoleh, densitas, viskositas dan bilangan asam produk biodiesel yang dihasilkan mengalami penurunan dari minyak kasar biji alpukat. Densitas produk biodiesel yang dihasilkan adalah sebesar $910,7 \text{ kg m}^{-3}$ namun belum memenuhi standar SNI yakni 890 kg m^{-3} . Viskositas produk biodiesel yang dihasilkan sebesar 3,3051 cSt sudah memenuhi standar SNI biodiesel. Sementara bilangan asam produk biodiesel yang dihasilkan sebesar $1,9418 \text{ mgKOH.g}^{-1}$. Bilangan asam ini masih terbilang cukup tinggi. Hal ini dapat disebabkan karena adanya asam lemak bebas yang belum bereaksi, maupun terbentuknya asam-asam rantai pendek akibat oksidasi dari asam lemak tak jenuh pada trigliserida sehingga mempengaruhi besarnya bilangan asam dan densitas produk yang dihasilkan.

Produk biodiesel yang dihasilkan juga dianalisis menggunakan GC-MS untuk mengetahui komposisi yang terkandung di dalam produk. Berdasarkan hasil analisis diperoleh 12 puncak yang signifikan dengan 4 puncak dominan yang memiliki similaritas indeks paling tinggi. Puncak pertama dengan waktu retensi 5,861, puncak kedua dengan waktu retensi 6,179, puncak ketiga dengan waktu retensi 6,463 dan puncak keempat dengan waktu retensi 13,336. Puncak pertama diindikasikan merupakan metil-3-asetilpropanoat dengan berat molekul 130 g mol^{-1} dan similaritas indeks sebesar 93. Pada puncak kedua terbentuk asam butanadioat yang merupakan senyawa dimetil ester dengan berat molekul sebesar 270 g mol^{-1} dan similaritas indeks 96. Puncak ketiga merupakan asam pentanoat, metil ester dengan berat molekul 144 g mol^{-1} dan similaritas indeks 96. Sementara pada puncak keempat merupakan asam heksadekanoat, metil ester dengan berat molekul 270 g mol^{-1} dan similaritas indeks 96 yang ditunjukkan pada Gambar 2.

TABEL 2. Karakteristik Produk Biodiesel dari Kondisi Optimum

Parameter Uji	Produk Biodiesel	SNI
Densitas (40°C)	910,7 kg.m ⁻³	850-890 kg.m ⁻³
Viskositas Kinematik (40°C)	3,3051 cSt	2,3-6,0 cSt
Bilangan Asam	1,9418 mgKOH.g ⁻¹	0,6 mgKOH.g ⁻¹

**GAMBAR 2.** Kromatogram Produk Biodiesel dari Biji Alpukat pada Kondisi Optimum

Berdasarkan data GC-MS tersebut, diindikasikan metil ester asam lemak yang berhasil terbentuk pada produk biodiesel dari biji alpukat adalah metil palmitat yang berasal dari asam palmitat di dalam minyak biji alpukat dengan komposisi sebesar 0,91% dari keseluruhan komponen senyawa yang terdapat dalam produk. Berdasarkan pengukuran sesuai luas area komponen, metil ester yang terkonversi sebesar 87,90% dimana 1,03% merupakan metil palmitat. Adapun metil propanoat dan metil pentanoat yang terbentuk pada produk adalah senyawa metil ester yang bukan merupakan turunan dari asam lemak penyusun trigliserida pada minyak biji alpukat. Adanya senyawa metil ester rantai pendek ini dapat disebabkan karena terbentuknya asam-asam karboksilat rantai pendek akibat reaksi oksidasi dari asam lemak tak jenuh penyusun trigliserida minyak biji alpukat sehingga metanol lebih mudah bereaksi dengan asam-asam tersebut dan menghasilkan metil ester rantai pendek dengan jumlah yang cukup besar.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa biodiesel dapat dibuat dari biji alpukat melalui proses transesterifikasi langsung dengan kondisi optimum pada waktu reaksi 16 jam dan perbandingan campuran heksana-metanol 1:5 dengan densitas sebesar 910,7 kg m⁻³, viskositas kinematik sebesar 3,3051 cSt dan bilangan asam sebesar 1,9418 mg KOH. Viskositas produk biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI dan hasil analisis GC-MS menunjukkan hanya terdapat satu metil ester asam lemak yang terkonversi yakni metil palmitat.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Ibu Zulmanelis dan Bapak Darsef selaku dosen pembimbing pada penelitian ini yang telah memberikan arahan dan bimbingan dengan ilmu Ibu dan Bapak sehingga peneliti dapat

menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Supamathanon N, Wittayakun J, Prayoonpokarach S. Properties of Jatropha seed oil from Northeastern Thailand and its transesterification catalyzed by potassium supported on NaY zeolite. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 2011 Mar 25;17(2):182-5.
- [2] Prasetyowati P, Pratiwi R. Pengambilan Minyak Biji Alpukat (*Persea Americana* Mill) dengan Metode Ekstraksi. *Jurnal Teknik Kimia*. 2010 Apr 1;17(2).
- [3] Utomo S. Pengaruh Konsentrasi Pelarut (N-heksana) Terhadap Rendemen Hasil Ekstraksi Minyak Biji Alpukat Untuk Pembuatan Krim Pelembab Kulit. *JURNAL KONVERSI*. 2016 Apr 15;5(1):39-47.
- [4] Sartika A, Nurhayati N, Muhdarina M. Esterifikasi Minyak Goreng Bekas dengan Katalis H₂so₄ dan Transesterifikasi dengan Katalis Cao dari Cangkang Kerang Darah: Variasi Kondisi Esterifikasi. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau*. 2015 Jan 7;2(1):178-85.
- [5] Liu Y, Tu Q, Knothe G, Lu M. Direct transesterification of spent coffee grounds for biodiesel production. *Fuel*. 2017 Jul 1;199:157-61.
- [6] Nguyen HC, Liang SH, Li SY, Su CH, Chien CC, Chen YJ, Huang DT. Direct transesterification of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) for biodiesel production. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 2018 Apr 1;85:165-9.