

Konsentrasi Katalis dan Suhu Optimum pada Transesterifikasi Minyak Biji Pepaya (*Carica papaya*) sebagai Bahan Baku Biodiesel

Aman Santoso*, Farashinta Nadia, Rini Retnosari, Anugrah Ricky Wijaya, Sumari Sumari, Ihsan Budi Rachman

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Indonesia.

Corresponding author: aman.santoso.fmipa@um.ac.id

Article history

Received: 17th June, 2020

Received in revised form: 18th July, 2020

Accepted: 29th July, 2020

DOI:

10.17977/um0260v4i12020p029

Kata-kata kunci:

Biji pepaya

Biodiesel

Transesterifikasi

Abstrak

Limbah biji pepaya di Indonesia melimpah dan mengandung minyak yang berpotensi ditrans-esterifikasi menjadi metil ester asam lemak. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan: (1) kondisi optimum sintesis metil ester dengan dua tahapan reaksi, (2) karakter campuran metil ester hasil transesterifikasi (3) potensi sebagai biodiesel serta komponen penyusunnya. Beberapa tahapan dalam penelitian ini adalah (1) isolasi minyak dari biji pepaya, (2) pembuatan metil ester asam lemak dari biji pepaya, (3) karakterisasi senyawa hasil sintesis yang meliputi sifat fisik : viskositas, indeks bias, densitas, uji bilangan asam, (4) penentuan komponen metil ester dilakukan dengan analisis hasil GC-MS. Kondisi optimum sintesis diperoleh pada konsentrasi KOH 1% b/b, dengan rendemen metil ester sebesar 75,82% b/b. Karakteristik senyawa hasil adalah massa jenis 0,85 g/mL, indeks bias 1,44, viskositas 4,76 cSt serta bilangan asam 0,70 mg KOH/g yang masuk dalam rentangan SNI biodiesel, sehingga berpotensi sebagai biodiesel. Komponen penyusun campuran metil ester hasil trans-esterifikasi minyak biji pepaya berturut-turut adalah metil oleat 78,87 %, metil palmitat 14,58 %, dan metil stearat 4,57%.

Abstract

Papaya seed waste in Indonesia is abundant and contains oil that has the potential to be transesterified into fatty acid methyl esters. This study aims to determine: (1) the optimum conditions for methyl ester synthesis with two stages of reaction, (2) the character of the transesterified methyl-ester mixture (3) the potential as biodiesel and its constituent components. Several stages in this study were (1) isolation of oil from papaya seeds, (2) making fatty acid methyl esters from papaya seeds, (3) characterization of synthesized compounds including physical properties: viscosity, refractive index, density, acid number test, (4) the determination of the methyl ester component was carried out by analyzing the results of GC-MS. The optimum conditions for the synthesis were obtained at a KOH concentration of 1% w/w, with a methyl ester yield of 75.82% w/w. The characteristics of the yield compound are density 0.85 g/mL, refractive index 1.44, viscosity 4.76 cSt and acid number 0.70 mg KOH / g which are included in the SNI biodiesel range, so they have the potential to be biodiesel. The components of the methyl ester mixture resulting from the trans-esterification of papaya seed oil were 78.87% methyl oleate, 14.58% methyl palmitate, and 4.57% methyl stearate, respectively.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara agraris menghasilkan buah Pepaya (*Carica papaya* Linn) yang melimpah. Tanaman pepaya memiliki banyak manfaat, dan semuanya bagian tanaman pepaya memiliki manfaat seperti pada akar,

daun, batang, buah, getah, dan biji pepaya (Sudhakar & Vidhya, 2014). Umumnya masyarakat hanya memanfaatkan daun, batang, akar, dan buahnya saja sedangkan bijinya terbuang menjadi limbah. Menurut data statistik pertanian hortikultura, pada tahun 2019, Indonesia menghasilkan buah pepaya sebanyak

9.869.913,33 kwintal meningkat dari tahun 2018 sebesar 8.875.801 kwintal (Badan Pusat Statistik, 2020). Kandungan biji dalam buah pepaya rata-rata sekitar 15% (Charvet et al., 2011) dan kandungan minyaknya sekitar 30%. Sehingga Indonesia dapat memproduksi sekitar 2.960.974 kwintal minyak biji pepaya/tahun dan hal ini berpotensi besar sebagai bahan baku biodiesel. Minyak biji pepaya dapat dihasilkan biodiesel yang memenuhi SNI 04-7182-2006 (Elvianto Dwi Daryono, 2017)

Minyak pepaya adalah minyak hasil ekstraksi dari biji pepaya, proses ekstraksi dapat dilakukan dengan menggunakan metode Soxhletasi atau screw bertekanan. Biji kering pepaya mengandung minyak hingga 30% berat kering (Senrayan & Venkatachalam, 2018). Komposisi asam lemak dari minyak biji pepaya menurut hasil penelitian terdahulu (Anwar et al., 2019) antara lain terdiri asam oleat, asam linoleat, asam stearate, dan asam palmitat. Minyak biji pepaya merupakan trigliserida dengan kandungan asam lemak bebas cukup tinggi. Sebagai trigliserida (Anwar et al., 2019) maka minyak biji pepaya juga berpotensi sebagai bahan dasar biodiesel.

Reaksi esterifikasi merupakan metode yang lazim digunakan untuk menurunkan ALB dalam minyak sebelum dilakukan proses transesterifikasi. Tujuan proses esterifikasi untuk mengubah asam lemak bebas dalam menjadi alkil ester (Arora, 2016). Katalis proses esterifikasi yang digunakan biasanya berupa asam, seperti H_2SO_4 , HCl , HF , dan H_3PO_4 . Reaksi esterifikasi asam lemak bebas dikatalis asam berjalan lambat dan *reversible*, namun metode ini lebih sesuai untuk minyak atau lemak yang memiliki kandungan asam lemak bebas yang relatif tinggi (Elvianto Dwi Daryono, 2017) (Chuah et al., 2016).

Transesterifikasi merupakan salah satu metode untuk mereaksikan minyak nabati (trigliserida) dengan metanol (alkohol) dengan katalis suatu basa. Hasil transesterifikasi berupa campuran metil ester asam lemak dan gliserol sebagai hasil samping. Alkohol yang dimanfaatkan dalam trans-esterifikasi adalah metanol atau etanol. Namun demikian pemanfaatan metanol lazim karena lebih mudah dan lebih ekonomis. Reaksi transesterifikasi dapat berlangsung dengan baik jika minyak mengandung ALB rendah. Kandungan asam lemak bebas di atas 2%, akan mengganggu

reaksi karena terjadi saponifikasi dan menurunkan rendemen (Arora, 2016). Beberapa factor yang mempengaruhi pembuatan biodiesel dengan reaksi transesterifikasi antara lain perbandingan molar alkohol dengan minyak, jenis dan konsentrasi katalis, suhu reaksi, lama proses reaksi, dan jenis alkohol yang digunakan (Santoso, Aghnia Hanindita, et al., 2019).

Minyak biji pepaya sebagai sampel penelitian sebelumnya dianalisis kadar asam lemak bebasnya, nasa jenis dan viskositas. Minyak dengan kadar ALB kurang 2% dapat langsung dilakukan transesterifikasi, tetapi jika kadar asam lemak bebasnya lebih dari 2% perlu diturunkan terlebih dahulu melalui reaksi esterifikasi (Schuchardt et al., 1998) (Elvianto Dwi Daryono, 2017). Kandungan ALB dalam minyak dapat menurunkan kemampuan terjadinya reaksi transesterifikasi. Asam lemak bebas yang tinggi memicu terjadinya reaksi saponifikasi yang menghasilkan sabun. Terbentuknya sabun dalam reaksi transesterifikasi akan mengurangi terjadinya reaksi transesterifikasi itu sendiri, serta juga menjadikan emulgator antara campuran dari fasa organik dan fasa polar, sehingga akan mengganggu atau menurunkan rendemen ester baru yang dihasilkan.

Standar biodiesel di beberapa negara berlaku umum dan tidak ditentukan oleh bahan baku minyak yang digunakan. Biodiesel sebagai pengganti minyak solar kualitasnya ditentukan oleh beberapa sifat yaitu antara lain viskositas, angka asam, indeks bias dan massa jenis.

Sintesis biodiesel dari biji pepaya juga telah dilakukan sebelumnya dengan pembuatan metil ester minyak biji pepaya melalui transesterifikasi in-situ dalam THF (Tetrahidrofuran), menghasilkan rendemen 71% (Elvianto D. D et al., 2020). Sintesis metilester dari minyak bijinya pepaya dengan katalis heterogen kulit telur pada katalis 4% (Santoso, Sumari, et al., 2019) dihasilkan rendemen 32,93% dengan komponen utama asam oleat dan metil linoleate (Rizki Maulida & Supartono Supartono, 2016). Kelemahan metode transesterifikasi in-situ yaitu tidak adanya proses ekstraksi pada bahan baku sehingga dibutuhkan pelarut yang cukup banyak dan waktu reaksi relatif lama (E.D Daryono, 2013). Beberapa penelitian tersebut umumnya rendemen yang dihasilkan masih rendah, sehingga diperlukan tehnik lain dengan harapan dapat meningkatkan rendemennya, seperti misalnya dengan trans-esterifikasi dua tahap

dengan katalis homogen. Tahapan pertama dengan esetrifikasi untuk menurunkan kadar ALB, dan tahapan kedua reaksi tras-esterifikasi mebtbuk metil ester asam lemak (Zeki et al., 2010), (Santoso, Aghnia Hanindita, et al., 2019),

Kebutuhan biodiesel terus meningkat dan sementara bahan baku yang tersedia masih terbatas. Sehingga diperlukan eksplorasi sumber sumber baru bahan baku biodiesel berbasis limbah, serta menentukan metode sintesis yang optimasi proses produksi. Sehingga berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, diperlukan penelitian dan pengkajian tentang “Isolasi minyak biji pepaya dan pembuatan metilesternya secara bertahap serta uji potensinya sebagai biodiesel”.

METODE

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia FMIPA UM, serta sebagian identifikasi untuk menentukan komponen campuran metil ester menggunakan Gas Chromatography-spectroscopy massa (GC-MS) di lakukan di Laboratorium Sentral Universitas Negeri Malang.

Alat dan Bahan

Beberapa peralatan yang dimanfaatkan pada penelitian meliputi neraca analitik AND HF-3000 dengan ketelitian 0,01 g, neraca analitik Ohaus dengan ketelitian 0,0001 g, pipet volum, labu takar, Erlenmeyer, pipet tetes, labu takar, cawan porselin, indikator universal, thermometer, corong pisah, gelas arloji, batang pengaduk, desikator, *furnace*, oven, statif, buret, pengaduk elektrik, *hot plate* merk thermo scientific, labu leher tiga, seperangkat alat refluk, viskosimeter Ostwald, refraktometer dan instrumen GC-MS merk Shimadzu QP-2010.

Beberapa bahan yang dipakai pada penelitian ini yaitu biji pepaya lokal, metanol p.a., kalium hidroksida p.a., asam oksalat, indicator pp, n-heksana, aquades, alkohol 96%, dan Na₂SO₄ anhidrat.

Preparasi Sampel

Pada tahap ini diawali biji pepaya dibersihkan dari pengotor, dicuci dengan air sampai bersih gelatinnya. Biji pepaya telah bersih dikeringkan sampai kering sekitar tiga hari di bawah sinar matahari. Dilakukan penghalusan biji dengan mortar, disaring. Selanjutnya biji pepaya yang telah dihaluskan dioven sekitar 4

jam pada suhu 60°C, ditimbang dan diperoleh berat serbuk yang konstan

Ekstraksi minyak Biji Pepaya

Sebanyak 248,9 g serbuk biji pepaya diekstrak dengan metode soxhletasi dengan pelarut n-heksana pada suhu 60°C. Soxhletasi dilakukan secara terus menerus dan dihentikan setelah diperoleh warna ekstrak sama dengan warna n-heksana sebelum digunakan untuk ekstraksi. Kemudian ekstrak n-heksana biji pepaya yang telah diperoleh diuapkan dengan *rotary vacum evaporator* sehingga didapatkan minyak biji pepaya.

Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas (ALB)

Minyak biji pepaya 1,05 g dimasukkan pada Erlenmeyer, selanjutnya ditambahkan n-heksana 10 mL, etanol 96% 10mL, dan indikator fenolftalein tiga tetes. Campuran tersebut dikocok-kocok dan dititrasi dengan larutan KOH 0,1 N sampai diperoleh campuran berwarna pink (merah muda).

Esterifikasi Minyak

Proses esterifikasi dimulai dengan mencampurkan minyak dengan metanol ke dalam labu leher 3 dengan perbandingan rasio volume minyak-metanol (1:12) dan katalis H₂SO₄ 3% b/b didalam labu leher tiga. Campuran selanjutnya dipanaskan pada temperature 60-65 °C yang disertai pengadukan selama 1 jam. Selanjutnya campuran reaksi dituangkan dalam corong pisah untuk memisahkan minyak, metanol, dan sisa katalis. Bagian atas yang berupa metanol, sedangkan lapisan bawah berupa minyak dan hasil esterifikasi, kemudian diuji kadar asam lemak bebasnya. Jika kadar ALB pada minyak kurang dari 2%, maka dilanjutkan dengan proses transesterifikasi.

Trans-esterifikasi Minyak

Tahap trans-esterifikasi dilakukan minyak biji pepaya sebanyak 10 g dimasukkan kedalam labu alas bulat, minyak dipanaskan perlahan hingga mencapai suhu 65 °C. Kemudian dimasukkan 6 mL KOH alkoholis 1% (basa dalam methanol). Dilakukan pemanasan sehingga suhu konstan dan diaduk dengan kecepatan sekitar 100 rpm selama 2 jam. Selanjutnya campuran tersebut didinginkan hingga mencapai suhu kamar, kemudian dimasukkan dalam corong pisah selama 8-10 jam

agar pemisahan campuran menjadi dua lapisan telah sempurna. Pada bagian atas merupakan metil ester yang berwarna kuning jernih dan bagian bawah berwarna coklat kekuningan adalah gliserol dengan sisa pereaksi. Dilakukan perlakuan langkah yang sama, namun mengganti larutan KOH alkoholis 1%, dengan alkoholis dengan konsentrasi 2% dan 3%.

Pemurnian Metil Ester Minyak Biji Pepaya

Tahap pemurnian dilakukan dengan cara mencuci metil ester minyak biji pepaya dengan aquades panas sekitar 50 derajat dan diaduk perlahan hingga minyak terlihat jernih. Kemudian metil ester minyak biji pepaya dan air dipisahkan dalam corong pisah, pencucian dilakukan dengan berulang sampai air cucuannya memiliki pH netral. Fasa organik dipindahkan dalam gelas kimia, selanjutnya ditambahkan Na_2SO_4 anhidrat untuk menghilangkan yang terjerab dalam metil ester hasil sintesis. Metil ester yang diperoleh, ditimbang dan ditentukan rendemennya.

Karakterisasi Metil Ester

Massa Jenis

Penentuan massa jenis dilakukan dengan menimbang gelas ukur 5 mL kosong dan dicatat massanya. Kemudian metil ester dimasukkan dalam gelas ukur, kemudian ditimbang kembali dan dicatat massanya. Massa jenis dihitung dari massa gelas ukur yang berisi metil ester dikurangi massa gelas ukur kosong kemudian dibagi volume metil ester.

Viskositas

Viskositas cairan ditentukan melalui langkah, dengan memasukkan blanko aquades pada tabung viskosimeter *Oswald*, selanjutnya ditentukan waktu yang diperlukan untuk mencapai tanda batas viskosimeter. Selanjutnya metil ester yang akan diukur viskositasnya dimasukkan pada viskosimeter *Oswald*, dan ditentukan waktu untuk mencapai tanda batas dalam viskosimeter. Viskositas dapat dihitung berdasarkan data waktu yang diperoleh untuk mencapai tanda batas baik sampel atau aquades sebagai standar.

Indeks Bias

Indeks bias cairan ditentukan dengan memakai peralatan refraktometer *Abbe*. Alat tersebut dibersihkan permukaan kacanya dengan alkohol, kemudian ditetesi dengan metil ester

yang diperoleh. Penyinaran pada alat diatur sedemikian rupa sehingga tepat diperoleh garis pisah cahaya terang gelap berada tepat pada tanda silang lensa. Angka yang terbaca pada refraktometer dan suhu pengukuran dicatat, untuk dimasukkan dalam rumus perhitungan indeks bias.

Bilangan Asam

Bilangan asam ditentukan dengan cara memasukkan 1,00 g metil ester pada Erlenmeyer 100 mL kemudian ditambahkan 5,00 mL alkohol. Campuran sekitar 10 menit dipanaskan pada penangas air. Selanjutnya dilakukan titrasi menggunakan KOH 0,1 N (sudah distandarisasi dengan asam oksalat) dengan indikator pp hingga campuran berwarna merah muda.

Identifikasi Komponen Metil Ester

Hasil analisis GC-MS digunakan untuk mengidentifikasi komponen penyusun metil ester melalui pembacaan kromatogram dan spektrum massa. Sampel $\pm 5 \mu\text{g}$ diinjeksikan ke dalam GC-MS. Spektrum-spektrum yang diperoleh digunakan untuk menentukan komponen penyusun metil ester. berdasarkan library, analisis fragmen fragmen dari spectrum GC-MS yang dihasilkan

Analisis Data

Teknik perhitungan dalam penelitian ini digunakan rumus berikut.

- Kadar Air

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100 \%$$

- Asam Lemak Bebas

$$\text{ALB} = \frac{\text{N KOH} \times \text{V KOH} \times 275,6774}{\text{massa sampel} \times 1000} \times 100\%$$

keterangan:

N KOH = normalitas KOH,

V KOH = volume KOH,

Mr rata-rata asam lemak biji pepaya = 275,68

- Massa Jenis

$$\text{massa jenis } (\rho) = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

dengan:

m_1 = massa gelas ukur kosong (g),

m_2 = massa gelas ukur + metil ester (g),

V = volume gelas ukur (mL)

- *Viskositas*

$$\frac{\eta_{\text{air}}}{\eta_{\text{sampel}}} = \frac{\rho_{\text{air}} \times t_{\text{air}}}{\rho_{\text{sampel}} \times t_{\text{sampel}}}$$

dengan:

η = viskositas (cSt),
 ρ = massa jenis (g/mL),
 t = waktu (s)

- *Indeks Bias*

$$n = n' + k (T' - T)$$

dengan:

n = nilai indeks bias pada suhu 25°C,
 n' = nilai indeks bias pada suhu pengamatan,
 k = faktor koreksi (0,00045),
 T' = suhu pada saat pengamatan (°C),
 T = suhu 25°C

- *Bilangan Asam*

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{V_{\text{KOH}} \times N_{\text{KOH}} \times 56,11}{\text{massa sampel}}$$

dengan:

V_{KOH} = volume larutan KOH diperlukan
 N_{KOH} = normalitas KOH (N),
 $56,11$ = berat molekul KOH

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Sampel

Sebanyak 1000 g biji pepaya basah dibersihkan dari pengotor, dicuci dengan air hingga bersih, selanjutnya di keringkan dengan sinar matahari dan ditimbang hingga diperoleh berat konstan. Kemudian, biji pepaya kering ditumbuk halus hingga menjadi serbuk halus seperti Gambar 1. Penumbukan tersebut bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel sehingga memudahkan proses ekstraksi.



Gambar 1a. Biji Pepaya **Gambar 1b.** Serbuk Biji Pepaya

Serbuk biji pepaya pada yang diperoleh, berwarna coklat gelap dan berbau harum. Dari 1000 g biji pepaya basah diperoleh berat kering sebesar 292,1 g, sehingga rendemennya adalah 29,21%.

Ekstraksi minyak biji

Sebanyak 248,9 g serbuk biji pepaya diekstrak dengan metode soxhletasi menggunakan pelarut n-heksana pada suhu 60°C.



Gambar 2. Minyak Biji Pepaya Hasil Soxhletasi

Warna minyak biji pepaya yang dihasilkan berwarna coklat dan sedikit hijau, serta berbau tajam seperti pada Gambar 2. Rendemen minyak biji pepaya hasil soxhletasi sebesar 23,78%. Minyak biji pepaya hasil soxhletasi di karakterisasi diuji kadar asam lemak bebas, berat jenis, indeks bias sebelum dilakukan transesterifikasi.

Uji Kadar ALB Minyak Biji Pepaya Sebelum dan Sesudah Esterifikasi ALB

Penentuan ALB minyak dilakukan dengan cara mentitrasi minyak hasil ekstraksi dan senyawa hasil esterifikasi dengan indikator phenoltftalain. Esterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak dengan etanol dengan katalis basa encer, sambil dipanaskan pada suhu 60°C. Hasil esterifikasi membentuk dua lapisan seperti tertera pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3, bagian atas yang merupakan sisa pelarut methanol, sedangkan bagian bawah berupa campuran ester (Santoso et al., 2018). Ester yang dihasilkan kemudian dicuci menggunakan aquades hangat, dan diukur kadar asam lemaknya.



Gambar 3. Hasil Esterifikasi Minyak Biji Pepaya

Hasil ALB sebelum esterifikasi dan kadar ALB setelah esterifikasi seperti pada Tabel 1.

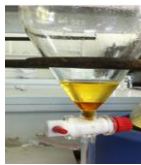
Tabel 1. Kadar ALB Minyak Pengaruh Esterifikasi

Kadar ALB Minyak Biji Pepaya	Titrasi Ke	Massa Sampel (g)	Volume KOH (mL)	Kadar ALB (%)	Rata-rata Kadar ALB (%)
Sebelum Esterifikasi	1	1,02	8,2	22,6	22,1
Esterifikasi	2	1,03	7,9	21,7	
Sesudah Esterifikasi	1	1,05	0,7	1,9	1,7
Esterifikasi	2	1,04	0,6	1,6	

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar ALB minyak biji pepaya hasil esterifikasi mengalami penurunan. Kadar ALB setelah esterifikasi diperoleh ALB adalah 1,7%. Minyak biji pepaya yang telah diturunkan asam lemak bebasnya, kemudian dilakukan transesterifikasi.

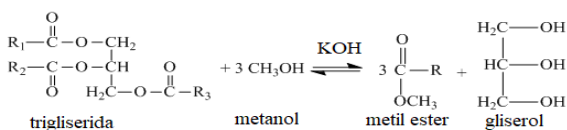
Transesterifikasi Minyak Biji Pepaya

Minyak yang telah diturunkan kadar ALBnya dengan esterifikasi, diteruskan dengan proses trans-esterifikasi. Minyak yang komponen utamanya trigliserida, akan dikonversi menjadi campuran metil ester dan gliserol sebagai hasil samping. Salah satu indikasi sederhana keberhasilan trans-esterifikasi adalah terbentuknya dua lapisan (hasilnya tampak pada Gambar 4). :



Gambar 4. Hasil Transesterifikasi

Sintesis metil ester asam lemak, dari minyak nabati dengan trans-esterifikasi dengan methanol dikatalis basa, reaksi umum yang terjadi adalah sebagai berikut



Hasil reaksi transesterifikasi sangat dipengaruhi oleh konsentrasi katalis basa yang digunakan. Rendemen metil ester pada berbagai konsentrasi dari katalis (0,5%, 1%, dan 2%) hasilnya terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Metil Ester pada berbagai variasi

KOH (%)	Massa Metil Ester (g)		
	Berat Teoritis	Berat Percobaan	Rendemen (%)
0,5	10,06	6,12	60,83
1	10,01	7,56	75,82
2	10,08	7,20	71,57

Tabel 2 menunjukkan bahwa rendemen tertinggi dihasilkan pada persentase katalis 1% yaitu sebesar 75,52%. Hasil karakterisasi dari hasil transesterifikasi minyak biji pepaya yang meliputi massa jenis, viskositas, bilangan asam dan indeks bias dipaparkan pada Tabel 3.

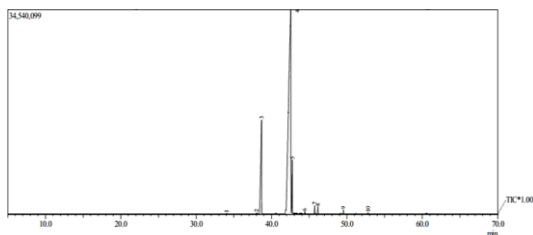
Tabel 3. Karakteristik hasil trans-esterifikasi Minyak Biji Pepaya

No	Karakteristik	Metil Ester	SNI 04-7182-2006
1	Massa Jenis (g/mL)	0,85	0,850-0,890
2	Viskositas (cSt)	4,76	2,30-6,00
3	Bilangan Asam (mg KOH/g)	0,70	Max 0,80
4	Indeks Bias	1,44	Max 1,45

Berdasarkan data pada Tabel 3, beberapa karakter hasil transesterifikasi minyak biji pepaya masuk dalam interval SNI biodiesel. Sehingga berdasarkan karakter yang diperoleh menunjukkan bahwa metil ester yang disintesis dari minyak biji pepaya berpotensi sebagai biodiesel.

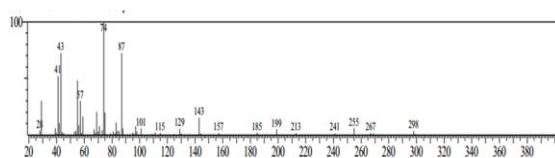
Identifikasi Komponen Metil Ester

Penentuan penyusun campuran metil ester asam lemak hasil sintesis dilakukan dengan menganalisis spektrum GC-MS. Berdasarkan hasil uji kromtogram seperti Gambar 5, terdapat tiga puncak utama terdapat lima senyawa utama campuran metil ester hasil sintesis (Santoso, Aghnia Hanindita, et al.,2019), (Barroso et.al.,2016), (Anwar et.al., 2018).



Gambar 5. Kromatogram Hasil Trans Minyak Pepaya

Analisis campuran metil ester hasil sintesis, dapat dilihat analisis spektrum GC MS setiap waktu retensi yang muncul. Spektrum massa pada puncak waktu retensi (t_R) 42,753 menit tertera pada Gambar 6.



Gambar 6. Spektrum Massa Kromatogram pada $t_R = 42,753$ menit

Senyawa dengan t_R 42,753 menit mempunyai fragmentasi yakni m/z 41, 57, 74, 143, 199, 87, 255, 267, dan 298. Hasil spektrum yang didapat distandarisasikan menggunakan spektrum massa dari library WILEY229.LIB yang ada untuk menentukan puncak-puncak kromatogram tingkat kemiripannya paling besar. Berdasarkan hasil analisis fragmentasinya, senyawa dengan waktu retensi tersebut ternyata memiliki posisi yang relatif sama dengan yang terdapat dalam library WILEY229.LIB nomor entry 144206, serta dapat diduga merupakan senyawa tersebut merupakan metil stearat.

Dengan menganalisis pola fragmentasi spektrum massa setiap puncak pada setiap waktu retensi pada kromatogram minyak biji pepaya, maka akan dapat diprediksikan metil ester hasil sintesis. Tiga besar asam lemak penyusun minyak biji pepaya berdasarkan analisis GC-MS dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4. Komponen Metil Ester hasil Trans-esterifikasi

No.	Waktu Retensi (menit)	Luas Area (%)	Senyawa
1	38,666	14,58	Metil palmitat
2	42,554	78,87	Metil oleat
3	43,753	4,57	Metil stearat

Seperti terlihat pada Tabel 4, merupakan hasil analisis spektrum GC MS dari metil ester hasil trans-esetrifikasi minyak biji pepaya. Terdapat tiga senyawa sebagai penyusun utama metil ester minyak biji pepaya berturut turut adalah metil palmitat, metil oleat, dan metil stearate, dengan kadar 14,58; 78,87 dan 4,57%. Hal ini sesuai peneliti sebelumnya bahwa komponen terbesar minyak biji pepaya adalah (Rizki Maulida & Supartono Supartono, 2016), (E.D Daryono, 2013) adalah metil oleat.

KESIMPULAN

Sintesis metilester dari minyak biji pepaya melalui dua tahapan reaksi yaitu esterifikasi dilanjutkan dengan transesterifikasi, memberikan rendemen lebih tinggi dibandingkan dengan cara insitu. Kondisi optimum sintesis metil ester didapat pada konsentrasi KOH 1% b/b, dengan rendemen metil ester sebesar 75,82% b/b. Karakteristik senyawa hasil transesterifikasi minyak biji pepaya adalah dengan massa jenis 0,85 g/mL, indeks bias 1,44, viskositas 4,76 cSt serta bilangan asam 0,70 mg KOH/g yang masuk dalam rentangan SNI biodiesel, sehingga berpotensi sebagai biodiesel. Komponen utama campuran metil ester hasil transesterifikasi minyak biji pepaya berturut dari yang terbesar ke yang terkecil adalah metil oleat 78,87 %, metil palmitat 14,58 %, dan metil stearat 4,57%.

DAFTAR RUJUKAN

- Anwar, M., Rasul, M. G., & Ashwath, N. (2018). A Systematic Multivariate Analysis of Carica papaya Biodiesel Blends and Their Interactive Effect on Performance. *Energies*, *11*(11), 2931. <https://doi.org/10.3390/en11112931>
- Anwar, M., Rasul, M. G., Ashwath, N., & Nabi, MD. N. (2019). The potential of utilising papaya seed oil and stone fruit kernel oil as non-edible feedstock for biodiesel production in Australia—A review. *Energy Reports*, *5*, 280–297. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.02.007>
- Arora, R. (2016). Esterification of High Free Fatty Acid Rice Bran Oil: Parametric and Kinetic Study. *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*, *29*(4), 617–623. <https://doi.org/10.15255/CABEQ.2014.2117>

- Badan Pusat Statistik. (2020). *Statistik Holtikultura 2019*. Badan Pusat statistik.
- Barroso, P. T. W., de Carvalho, P. P., Rocha, T. B., Pessoa, F. L. P., Azevedo, D. A., & Mendes, M. F. (2016). Evaluation of the composition of *Carica papaya* L. seed oil extracted with supercritical CO₂. *Biotechnology Reports*, *11*, 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2016.08.004>
- Charvet, C. T. S. P., Duya, M. R. J. V., Miller, A. V. G., & Razon, L. F. (2011). Evaluation of the biodiesel fuel properties of fatty acid methyl esters from *Carica papaya* L. *Philippine Agricultural Scientist*, *94*(1), 88–92.
- Chuah, L. F., Mohd Amin, M., Yusup, S., Raman, N. A., Bokhari, A., Klemeš, J. J., & Alnarabiji, M. S. (2016). Influence of green catalyst on transesterification process using ultrasonic-assisted. *Journal of Cleaner Production*, *136*, 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.003>
- Daryono, E.D. (2013). Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Transesterifikasi In-Situ. *Jurnal Teknik Kimia*, *8*(1), 7–11.
- Daryono, Elvianto Dwi. (2017). Rapid In Situ Transesterification of Papaya Seeds to Biodiesel with The Aid of Co-solvent. *International Journal of Renewable Energy Research (IJRER)*, *7*(1), 379–385.
- Daryono, Elvianto Dwi, Sintoyo, A., & Gunawan, R. C. (2020). Transesterifikasi In Situ Minyak Biji Pepaya Menjadi Metil Ester dengan Co-Solvent N-Heksana Menggunakan Microwave. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, *4*(1), 17–26. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v4i1.148>
- Rizki Maulida, & Supartono Supartono. (2016). Biodiesel Minyak Biji Pepaya (*Carica papaya* L.) melalui Proses Transesterifikasi Kulit Telur. *Indonesian Journal of Chemical Science*, *5*(1), 42–45.
- Santoso, A., Aghnia Hanindita, C. F., Sumari, & Budi Rachman, I. (2019). Synthesis of Biodiesel from Low-Quality Crude Palm Oil with Heterogeneous Catalyst Cao-ZnO. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *515*, 012082. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/515/1/012082>
- Santoso, A., Sumari, Sukarianingsih, D., & Sari, R. M. (2018). Optimization of Synthesis of Biodiesel from *Jatropha curcas* L. with Heterogeneous Catalyst of CaO and MgO by Transesterification Reaction Using Microwave. *Journal of Physics: Conference Series*, *1093*, 012047. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1093/1/012047>
- Santoso, A., Sumari, Urfa Zakiyya, U., & Tiara Nur, A. (2019). Methyl Ester Synthesis of Crude Palm Oil Off Grade Using the K₂O/Al₂O₃ Catalyst and Its Potential as Biodiesel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *515*, 012042. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/515/1/012042>
- Schuchardt, U., Sercheli, R., & Vargas, R. M. (1998). Transesterification of vegetable oils: A review. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, *9*(3), 199–210. <https://doi.org/10.1590/S0103-50531998000300002>
- Senrayan, J., & Venkatachalam, S. (2018). Solvent-assisted extraction of oil from papaya (*Carica papaya* L.) seeds: Evaluation of its physiochemical properties and fatty-acid composition. *Separation Science and Technology*, *53*(17), 2852–2859. <https://doi.org/10.1080/01496395.2018.1480632>
- Sudhakar, N., & Vidhya, R. M. (2014). Potential medicinal properties of carica papaya linn. - A mini review. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, *6*, 1–4.
- Zeki, N. S. A., Al-Hassani, M. H., & Al-Jendeel, H. A. (2010). *Kinetic Study of Esterification Reaction*. 10.