

Uji Karakteristik Campuran Minyak Biji Kapuk (*Ceiba pentandra*) dan Minyak Biji Kemiri (*Aleurites moluccana*) sebagai Bahan Baku Biodiesel

Suarni*, Nurlela Rauf, Paulus Lobo Gareso

Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin, Makassar 90245

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang uji karakteristik campuran minyak kapuk dan kemiri yang meliputi: gugus fungsi, rendemen minyak, densitas dan viskositas. Minyak diperoleh dari proses ekstraksi sokhlet menggunakan pelarut N-Heksana dengan variasi waktu selama 2, 2½, 3, 3½, 4, 4½, dan 5 jam untuk biji kapuk, dan untuk biji kemiri diekstraksi dengan variasi waktu 3, 4, 5, 6, dan 7 jam. Minyak yang dihasilkan akan dilakukan perhitungan rendemen, kemudian minyak (kemiri dan kapuk) dikomposisikan dengan variasi rasio minyak 1:0, 3:1, 1:1, 1:3 dan 0:1. Karakterisasi gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi C-H, C=C, C=O dan C-O ester yang merupakan karakteristik minyak, gugus O-H alkoholistik dari asam lemak bebas. Rendemen minyak kapuk diperoleh 15,96 – 48,63% sedangkan minyak kemiri diperoleh nilai rendemen berkisar antara 70,41 – 79,78%. Pada pengujian karakteristik fisis minyak untuk bahan baku biodiesel, menurut standar yaitu pada suhu 30 °C diperoleh densitas sebesar 852,5 – 873,2 kg/m³, viskositas kinematik sebesar 4,28 – 4,71 mm²/s. Dengan demikian hasil analisa menunjukkan bahwa minyak yang dihasilkan telah memenuhi SNI 04-7182-2006.

Kata Kunci: ekstraksi, FTIR, minyak kapuk, minyak kemiri.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi dunia yang pesat menyebabkan kebutuhan akan sumber energi berbagai sektor juga meningkat misalnya, industri, transportasi, pertanian, sektor domestik, dan lain-lain. Saat ini, lebih dari 80% dari permintaan energi dipenuhi oleh bahan bakar fosil¹. Sementara, cadangan energi fosil semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui, yang sangat berpotensi menimbulkan krisis sumber energi fosil pada masa yang akan datang². Penggunaan bahan bakar fosil dalam produksi energi yang berlebihan menyebabkan masalah lingkungan seperti dapat memicu terjadinya pemanasan global. Hasil pembakaran yang tidak sempurna dari minyak bumi sangat berbahaya bagi lapisan ozon yang juga dapat memicu terjadinya hujan asam, sehingga membutuhkan basis energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan³.

Salah satu pengembangan energi alternatif adalah dengan memanfaatkan sektor agraris yang dimiliki oleh Indonesia, sehingga didapatkan energi alternatif berbasis nabati yang bersifat ramah terhadap lingkungan⁴. Biodiesel berpotensi untuk menjadi pengganti bahan bakar konvensional yaitu minyak bumi yang umumnya berasal dari metanolisis/transterifikasi⁵. Selain sumber energi terbarukan, biodiesel juga merupakan alternatif yang layak dengan sejumlah keunggulan dibandingkan petrodiesel (solar), yaitu mengurangi emisi CO₂, SO₂ dan Hidrokarbon. Jika dibandingkan dengan diesel berbasis minyak bumi, biodiesel juga dapat diterapkan langsung atau dicampur dengan diesel pada kendaraan bermesin diesel, hal ini karena sifat fisikokimia yang dimiliki biodiesel sama dengan diesel fosil⁶⁻⁷.

Menurut *American Society for Testing and Material* (ASTM), biodiesel berasal dari bahan baku *lipid*, seperti minyak nabati dan lemak hewani. Jika dibandingkan dengan lemak hewani, minyak nabati yang berasal dari tumbuh-tumbuhan mengandung kadar lemak jenuh yang lebih rendah⁸. Salah satunya adalah pemanfaatan biji kapuk randu yang belum optimal dan biasanya hanya menjadi limbah. Minyak kapuk memiliki asam lemak tidak jenuh sekitar 71,95% yang kurang baik apabila dikembangkan menjadi minyak makan⁹. Komponen minyak biji kemiri terdiri dari susunan asam-asam lemak dalam struktur trigliserida yang dapat direaksikan membentuk produk biodiesel⁴. Dengan asam lemak yang dikandung biji kapuk randu dan biji kemiri, perlu dilakukan penelitian tentang biji tersebut yang berpotensi sebagai bahan bakar alternatif.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Umer rashid (2014) mengekstrak biji kapuk randu dengan sokhletasi menghasilkan *yield* sekitar 22%, viskositas kinematik 6,01 mm²/s (cSt), 868,17 kg/m³ untuk densitas¹⁰. Ninik Indah Hartati (2015) mengekstrak minyak biji kapuk menggunakan ekstraktor berbantuan gelombang mikro dengan memvariasikan lama waktu pemanasan, menghasilkan *yield* terbaik yaitu 33.53% pada lama waktu

*E-mail: suarni.barmang@gmail.com

reaksi 15 menit⁹. Kabral (2016) mengeskrak biji kemiri menggunakan *solvent* heksana menghasilkan *yield* sekitar 42%, 908,5 kg/m³ untuk densitas¹¹. Mahlinda (2017) mengestrak biji kemiri menggunakan bantuan radiasi gelombang ultrasonik dengan memvariasikan rasio metanol, jumlah katalis, waktu reaksi dan temperatur, memperoleh *yield* maksimum 57,85%, densitas 882 kg/m³, dan viskositas 4,68 mm²/s (cSt)¹².

Dalam penelitian ini, biji kapuk randu dan biji kemiri diekstrak menggunakan metode sokhletasi dengan memvariasikan waktu ekstraksi, kemudian dilakukan distilasi. Minyak yang diperoleh selanjutnya dikarakterisasi gugus fungsinya menggunakan *Spektrofotometri Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) dan juga sifat fisis dari minyak yang meliputi rendeman minyak, densitas, dan viskositas.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah minyak biji kapuk dan minyak biji kemiri yang diperoleh dari proses ekstraksi sokhlet dengan variasi waktu selama 2, 2½, 3, 3½, 4, 4½, dan 5 jam untuk minyak biji kapuk randu, sedangkan minyak biji kemiri diekstraksi dengan variasi waktu 3, 4, 5, 6, dan 7 jam. Biji kapuk dan biji kemiri yang digunakan masing-masing 150 gram dengan pelarut N-Heksana sebanyak 800 ml setiap ekstraksi. Selanjutnya minyak hasil ekstraksi didistilasi untuk memisahkan pelarut dengan minyak, kemudian dipanaskan menggunakan oven untuk menguapkan sisa pelarut yang masih tersisa dengan temperatur 75 °C selama 7 jam.

2.1 Rendemen minyak

Perhitungan rendemen bertujuan untuk mengetahui banyaknya minyak yang dihasilkan, dihitung dengan membandingkan minyak keseluruhan yang diperoleh dari proses ekstraksi terhadap massa bahan yang dimasukkan ke dalam alat ekstraksi sokhlet. Rendemen minyak dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Rendemen} = \frac{w_m}{w_s} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan: Rendemen = rendemen minyak (%),
 w_m = massa ekstrak minyak (kg), dan
 w_s = massa bahan (kg).

Setelah menghitung rendemen minyak, dilakukan variasi campuran minyak (minyak kemiri+minyak kapuk) untuk pengujian gugus fungsi, densitas, dan viskositas. Persentase perbandingan campuran untuk masing-masing minyak dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Komposisi sampel.

Sampel	Komposisi (wt %)	
	Minyak Kemiri	Minyak Kapuk
A	100	-
B	75	25
C	50	50
D	25	75
E	-	100

2.2 Karakterisasi *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR)

Karakterisasi gugus fungsi sampel diperoleh melalui analisis menggunakan *Spektrofotometri Fourier Transform Infra-Red* (FTIR). Data hasil karakterisasi FTIR kemudian diolah dalam aplikasi Origin.

2.3 Densitas

Pengujian densitas menggunakan alat piknometer. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui massa jenis dari minyak dengan menghitung selisih massa piknometer isi dikurangi massa piknometer kosong per volume piknometer (10ml). Standar densitas jenis biodiesel berkisar 850 – 890 Kg/m³ menurut SNI 04- 182-2006¹³.

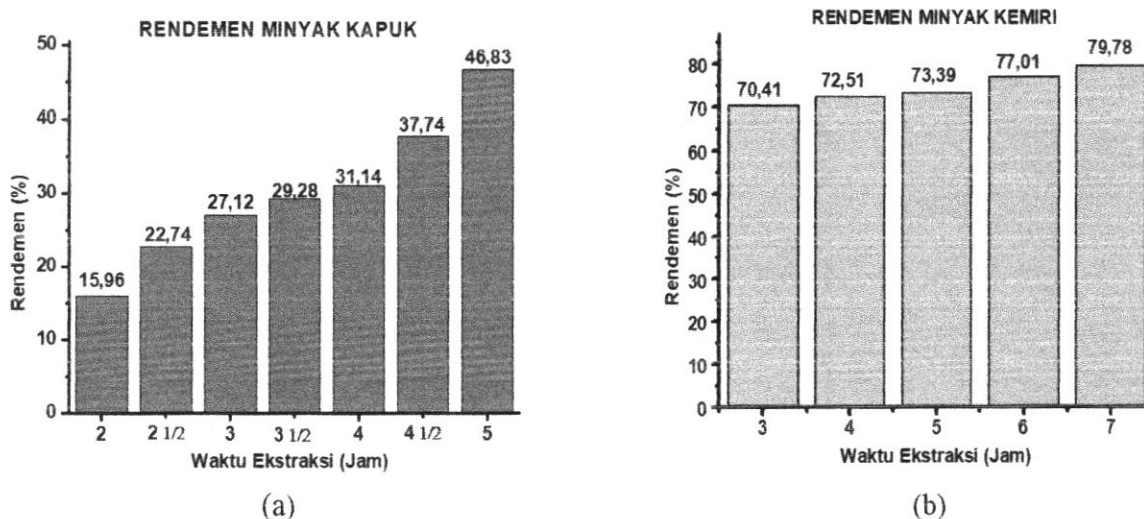
2.4 Viskositas

Untuk mengetahui viskositas (kekentalan) dari minyak, dilakukan pengujian menggunakan viskometer Ostwald. Standar viskositas jenis biodiesel menurut SNI 04- 182-2006¹³ berkisar 2,3 – 6,0 mm²/s.

3. HASIL DAN BAHASAN

3.1 Rendemen Minyak

Dari penelitian yang dilakukan, didapatkan data rendemen untuk setiap variasi waktu ekstraksi ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Grafik hubungan antara rendemen minyak terhadap lama ekstraksi. (a) Untuk minyak biji kapuk, dan (b) untuk minyak biji kemiri.

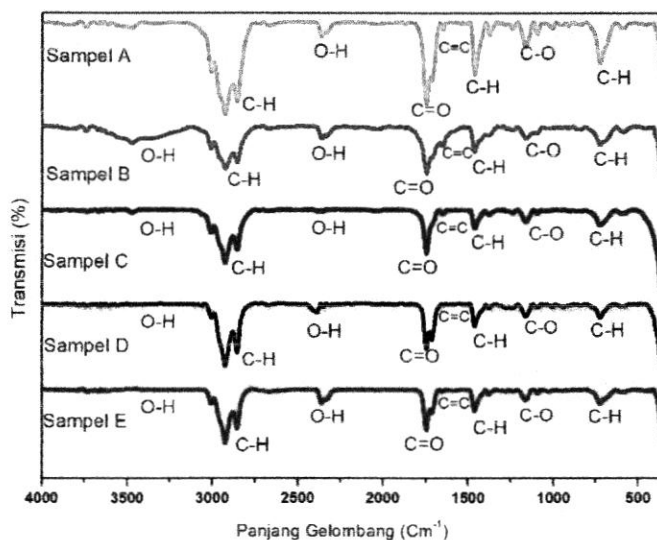
Berdasarkan pada Gambar 1, dapat dilihat bahwa peningkatan rendemen terjadi seiring dengan peningkatan waktu ekstraksi yang dilakukan. Semakin lama waktu ekstraksi maka kontak yang terjadi antara pelarut dan bahan yang diekstrak juga semakin lama, sehingga rendemen minyak yang diperoleh tinggi¹⁴.

Untuk waktu ekstraksi 3 jam, rendemen minyak biji kapuk diperoleh 27,12%, untuk 4 jam diperoleh 31,14%, dan ekstraksi 5 jam diperoleh sebesar 46,83%. Sedangkan pada minyak biji kemiri, untuk waktu ekstraksi 3 jam, rendemen yang diperoleh sebesar 70,4 %, untuk 4 jam diperoleh 72,51 %, dan ekstraksi 5 jam diperoleh sebesar 73,39%. Sehingga diketahui bahwa kandungan minyak biji kemiri lebih tinggi dibandingkan minyak biji kapuk.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Umer Rashid (2014), biji kapuk yang diekstrak dengan metode sokhletasi kemudian dilanjutkan dengan pemisahan antara minyak dan pelarut dengan proses evaporasi, menghasilkan minyak sekitar 22%¹⁰. Ninik Indah (2015) mengestrak biji kapuk dengan metode berbantuan mikrowave, bahan 10 gram, dengan perbandingan massa bahan dan volume pelarut adalah 1:15, menghasilkan minyak 33,53%⁹. Kabral (2016) mengestrak biji kemiri dengan metode sokhletasi kemudian dilanjutkan evaporasi menghasilkan minyak 42%¹¹. Mahlinda (2017) mengestrak biji kemiri dengan metode berbantuan ultrasonik, bahan sebanyak 10 gram dengan perbandingan massa bahan dan volume pelarut adalah 1:1, menghasilkan minyak 57,85%¹². Dari hasil penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa faktor yang mempengaruhi banyaknya rendemen yang dihasilkan adalah teknik ekstraksi dan perbandingan antara jumlah pelarut dan bahan baku. Jika perbandingan pelarut dengan bahan baku besar maka akan memperbesar pula jumlah senyawa yang terlarut, sehingga rendemen minyak yang dihasilkan meningkat¹⁴.

3.2 Karakterisasi FTIR

Berdasarkan Gambar 3.2 menunjukkan bahwa spektrum (puncak-puncak serapan) yang dimiliki minyak kapuk, minyak kemiri dan minyak campuran tidak terlalu menunjukkan perbedaan signifikan. Spektrum FTIR menunjukkan vibrasi ikatan-ikatan yang terdapat dalam senyawa, dengan puncak serapan yang sesuai dengan frekuensi getaran antara ikatan atom yang membentuknya¹⁵.



Gambar 2. Grafik karakterisasi FTIR minyak biji kemiri, minyak biji kapuk randu dan minyak campuran.

Adapun gugus-gugus fungsi yang terkandung di dalam minyak biji kapuk, minyak biji kemiri, dan minyak campuran dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

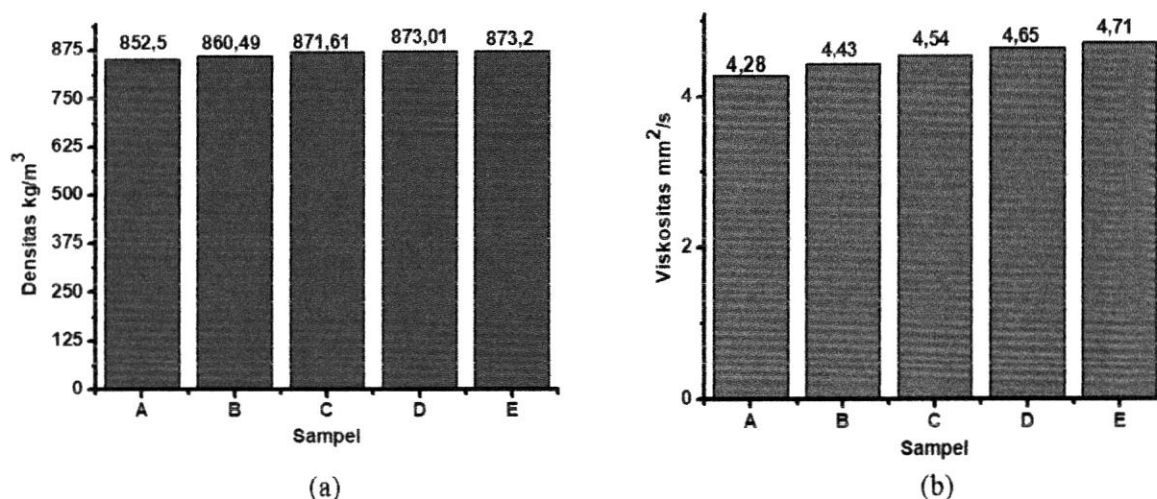
Tabel 2. Gugus fungsi yang terkandung dalam sampel berdasarkan interpretasi karakteristik FTIR.

Sampel	Ikatan	Tipe Senyawa
A	O-H	Alkohol ikatan hydrogen
	C-H	Alkana
	O-H	Ikatan hidrogen asam karboksilat
	C=O	Ester
	C=C	Alkena
	C-H	Alkana
	C-O	Alkohol, Ester, Eter
	C-H	Alkena, aromatik
B	O-H	Alkohol ikatan hydrogen
	C-H	Alkana
	O-H	Ikatan hidrogen asam karboksilat
	C=O	Ester, Asam karboksilat
	C=C	Alkena, aromatik
	C-H	Alkana
	C-O	Alkohol, Eter, Ester
	C-H	Alkena, aromatik
C	O-H	Alkohol ikatan hydrogen
	C-H	Alkana
	O-H	Ikatan hidrogen asam karboksilat
	C=O	Ester, Asam karboksilat
	C=C	Alkena
	C-H	Alkana
	C-O	Alkohol, Eter, ester
	C-H	Alkena, aromatik

D	O-H	Alkohol ikatan hydrogen
	C-H	Alkana
	O-H	Ikatan hidrogen asam karboksilat
	C=O	Ester, Asam karboksilat
	C=C	Alkena
	C-H	Alkana
	C-O	Alkohol, ester, ester
	C-H	Alkena, aromatik
E	C-H	Alkana
	O-H	Ikatan hidrogen asam karboksilat
	C=O	Asam karboksilat, ester
	C=C	Alkena, aromatik
	C-H	Alkana CH ₂ , CH ₃
	C-O	Alkohol, Eter, Ester
	C-H	Alkena, Aromatik

Salah satu sifat umum dari minyak adalah mengandung atom karbon, hidrogen, oksigen, dan terkadang mengandung nitrogen dan fosfor. Berdasarkan interpretasi *Infra-Red* (IR), Tabel 2 menunjukkan bahwa minyak biji kapuk, minyak biji kemiri, dan minyak campuran, memiliki gugus fungsi C-H, C=C, gugus C=O dan C-O ester, yang merupakan karakteristik minyak. Minyak memiliki karakteristik gugus O-H alkoholistik dari asam lemak bebas, adanya gugus O-H alkoholik pada sampel menunjukkan bahwa biodiesel (metil ester) belum terbentuk, metil ester adalah hasil produk transesterifikasi dari trigliserida dan metanol.

3.3 Densitas dan viskositas



Gambar 3. (a) Pengaruh pencampuran rasio minyak terhadap densitas, dan (b) pengaruh pencampuran rasio minyak terhadap viskositas.

Gambar 3a menunjukkan bahwa densitas terendah diperoleh pada minyak biji kemiri (A) yaitu 852,5 kg/m³ dan densitas tertinggi diperoleh pada minyak biji kapuk (E) yaitu 873,2 kg/m³. Sedangkan densitas untuk berbagai variasi komposisi campuran yaitu sampel (B) adalah 860,49 kg/m³, sampel (C) adalah 871,61 kg/m³, dan sampel (D) adalah 873,01 kg/m³. Densitas dari pencampuran minyak menunjukkan bahwa dengan penambahan rasio minyak biji kapuk yang dinaikkan, maka densitas juga meningkat atau dengan penambahan rasio minyak biji kemiri yang dinaikkan, maka densitas menurun. Hal ini dikarenakan minyak biji kemiri yang dihasilkan agak encer dibandingkan minyak biji kapuk.

Gambar 3b menunjukkan bahwa nilai viskositas terendah diperoleh pada minyak biji kemiri (A) sebesar 4,28 mm²/s, dan viskositas tertinggi diperoleh pada minyak biji kapuk (E) sebesar 4,71 mm²/s. Viskositas untuk berbagai variasi komposisi campuran, tidak terlalu menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan yaitu untuk

sampel (B) sebesar 4,43 mm²/s, sampel (C) adalah 4,54 mm²/s, dan sampel (D) adalah 4,65 mm²/s. Hal ini menunjukkan bahwa viskositas berbanding lurus dengan massa jenis (densitas), meningkatnya densitas maka nilai viskositas juga bertambah begitu juga sebaliknya. Peningkatan massa jenis akan menghambat atau memberi beban yang berat pada cairan sehingga menaikkan viskositasnya¹⁶.

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi C-H, C=C, gugus C=O dan C-O ester yang merupakan karakteristik minyak. Minyak memiliki karakteristik gugus O-H alkoholistik dari asam lemak bebas. Rendemen minyak kapuk tertinggi diperoleh saat ekstraksi selama 5 jam yaitu sebesar 48,63%, sedangkan minyak kemiri diperoleh nilai tertinggi sebesar 79,78% dengan ekstraksi selama 7 jam. Pengujian karakteristik fisis minyak untuk bahan baku biodiesel berdasarkan SNI 04-7182-2006 pada suhu 30 °C yaitu diperoleh densitas sebesar 852,5 – 873,2 kg/m³, dan viskositas kinematik sebesar 4,28 – 4,71 mm²/s. Dengan demikian hasil analisa menunjukkan bahwa minyak yang dihasilkan telah memenuhi SNI 04-7182-2006.

DAFTAR PUSTAKA

1. M. A. Wakil, M. A. Kalam, H. H. Masjuki, A.E. Atabani, dan I.M. Rizwanul Fattah. 2015. Influence of Biodiesel Blending on Physicochemical Properties and Importance of Mathematical Model for Predicting The Properties of Biodiesel Blend, *Energy Conversion and Management*, Vol. **94**: 51-67.
2. D. L. Cursaru, G. Branoiu, I. Ramadan, dan F. Miculescu. 2014. Degradation of Automotive Materials Upon Exposure to Sunflower Biodiesel, *Industrial Crops and Products*, Vol. **54**: 149-158.
3. V. H. J.M. D. Santos, V. Z. Pestana, J. S. D. Freitas, dan L. F. Rodrigues. 2018. A Preliminary Study on Traceability of Biodiesel Mixtures Based on The Raw Materials Profiles from Brazilian Regions and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), *Vibrational Spectroscopy*, Vol. **99**: 113-123.
4. R. Aziz, Aisyah, A. Ilyas. 2016. Sintesis Metil Ester dari Minyak Biji Kemiri (*Aleurites molluccana*) Menggunakan Metode Ultrasonokimia, *Al-Kimia*, Vol. **4**, No. 1.
5. M. W. Mumtaz, H. Mukhtar, U. A. Dilawer, S. M. Hussain, M. Hussain, dan M. Iqbal. 2016. Biodiesel Production from *Eruca Sativa* Oil Catalyzed by Novozyme-435 and Lipase, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*.
6. R. Shan, L. Lu, Y. Shi, H. Yuan, dan J. Shi. 2018. Catalysts From Renewable Resources for Biodiesel Production, *Energy Conversion and Management*, Vol. **178**: 277-289.
7. W. Roschat, T. Siritanon, T. Kaewpuang, B. Yoosuk, dan V. Promarak. 2016. Economical and Green Biodiesel Production Process Using River Snail Shells Derived Heterogeneous Catalyst and Co-Solvent Method. *Bioresource Technology*, Vol. **209**: 343-350.
8. M. R. Avhad, M. Sánchez, A. Bouaid, M. Martínez, J. Aracil, dan J.M. Marchetti. 2018. Modeling Chemical Kinetics of Avocado Oil Ethanolysis Catalyzed by Solid Glycerol-Enriched Calcium Oxide, *Energy Conversion and Management*.
9. N. I. Hartati, R. A. Raesta, N. Sa'diyah dan L. Kurniasari. 2018. Ekstraksi Minyak Biji Kapuk Randu (*Ceiba Pentandra Gaertn*) Menggunakan Ekstraktor Berbantu Gelombang Mikro. *Prosiding SNST ke- 9*, Semarang, 2018.
10. U. Rashid, G. Knothe, R. Yunus, dan R. L. Evangelista. 2014. Kapok Oil Methyl Esters, *Biomassa and Bioenergy*, Vol. **30**: 1-7.
11. M. R. P. Cabral, S. A. L. Santos, J. M. Stropa, R. C. Silva, A.L. C. Claudia, C. S. O. Lincoln, dkk. 2016. Chemical Composition and Thermal Properties of Methyl and Ethyl Esters Prepared from *Aleurites moluccanus* (L.) Willd (Euphorbiaceae) nut oil, *Industrial Crops and Products*, Vol. **85**: 109-116.
12. M. Mahlinda, dan M. Bustha. 2017. Transesterifikasi In Situ Biji Kemiri (*Aleurites moluccana* L) Menggunakan Metanol Daur Ulang dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik, *Agritech*, Vol. **37**, 3: 295-301.
13. Awogbemi, F. Inambao and E.I. Onuh. 2018. Performance and Emissions of Compression Ignition Engines Fuelled with Waste Cooking Oil Methyl Ester, *International Journal of Applied Engineering*, Vol. **13**, No. 11: 9706-9723.
14. E. Melwita, Fatmawati, dan S. Oktaviani. 2014. Ekstraksi Minyak Biji Kapuk Dengan Metode Ekstraksi Soxhlet, *Teknik Kimia*, Vol. **20**, No. 1.
15. A. Y. Oyerinde, dan E. I. Bello. 2016. Use of Fourier Transformation Infrared (FTIR) Spectroscopy for Analysis of Functional Groups In Peanut Oil Biodiesel and Its Blends, *British Journal of Applied Science & Technology*, Vol. **13**, No. 13: 1-14.
16. R. Hartono, F. A. Pitaloka, dan M. M. Karina. 2016. Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Kepuh (*Sterculia Foetida* L.) Dengan Proses Transesterifikasi, *Alkimia*, Vol. **4**, No. 1.