

VOLUME 15, NOMOR 1 MARET 2021

**ISSN: 1907-8056
e-ISSN: 2527-5410**

AGROINTEK

JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

**JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA**

AGROINTEK: Jurnal Teknologi Industri Pertanian

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is an open access journal published by Department of Agroindustrial Technology, Faculty of Agriculture, University of Trunojoyo Madura. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian publishes original research or review papers on agroindustry subjects including Food Engineering, Management System, Supply Chain, Processing Technology, Quality Control and Assurance, Waste Management, Food and Nutrition Sciences from researchers, lecturers and practitioners. Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian is published four times a year in March, June, September and December.

Agrointek does not charge any publication fee.

Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian has been accredited by ministry of research, technology and higher education Republic of Indonesia: 30/E/KPT/2019. Accreditation is valid for five years. start from Volume 13 No 2 2019.

Editor In Chief

Umi Purwandari, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Editorial Board

Wahyu Supartono, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Michael Murkovic, Graz University of Technology, Institute of Biochemistry, Austria

Chananpat Rardniyom, Maejo University, Thailand

Mohammad Fuad Fauzul Mu'tamar, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Khoirul Hidayat, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Cahyo Indarto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Managing Editor

Raden Arief Firmansyah, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Assistant Editor

Miftakhul Efendi, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Heri Iswanto, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Safina Istighfarin, University of Trunojoyo Madura, Indonesia

Alamat Redaksi

DEWAN REDAKSI JURNAL AGROINTEK

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS TRUNOJOYO MADURA

Jl. Raya Telang PO BOX 2 Kamal Bangkalan, Madura-Jawa Timur

E-mail: Agrointek@trunojoyo.ac.id

PENGARUH KONSENTRASI KATALIS ASAM SULFAT DAN WAKTU REAKSI PADA PEMBUATAN BIODIESEL DARI ASAM LEMAK KELAPA SAWIT

Rondang Tambun^{*}, Anggara Dwita Burmana, Vikram Alexander

Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Article history

Diterima:
27 Juli 2020
Diperbaiki:
27 September 2020
Disetujui:
4 Oktober 2020

Keyword

Biodiesel; palm fatty acid; catalyst; sulphur acid

ABSTRACT

This study aims to determine the amount of catalyst and the best reaction time in making biodiesel (methyl ester) from palm fatty acids. The esterification reaction is carried out at 65 °C by using sulphuric acid (H₂SO₄) as a catalyst. The catalysts used varies from 5 %, 10 %, 15 %, and 20 % to the amount of fatty acid, while the acid value is measured at the reaction time of 60 minutes, 75 minutes, 90 minutes, 105 minutes, and 120 minutes. The molar ratio of methanol and fatty acid varies from 5:1, 6:1, and 7:1. The results obtained show that the acid value increases rapidly from the reaction time of 60 minutes to the reaction time of 105 minutes, and does not increase significantly from the reaction time of 105 minutes to the reaction time of 120 minutes. Based on the acid value obtained, the highest conversion of fatty acids to biodiesel is 97.1250 %. This result is obtained at a reaction time of 120 minutes, the amount of catalyst 20 % of the amount of fatty acid, and the molar ratio of methanol and fatty acids 7:1, but this result is almost the same as the conversion of fatty acids at the reaction time of 105 minutes with the same amount of catalyst and molar ratio, that is 96.9286 %.

© hak cipta dilindungi undang-undang

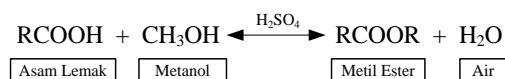
^{*} Penulis korespondensi
Email : rondang@usu.ac.id
DOI 10.21107/agrointek.v15i1.8025

PENDAHULUAN

Biodiesel (metil ester) merupakan bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar diesel yang berasal dari fosil. Biodiesel dapat dibuat dari berbagai macam tumbuhan maupun dari lemak hewan. Berbagai macam sumber biodiesel di Indonesia yang potensial adalah kelapa sawit, kelapa, jarak, jagung, biji bunga matahari dan kacang-kacangan (Shahidi, 2005; Ambat *et al.*, 2018; Singh *et al.*, 2020). Biodiesel mempunyai kelebihan dan kekurangan dibandingkan dengan minyak diesel yang berasal dari fosil. Salah satu kekurangan biodiesel adalah harganya yang lebih mahal dari minyak diesel dan produksinya yang masih terbatas, sedangkan kelebihanannya adalah sifatnya yang lebih ramah lingkungan dan pembuatannya yang lebih sederhana. Pada pemakaian biodiesel, salah satu kendala yang dihadapi adalah ketidakcocokan biodiesel untuk digunakan pada suhu dingin karena umumnya biodiesel dibuat dengan cara transesterifikasi dari bahan baku yang bertitik leleh tinggi seperti olein, stearin, palmitin, dan miristin (Baskar dan Aiswarya, 2016; Ambat *et al.*, 2018; Singh *et al.*, 2020). Selain itu, masalah lainnya adalah penentuan waktu reaksi terbaik dan jumlah katalis optimum dalam reaksi esterifikasi maupun reaksi transesterifikasi. Waktu reaksi dan jumlah katalis optimum pada pembuatan biodiesel sangat dibutuhkan untuk mengurangi biaya produksi.

Berdasarkan masalah tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan pembuatan biodiesel dari asam lemak kelapa sawit untuk memperoleh waktu reaksi dan jumlah katalis optimum yang digunakan. Katalis yang digunakan adalah asam sulfat (H_2SO_4) karena katalis homogen ini merupakan katalis yang mampu mengatalisis reaksi untuk menghasilkan yield yang tinggi (Guan *et al.*, 2009; García *et al.*, 2014; Abdullah *et al.*, 2017; Liu *et*

al., 2017; Gebremariam dan Marchetti, 2018; Dechakhumwat *et al.*, 2020). Pada penelitian ini, H_2SO_4 akan dilarutkan dalam *methanol* untuk mengatalisis asam lemak menjadi biodiesel. Reaksi yang terjadi dapat dilihat di bawah ini.



Pada reaksi esterifikasi asam lemak ini, bilangan asam (*acid value*) yang diperoleh digunakan sebagai indikator jumlah asam lemak yang terkonversi menjadi biodiesel, yang menunjukkan bahwa semakin kecil bilangan asam hasil reaksi esterifikasi maka semakin banyak asam lemak yang terkonversi menjadi biodiesel.

METODE

Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember hingga April 2020 di Laboratorium Teknologi Partikel, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan.

Bahan

Bahan baku pada penelitian ini adalah asam lemak yang berasal dari kelapa sawit. Berdasarkan hasil uji *gas chromatography*, kandungan asam lemak ini mayoritas terdiri dari asam kaprilat dan asam kaprat, dan selebihnya adalah kandungan minor seperti asam kaproat, asam laurat, asam miristat, asam palmitat, asam oleta, dan lain-lain. Bahan utama lainnya yang digunakan adalah metanol 99 % (Merck Chemicals Ltd) dan H_2SO_4 96 % (Merck Chemicals Ltd). Karakteristik asam lemak yang digunakan pada penelitian ini dianalisis di laboratorium, yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Metode penelitian

Pada penelitian ini, *beaker glass* 1000 mL digunakan sebagai wadah untuk mereaksikan asam lemak dengan metanol. Reaksi berlangsung pada suhu 65 °C dengan sumber pemanas dari *hot plate* yang dilengkapi dengan pengaduk. Kecepatan pengadukan yang dilakukan adalah 300 rpm (El-Gendy *et al.*, 2014; Musa, 2016). Metoda reaksi yang dilakukan adalah memasukkan asam lemak ke dalam *beaker glass* lalu dilakukan penambahan campuran metanol dengan H₂SO₄ dengan perbandingan 5:1, 6:1, dan 7:1. Pada penelitian ini dilakukan variasi perbandingan molar untuk mengklarifikasi hasil penelitian yang dilakukan peneliti lain tentang perbandingan reaktan yang menyatakan bahwa perbandingan terbaik reaktan adalah 6:1 jika menggunakan metanol, dan perbandingan 9:1 jika menggunakan etanol (Zhou *et al.*, 2019). Variasi jumlah katalis yang digunakan adalah 5 %, 10 %, 15 %, dan 20 % terhadap jumlah bahan baku asam lemak. Pengukuran bilangan asam hasil reaksi esterifikasi dilakukan pada waktu reaksi 60 menit, 75 menit, 90 menit, 105 menit, dan 120 menit. Perhitungan jumlah asam lemak yang dikonversi menjadi biodiesel dilakukan dengan menggunakan persamaan (1) (Hykkerud dan Marchetti, 2016; Melfi *et al.*, 2020).

$$x (\%) = \frac{BA_0 - BA_1}{BA_0} \times 100 \% \quad (1)$$

dimana x adalah konversi asam lemak menjadi biodiesel, BA_0 adalah bilangan asam awal, dan BA_1 adalah bilangan asam setelah reaksi esterifikasi pada waktu tertentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3 dapat dilihat hubungan konsentrasi katalis dan lama reaksi terhadap bilangan asam yang diperoleh pada perbandingan molar reaktan 5:1, 6:1, dan 7:1. Hasil yang diperoleh pada ketiga gambar tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi katalis, waktu reaksi, dan perbandingan molar reaktan sangat berpengaruh dalam menurunkan bilangan asam. Hasil ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa jumlah katalis yang semakin meningkat akan mempercepat reaksi esterifikasi asam lemak ini, sehingga bilangan asam akan semakin cepat menurun (Metre dan Nath, 2015).

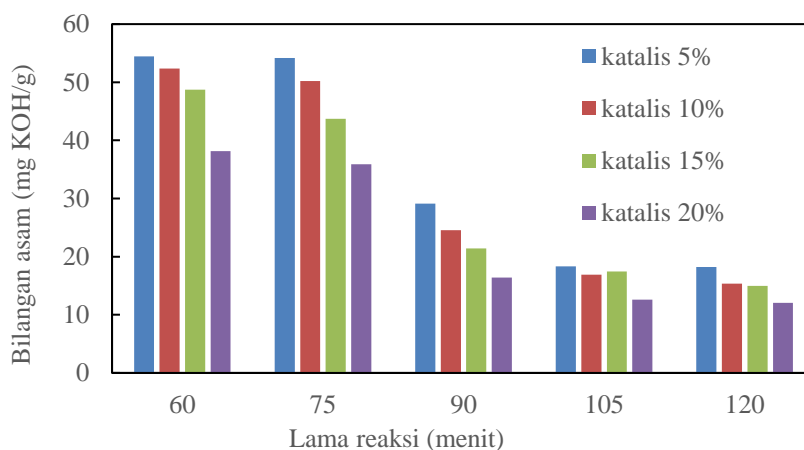
Pada waktu reaksi berlangsung mulai menit ke-60 sampai menit ke-105, bilangan asam menurun secara drastis, tetapi pada menit ke-105 hingga menit ke-120, bilangan asam tidak mengalami penurunan secara signifikan karena pada kondisi ini konversi asam lemak menjadi biodiesel sudah di atas 94 % yang dihitung dengan menggunakan Persamaan (1). Hal ini berlangsung untuk semua perbandingan molar reaksi dan semua variasi jumlah katalis yang digunakan.

Tabel 1. Karakteristik asam lemak yang digunakan sebagai bahan baku

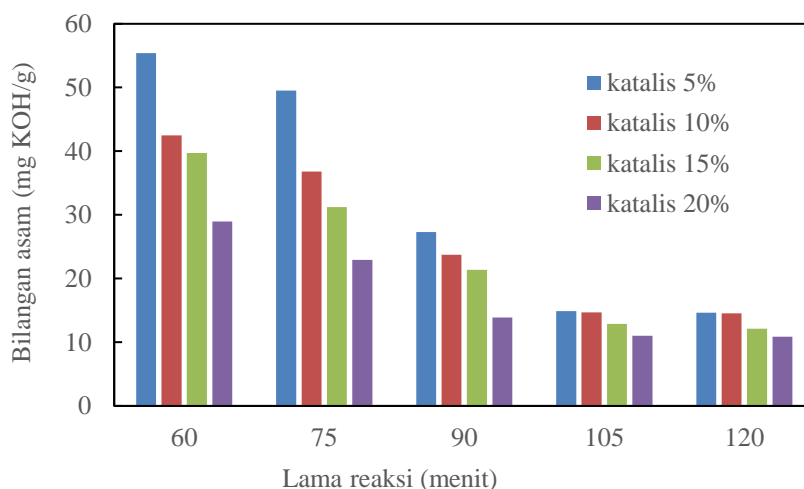
Karakteristik	Hasil Pengukuran	Metoda test
Densitas (g/cm ³)	0,904	ASTM D1298
Bilangan asam (mg KOH/g)	336	AOCS Te 2a-64
Bilangan iodine (g I ₂ /100g)	4,36	AOCS TI 2a-64
Sulfur (g I ₂ /100g)	2,05	ASTM D5453
Kadar air (%)	0,02	ASTM D2705

Bilangan asam terendah pada penelitian ini adalah 9,66 mg KOH/g, yang diperoleh pada waktu reaksi 120 menit, perbandingan molar reaktan 7:1, dan jumlah katalis 20 %. Bilangan asam ini tidak berbeda secara signifikan dengan bilangan asam yang diperoleh pada waktu reaksi 105 menit, perbandingan molar reaktan 7:1, dan jumlah katalis 20 %, yaitu sebesar 10,32 mg KOH/g. Penurunan bilangan asam secara signifikan terjadi pada menit ke-75 hingga menit ke-90, sementara pada menit ke-60 hingga menit ke-75 menurun lebih lambat. Hal ini terjadi berhubungan dengan kinerja katalis yang digunakan (Metre dan Nath, 2015).

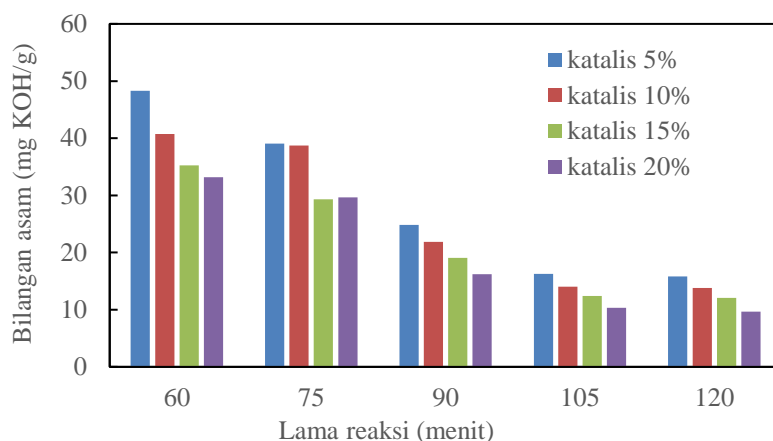
Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6 adalah hasil perhitungan menggunakan data bilangan asam pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3 dengan menggunakan Persamaan (1). Data bilangan asam ini digunakan untuk melihat hubungan jumlah katalis dan lama reaksi dengan jumlah asam lemak yang terkonversi menjadi biodiesel. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa koversi asam lemak pada menit ke-60 hingga menit ke-105 meningkat dengan cepat, tetapi dari menit ke-105 hingga menit ke-120, konversi asam lemak sudah hampir konstan. Hal ini terjadi untuk semua perbandingan molar reaktan dan semua konsentrasi katalis.



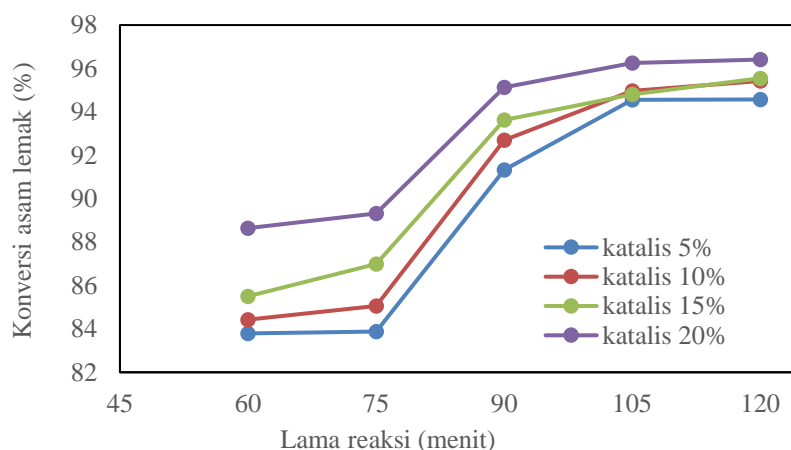
Gambar 1. Hubungan jumlah katalis dan lama reaksi terhadap bilangan asam pada perbandingan molar reaktan 5:1



Gambar 2. Hubungan jumlah katalis dan lama reaksi terhadap bilangan asam pada perbandingan molar reaktan 6:1



Gambar 3. Hubungan jumlah katalis dan lama reaksi terhadap bilangan asam pada perbandingan molar reaktan 7:1



Gambar 4. Hubungan jumlah katalis dan lama reaksi terhadap konversi asam lemak pada perbandingan molar reaktan 5:1

Jumlah biodiesel yang terbentuk pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6 ini berbanding terbalik dengan Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3, dimana semakin rendah bilangan asam yang diperoleh maka konversi asam lemak menjadi biodiesel semakin tinggi. Peningkatan konversi asam lemak menjadi biodiesel yang terjadi secara signifikan ataupun tidak signifikan pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6 berbanding terbalik dengan penurunan bilangan asam yang terjadi secara signifikan dan tidak signifikan pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.

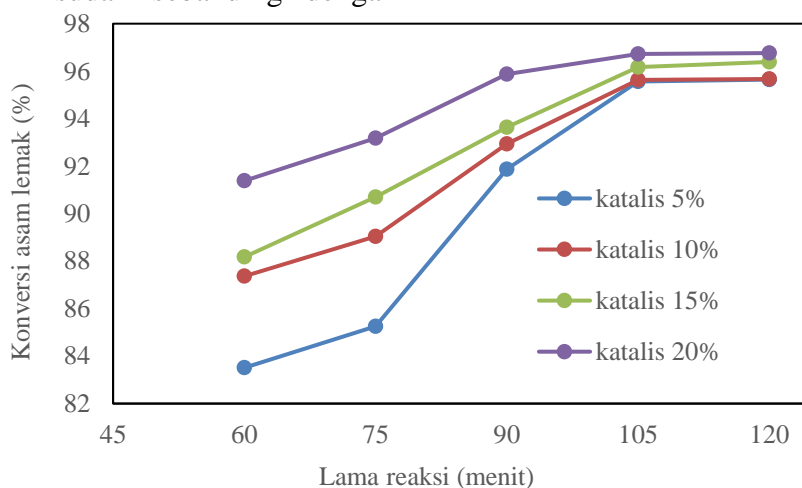
Berdasarkan hasil yang diperoleh terlihat bahwa konversi asam lemak dipengaruhi oleh lama reaksi, konsentrasi

katalis, dan perbandingan molar reaktan. Semakin lama reaksi, semakin tinggi konsentrasi katalis, dan semakin tinggi perbandingan molar reaktan, maka jumlah asam lemak yang terkonversi menjadi biodiesel juga semakin meningkat. Namun, pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6 dapat dilihat bahwa konversi asam lemak pada menit ke-105 sudah tidak meningkat lagi secara signifikan hingga menit ke-120. Sebagai contoh, pada perbandingan molar reaktan 7:1 dengan konsentrasi katalis 20 %, konversi asam lemak menjadi biodiesel pada menit ke-105 sebesar 96,9286 % hampir sama dengan konversi asam lemak pada menit ke-120, yaitu 97,1250 %. Hal yang sama juga terjadi pada perbandingan

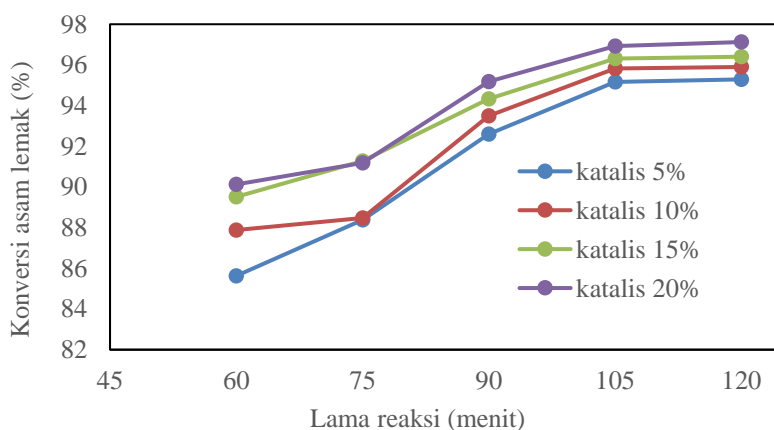
molar reaktan 5:1 dan 6:1 untuk semua konsentrasi katalis yang digunakan. Pada penelitian ini, semakin tinggi konsentrasi katalis maka makin tinggi konversi reaksi yang dihasilkan, dengan kata lain konsentrasi katalis yang tinggi tidak akan menghambat interaksi antara asam lemak dan metanol. Selain itu, karena reaksi ini adalah reaksi *reversible*, maka pada waktu tertentu reaksi ini bisa berbalik arah menjadi bahan baku, sehingga untuk mengatasi hal ini digunakan metanol berlebih supaya reaksi tetap bergerak ke arah kanan atau ke arah produk (Metre dan Nath, 2015). Hasil yang diperoleh pada penelitian ini sudah sebanding dengan

yang dilakukan para peneliti lain yang mampu mencapai konversi asam lemak menjadi biodiesel berkisar 87 % (Liu *et al.*, 2017), 96 % (Marchetti dan Errazu, 2008), dan 97,1 % (Guan *et al.*, 2009).

Komposisi biodiesel yang diperoleh disajikan pada Tabel 2. Komposisi ini merupakan hasil dari dari percobaan pada waktu reaksi 120 menit, konsentrasi katalis 20 %, dan perbandingan molar 7:1. Hasil yang diperoleh menunjukkan mayoritas hasil metil ester yang diperoleh terdiri dari C8 (32,4578 %) dan C10 (65,1682 %).



Gambar 5. Hubungan jumlah katalis dan lama reaksi terhadap konversi asam lemak pada perbandingan molar reaktan 6:1



Gambar 6. Hubungan jumlah katalis dan lama reaksi terhadap konversi asam lemak pada perbandingan molar reaktan 7:1

Tabel 2. Komposisi biodiesel hasil analisis menggunakan *gas chromatography*

Retention time (min)	Area (pA*s)	Norm (%)	Name
1.080	29,08668	0,2472	MeOH
1.390	5,64339	0,0186	C ₆ ester
1.761	3,98063	0,0131	uk
2.220	7926,18848	32,4578	C ₈ ester
2.372	16,18436	0,0533	uk
2.404	6,41689	0,0211	uk
2.458	1,79091	0,0059	uk
2.654	2,59431	0,0085	uk
2.686	46,69788	0,1537	uk
2.759	4,11637	0,0135	uk
2.806	2,86478	0,0094	uk
2.951	3,99752	0,0132	uk
3.235	1,73062e4	65,1682	C ₁₀ ester
3.376	84,69551	0,2787	uk
3.495	12,12389	0,0399	uk
3.681	14,89781	0,0490	uk
4.054	78,78270	0,2593	uk
4.174	110,47076	0,3635	uk
4.517	62,30922	0,2218	C ₁₂ ester
4.697	32,82398	0,1080	uk
6.153	-	-	C ₁₄ ester
7.810	-	-	C ₁₆ ester
7.987	-	-	C _{16:1} ester
9.671	55,84941	0,1799	C ₁₈ ester
9.856	-	-	C _{18:1} ester
10.110	-	-	C _{18:2} ester
10.720	-	-	C _{18:3} ester
11.286	96,13476	0,3164	C ₂₀ ester
Total		100.000	

*uk = unknown

KESIMPULAN

Bilangan asam yang diperoleh pada penelitian ini sangat dipengaruhi oleh waktu reaksi, jumlah katalis, dan perbandingan molar reaktan. Bilangan asam meningkat dengan cepat dari waktu reaksi 60 menit hingga waktu reaksi 105 menit, dan tidak meningkat lagi secara signifikan dari menit ke-105 hingga menit ke-120. Bilangan asam juga menurun dengan meningkatnya jumlah katalis dan jumlah metanol yang digunakan. Berdasarkan bilangan asam yang

diperoleh, konversi tertinggi asam lemak menjadi biodiesel adalah 97,1250 % yang dicapai pada waktu reaksi 120 menit, jumlah katalis 20 % dari jumlah asam lemak, dan perbandingan molar metanol dan asam lemak 7:1, tetapi hasil ini tidak berbeda jauh dengan konversi asam lemak menjadi biodiesel yang dicapai pada waktu reaksi 105 menit yaitu 96,9286 % dengan jumlah katalis dan perbandingan molar yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, R.N. Rahmawati Sianipar, D. Ariyani, I. F. Nata. 2017. Conversion

- of palm oil sludge to biodiesel using alum and KOH as catalysts. *Sustainable Environment Research* 27:291–295.
doi:10.1016/j.serj.2017.07.002.
- Ambat, I., V. Srivastava, M. Sillanpää. 2018. Recent advancement in biodiesel production methodologies using various feedstock: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 90:356–369.
doi:10.1016/j.rser.2018.03.069.
- Baskar, G., R. Aiswarya. 2016. Trends in catalytic production of biodiesel from various feedstocks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 57:496–504.
doi:10.1016/j.rser.2015.12.101.
- Dechakhumwat, S., P. Hongmanorom, C. Thunyaratchatanon, S.M. Smith, S. Boonyuen, A. Luengnaruemitchai. 2020. Catalytic activity of heterogeneous acid catalysts derived from corncob in the esterification of oleic acid with methanol. *Renewable Energy* 148:897–906.
doi:10.1016/j.renene.2019.10.174.
- El-Gendy, N.S., S.S. Abu Amr, H.A. Aziz. 2014. The optimization of biodiesel production from waste frying sunflower oil using a heterogeneous catalyst. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects* 36:1615–1625.
doi:10.1080/15567036.2014.890977
- García, A., C. Cara, M. Moya, J. Rapado, J. Puls, E. Castro, C. Martín. 2014. Dilute sulphuric acid pretreatment and enzymatic hydrolysis of *Jatropha curcas* fruit shells for ethanol production. *Industrial Crops and Products* 53:148–153.
doi:10.1016/j.indcrop.2013.12.029.
- Gebremariam, S.N., J. M. Marchetti. 2018. Biodiesel production through sulfuric acid catalyzed transesterification of acidic oil: Techno economic feasibility of different process alternatives. *Energy Conversion and Management* 174:639–648.
doi:10.1016/j.enconman.2018.08.078.
- Guan, G., K. Kusakabe, N. Sakurai, K. Moriyama. 2009. Transesterification of vegetable oil to biodiesel fuel using acid catalysts in the presence of dimethyl ether. *Fuel* 88:81–86.
doi:10.1016/j.fuel.2008.07.021.
- Hykkerud, A., J.M. Marchetti. 2016. Esterification of oleic acid with ethanol in the presence of Amberlyst 15. *Biomass and Bioenergy* 95:340–343.
doi:10.1016/j.biombioe.2016.07.002
- Liu, J., Y. Nan, L.L. Tavlarides. 2017. Continuous production of ethanol-based biodiesel under subcritical conditions employing trace amount of homogeneous catalysts. *Fuel* 193:187–196.
doi:10.1016/j.fuel.2016.12.058.
- Marchetti, J. M., A.F. Errazu. 2008. Esterification of free fatty acids using sulfuric acid as catalyst in the presence of triglycerides. *Biomass and Bioenergy* 32:892–895.
doi:10.1016/j.biombioe.2008.01.001
- Melfi, D.T., K.C. dos Santos, L.P. Ramos, M.L. Corazza. 2020. Supercritical CO₂ as solvent for fatty acids esterification with ethanol catalyzed by Amberlyst-15. *Journal of Supercritical Fluids* 158.
doi:10.1016/j.supflu.2019.104736.
- Metre, A.V., K. Nath. 2015. Super phosphoric acid catalyzed esterification of Palm Fatty Acid Distillate for biodiesel production: Physicochemical parameters and

- kinetics. Polish Journal of Chemical Technology 17:88–96. doi:10.1515/pjct-2015-0013.
- Musa, I.A. 2016. The effects of alcohol to oil molar ratios and the type of alcohol on biodiesel production using transesterification process. doi:10.1016/j.ejpe.2015.06.007.
- Shahidi, F. 2005. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Set. Wiley.
- Singh, D., D. Sharma, S.L. Soni, S. Sharma, P. Kumar Sharma, A. Jhalani. 2020. A review on feedstocks, production processes, and yield for different generations of biodiesel. Fuel 262:1–15. doi:10.1016/j.fuel.2019.116553.
- Zhou, Z., X. Zhang, F. Yang, S. Zhang. 2019. Polymeric carbon material from waste sulfuric acid of alkylation and its application in biodiesel production. Journal of Cleaner Production 215:13–21. doi:10.1016/j.jclepro.2018.12.279.

AUTHOR GUIDELINES

Term and Condition

1. Types of paper are original research or review paper that relevant to our Focus and Scope and never or in the process of being published in any national or international journal
2. Paper is written in good Indonesian or English
3. Paper must be submitted to <http://journal.trunojoyo.ac.id/agrointek/index> and journal template could be download here.
4. Paper should not exceed 15 printed pages (1.5 spaces) including figure(s) and table(s)

Article Structure

1. Please ensure that the e-mail address is given, up to date and available for communication by the corresponding author
2. Article structure for original research contains

Title, The purpose of a title is to grab the attention of your readers and help them decide if your work is relevant to them. Title should be concise no more than 15 words. Indicate clearly the difference of your work with previous studies.

Abstract, The abstract is a condensed version of an article, and contains important points of introduction, methods, results, and conclusions. It should reflect clearly the content of the article. There is no reference permitted in the abstract, and abbreviation preferably be avoided. Should abbreviation is used, it has to be defined in its first appearance in the abstract.

Keywords, Keywords should contain minimum of 3 and maximum of 6 words, separated by semicolon. Keywords should be able to aid searching for the article.

Introduction, Introduction should include sufficient background, goals of the work, and statement on the unique contribution of the article in the field. Following questions should be addressed in the introduction: Why the topic is new and important? What has been done previously? How result of the research contribute to new understanding to the field? The introduction should be concise, no more than one or two pages, and written in present tense.

Material and methods, “This section mentions in detail material and methods used to solve the problem, or prove or disprove the hypothesis. It may contain all the terminology and the notations used, and develop the equations used for reaching a solution. It should allow a reader to replicate the work”

Result and discussion, “This section shows the facts collected from the work to show new solution to the problem. Tables and figures should be clear and concise to illustrate the findings. Discussion explains significance of the results.”

Conclusions, “Conclusion expresses summary of findings, and provides answer to the goals of the work. Conclusion should not repeat the discussion.”

Acknowledgment, Acknowledgement consists funding body, and list of people who help with language, proof reading, statistical processing, etc.

References, We suggest authors to use citation manager such as Mendeley to comply with Ecology style. References are at least 10 sources. Ratio of primary and secondary sources (definition of primary and secondary sources) should be minimum 80:20.

Journals

Adam, M., Corbeels, M., Leffelaar, P.A., Van Keulen, H., Wery, J., Ewert, F., 2012. Building crop models within different crop modelling frameworks. *Agric. Syst.* 113, 57–63. doi:10.1016/j.agsy.2012.07.010

Arifin, M.Z., Probawati, B.D., Hastuti, S., 2015. Applications of Queuing Theory in the Tobacco Supply. *Agric. Sci. Procedia* 3, 255–261. doi:10.1016/j.aaspro.2015.01.049

Books

Agrios, G., 2005. *Plant Pathology*, 5th ed. Academic Press, London.