



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang selama ini telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan. Berikut ini kesimpulan-kesimpulan yang dimaksud.

1. Katalis yang dihasilkan melalui metode hidrotermal satu tahap dengan waktu 24 jam memberikan konversi reaksi esterifikasi lebih tinggi (Katalis TL33, dengan nilai 87.55 %) dibandingkan dengan waktu hidrotermal 4 jam (Katalis TS33, dengan nilai 51.33 %).
2. Penambahan jumlah *hydroxyethyl sulfonic acid* yang digunakan dalam mensintesa katalis dapat menaikkan jumlah densitas asam katalis yang dihasilkan ( TL31 = 0,15 mmol/gram ), serta menaikkan konversi reaksi esterifikasi asam oleat. Konversi tertinggi diperoleh dari katalis dengan perbandingan asam tertinggi, yaitu katalis TL33, dengan nilai konversi 87.55 %
3. Penambahan jumlah TEOS yang digunakan dalam mensintesa katalis menurunkan densitas asam katalis yang dihasilkan, namun konversi reaksi esterifikasi meningkat. Hal tersebut diduga karena penambahan TEOS dapat meningkatkan luas permukaan katalis yang membantu dalam mengkonversi asam oleat. Konversi tertinggi diperoleh dari katalis dengan perbandingan TEOS tertinggi, yaitu katalis TL33, dengan nilai konversi 87.55 %
4. Perbandingan jumlah *hydroxyethyl sulfonic acid* dan TEOS yang memberikan konversi hasil reaksi esterifikasi terbaik yaitu pada jumlah *hydroxyethyl sulfonic acid* sebanyak 3 gram dan TEOS sebanyak 3 gram, baik pada waktu hidrotermal 4 jam maupun waktu hidrotermal 24 jam. Konversi tertinggi diperoleh dari 24 jam, yaitu katalis TL33, memiliki nilai konversi 87.55 %. Konversi tertinggi diperoleh dari 4 jam, yaitu katalis TS33, dengan nilai konversi 51.33 %.
5. Karakteristik katalis dapat diatur dengan cara mengubah perbandingan *hydroxyethyl sulfonic acid* dan TEOS, sehingga karakteristik katalis dapat disesuaikan dengan reaksi yang dibutuhkan. Konversi terbaik dihasilkan oleh Katalis TL33 dengan nilai konversi 87.55 %.

Sedangkan nilai densitas asam tertinggi dihasilkan oleh katalis TL31 dengan nilai 0.15 mmol/gram.

## 5.2 Saran

Berikut ini saran yang dapat selama penelitian berlangsung, dan dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

1. Memvariasikan jumlah asam pada rentang yang lebih tinggi untuk mengetahui kondisi optimal proses hidrotermal satu tahap.
2. Memvariasikan jumlah TEOS pada rentang yang lebih tinggi untuk mengetahui kondisi optimal proses hidrotermal satu tahap.
3. Memvariasikan jumlah air yang dibutuhkan, sehingga didapatkan jumlah air optimum pada proses hidrotermal satu tahap.



## DAFTAR PUSTAKA

- Balaji BS, Chanda BM. Simple and high yielding syntheses of  $\beta$ -keto esters catalysed by zeolites. *Tetrahedron* 1998;54:13237–52.
- Brito A, Borges ME, Otero N. Zeolite Y as a heterogeneous catalyst in biodiesel fuel production from used vegetable oil. *Energy Fuels* 2007;21:3280–3.
- Chen H, Peng B, Wang D, Wang J. Biodiesel production by the transesterification of cottonseed oil by solid acid catalysts. *Front Chem Eng Chin* 2007;1:11–5.
- Deutschmann, Olaf., Chatterjee, Daniel., & Warnatz ,Jurgen,. ( 2002 ). Detailed surface reaction mechanism in a three-way catalyst . *Faraday Discuss*, ( 119 ), 371-384.
- I Chorkendorff, J.W. Niemantsverdriet, 2003, *Concepts of Modern Catalysis and Kinetics*. ,Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA
- Imanningsih, Nelis . ( 2012 ). Profil Gelatinasi Beberapa Formula Tepung-Tepungan untuk Pendugaan Sifat Pemasakan ( Gelatinisation Profile of Several Flour Formulation Cooking Behavior ). *Penel Gizi Makan* , ( 35 ), 13-22.
- Jacobson, Kathlene,. Gopinath, Rajesh,. Meher ,Lekha Charan,. Dalai, Ajay Kumar,. ( 2008 ). Solid acid catalyzed biodiesel production from waste cooking oil. *Environmental* ( 85 ) ,86–91 .
- Jim Clark. (2015). Esterification.
- <http://www.chemguide.co.uk/organicprops/alcohols/esterification.html>. Diakses pada tanggal 6 Desember 2015
- Lotero, E., Liu, Y., Lopez, D. E., Suwannakarn, K., Bruce, D. A., & James G. Goodwin, J. (2005). Synthesis of Biodiesel via Acid Catalysis. *American Chemical Society*, 44, 5353-5363.
- Man Kee Lam, K. T. L., & Mohamed, A. R. (2010). Homogeneous, heterogeneous and enzymatic catalysis for transesterification of high free fatty acid oil (waste cooking oil) to biodiesel: A review. *Biotechnology Advances*(28), 500–518.
- Murni, Sri Wahyu,. Pawignyo, Harso,. Widayawati, Desi,. & Sari , Novita. ( 2013 ). Pembuatan Edible Film dari Tepung Jagung (*Zea Mays L.*) dan Kitosan . *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”* , ISSN 1693-4393.
- Okuhara T. Water-tolerant solid acid catalysts. *Chem Rev* 2002;102:3641–66.

- Sharma YC, Singh B. Development of biodiesel: current scenario. *Renewable Sustainable Energy Rev* 2009;13:1646–51.
- Tian, X., Zhang, L. L., Bai, P., & Zhao, X. S. (2011). Sulfonic-acid-functionalized porous benzene phenol polymer and carbon for catalytic esterification of methanol with acetic acid. (166), 53-59.
- Kang, S., Ye, J., & Chang, J. (2013). Recent Advances in Carbon-Based Sulfonated Catalyst: Preparation and Application. *International Review of Chemical Engineering (I.RE.C.H.E.)*, 5(2), 133-144.
- Ketaren, S., 1986, Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan, Universitas Indonesia, Jakarta
- Hara, M., Yoshida, T., Takagaki, A., Takata, T., Kondo, J. N., Hayashi, S., & Domen, K. (2004). A Carbon Material as a Strong Protonic Acid. (43), 2955 –2958.
- Liang, X., Li, C., & Qi, C. (2011). Novel carbon-based strong acid catalyst from starch and its catalytic activities for acetalization. *J Mater Sci*, 46, 5345–5349.
- Lotero, E., Liu, Y., Lopez, D. E., Suwannakarn, K., Bruce, D. A., & James G. Goodwin, J. (2005). Synthesis of Biodiesel via Acid Catalysis. *American Chemical Society*, 44, 5353-5363.
- Lou, W.-Y., Zong, M.-H., & Duan, Z.-Q. (2008). Efficient production of biodiesel from high free fatty acid-containing waste oils using various carbohydrate-derived solid acid catalysts. *Bioresource Technology*, 99, 8752–8758.
- Ratnayake, Wajira, S., ( 2006 ). Gelatinization and Solubility of Corn Starch during Heating in Excess Water: New Insights. *Food Science and Technology Department*, 1,1.
- Saptono, Rahmat. 2008. Pengetahuan Bahan Polimer. Jakarta : Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Stevens, Malcolm. P. 2001. Kimia Polimer. Terjemahan oleh Lis Sopyan. 2007. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Witono, J. R., Noordergraaf, I. W., Heeres, H. J., & Janssen, L.P.B.M. (2012). Graft copolymerization of acrylic acid to cassava starch—Evaluation of the influences of process parameters by an experimental design method. *Carbohydrate Polymers*(90), 1522– 1529