

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Reaksi dekarboksilasi dengan katalis padat oksida  $\text{CuMn}_2\text{O}_4$  menghasilkan konversi asam laurat yang lebih besar dibandingkan katalis padat oksida  $\text{ZnMn}_2\text{O}_4$  karena logam Cu merupakan logam multivalensi sehingga inti aktif logam Cu mampu mengoksidasi  $\text{Mn}^{2+}$  menjadi  $\text{Mn}^{3+}$  lebih cepat.
2. Semakin basa larutan, konversi akan meningkat karena kinetika disproporsionasi Mn (III) pada pH yang lebih basa akan lebih singkat.
3. Semakin tinggi temperatur reaksi, konversi asam laurat akan meningkat karena energi kinetik partikel dan distribusi partikel pada tingkat energi yang lebih tinggi akan semakin besar sehingga laju reaksi akan semakin cepat.
4. Konversi asam laurat akan semakin meningkat dengan adanya kalsinasi karena katalis padatan oksida hidrous akan membentuk struktur berpori (spons) sehingga luas area permukaan katalis akan semakin meningkat.
5. Penambahan persentase massa katalis tidak meningkatkan konversi asam laurat secara signifikan karena penambahan katalis yang berlebihan dapat menurunkan yield produk sehingga campuran reaksi menjadi kental (*viscous*) dan meningkatkan tahanan perpindahan massa.
6. Peningkatan waktu reaksi dekarboksilasi tidak meningkatkan konversi asam laurat secara signifikan karena gas  $\text{CO}_2$  yang terbentuk dapat menurunkan pH campuran reaksi.
7. Konversi asam laurat terbaik dicapai pada percobaan dengan menggunakan katalis padat  $\text{CuMn}_2\text{O}_4$  dengan kondisi reaksi dekarboksilasi pada  $80^\circ\text{C}$ , pH katalis terlarut 10, serta waktu refluks selama 6 jam.
8. Peningkatan konversi asam laurat terjadi ketika pH katalis terlarut, massa katalis padat, waktu reaksi, dan temperatur reaksi diperbesar.

#### 5.2 Saran

Agar menghasilkan avtur dengan konversi yang lebih baik dan dengan waktu yang efektif, berikut diberikan beberapa saran untuk penelitian-penelitian yang akan datang:

1. Percobaan dilakukan pada pH yang lebih basa seperti pH 12 dan pH 14.

2. Injeksi gas pengoksidasi ke dalam campuran larutan dalam reaksi dekarboksilasi menggunakan oksigen murni.
3. Peningkatan laju alir injeksi gas pengoksidasi.
4. Penggunaan anion butirat sebagai pengganti anion asetat karena asam butirat merupakan asam yang lebih lemah daripada asam asetat.
5. Dilakukan pengecekan pH secara berkala pada saat reaksi dekarboksilasi berlangsung dan dilakukan penambahan buffer basa atau basa kuat (NaOH) untuk menaikkan pH.
6. Pembuatan katalis padat dengan logam Fe karena selain Cu, Fe juga mampu teroksidasi dengan mudah pada kondisi basa.
7. Kecepatan pengadukan pada saat reaksi dekarboksilasi dapat ditingkatkan hingga 500 rpm.
8. Dilakukan analisis secara kuantitatif terhadap gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan selama reaksi dekarboksilasi.
9. Dilakukan analisis tambahan seperti analisis FTIR untuk membuktikan terbentuknya undekana dan menganalisis gugus fungsi produk hasil dekarboksilasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. M. and J.K. Kochi, 1970. "Manganese(III) complexes in oxidative decarboxylation of acids". *Journal of the American Chemical Society* 92(8): 2450–2460.
- Amri, I.N. "The Lauric (Coconut and Palm Kernel) Oils", pp. 169 – 197 in *Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses, 2nd Edition*. (F.D. Gunstone, editor), Wiley-Blackwell Publishing, Chichester, UK.
- Bacha, J.D. and J.K. Kochi, 1968, "Alkenes from acids by oxidative decarboxylation", *Tetrahedron* 24(5) 2215 – 2226.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2020. "*Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2019*". Badan Pusat Statistik (BPS), Jakarta.
- Colket, M., T. Edwards, N. Cernansky, F. Dryer, F. Egolfopoulos, D. Friend, E. Law, D. Lenhert, P. Lindstedt, H. Pitsch, A. Sarofim, K. Seshadri, M. Smooke, W. Tsang and S. Williams 2007, "Development of an Experimental Database and Kinetic Models for Surrogate Jet Fuels", *AIAA Meeting Paper 2007-770*, <https://doi.org/10.2514/6.2007-770>
- Direktur Jenderal Pengembangan Ekspor Nasional. 2017, "*Warta Ekspor : Optimalisasi Bahan Baku Kelapa*", Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. Jakarta.
- Ebben, A., & Carlson, C. 2021. *How calcination is used in Catalyst Preparation*. FEECO International Inc. Retrieved April 26, 2022, from <https://feeco.com/how-calcination-is-used-in-catalyst-preparation/>
- Fitri, A.S., Fitriana, Y.A.N. 2019. "Analisis Angka Asam pada Minyak Goreng dan Minyak Zaitun". Sainteks. pp. 116
- Fortunato, G., H. R. Oswald and A. Reller, 2001, "Spinel-type oxide catalysts for low temperature CO oxidation generated by use of an ultrasonic aerosol pyrolysis process", *Journal of Material Chemistry* 11: 905 – 911.
- Hartman, L., H.S. Viana and S. Freitas, 1994, "Modified Method for the Determination of Unsaponifiable Matter in Oils and Fats", *Analyst* 119(8) 1793 – 1795.
- Hemighaus, G., T. Boval, J. Bacha, F. Barnes, M. Franklin, L. Gibbs, N. Hogue, J. Jones, D. Lesnini, J. Lind and J. Morris 2007, "*Aviation Fuels Technical Review*". Chevron Products Company, San Ramon, California, USA.

- Holladay, J., Z. Abdullah and J. Heyne 2020, “*Sustainable Aviation Fuel - Review of Technical Pathways*”, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, US Department of Energy.
- Hossain, Md.Z., 2017, “Hydrothermal decarboxylation of fatty acids and their derivatives for liquid transportation fuels”. *PhD Thesis*, University of Western Ontario, Canada.
- Junta, J.L. and M.F. Hochella Jr, 1994, “Manganese (II) oxidation at mineral surfaces: A microscopic and spectroscopic study”, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 58(22) 4985 – 4999.
- Kementerian Pertanian, 2018, “*Keputusan Menteri Pertanian No.472/Kpts/Rc.040/6/2018 tentang Lokasi Kawasan Pertanian Nasional*”. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- Kent J.A. 2003. “Soap, Fatty Acids, and Synthetic Detergents”. *Riegel's Handbook of Industrial Chemistry*, Kluwer Academic /Plenum Publishers, New York, USA, pp. 1098-1140.
- Klauber, A., A. Benn, and P. Koselka 2016, “Sustainable Alternative Fuels: An Opportunity for Airport Leadership”, pp. 159–162 in “*On Board a Sustainable Future*”, ICAO Environmental Report 2016: Aviation and Climate Change, International Civil Aviation Organization (ICAO).
- Klewicki, J. K., Morgan, J. J. 1998. “Kinetic Behaviour of Mn(III) Complexes of Pyrophosphate, EDTA, and Citrate”. *Environmental Science & Technology*. Vol.32. No.19. 2916-2922.
- Kochi, J.K., 1965, “Oxidations with Lead(IV). I. Mechanism of the Decarboxylation of Pentanoic Acids”, *Journal of the American Chemical Society* 87(16) 3609 – 3619.
- Levy, L.B., 1989, “Facile Oxidation of Manganese(II) to Manganese(III) in Long Chain Carboxylic Acids”, *Journal of Organic Chemistry* 54: 253 – 254.
- Marten, B., M. Pfeuffer, dan J. Schrezenmeir 2006. “Medium-chain triglycerides: Review”. *International Dairy Journal* 16: 1374-1382.
- Ministry of Defence of the United Kingdom. 2019. “Defence Standard 91-091 - Turbine Fuel, Kerosene Type, Jet A-1; NATO Code: F-35; Joint Service Designation: AVTUR” No. 11.
- Missen, R. W., Mims, C. A., Saville, B. A., 1999, *Introduction to Chemical Reaction Engineering and Kinetics*, John Wiley & Sons, Inc.

- Mohite, S., Armbruster, U., Richter, M., Martin, A. 2014. "Impact of Chain Length of Saturated Fatty Acids during Their Heterogeneously Catalyzed Deoxygenation". *Journal of Sustainable Bioenergy Systems*. 4:183-193.
- Morgan, J.J., 2005, "Kinetics of reaction between O<sub>2</sub> and Mn(II) species in aqueous solutions", *Geochimica et Cosmochimica Acta* 69(1) 35 – 48.
- Munoz, C. M., Merandez, A.M. 2012. "Urea Synthesis, Properties, and Uses". Nova Science Publishers, Inc. New York.
- O'Brien, R.D. 2009, "*Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications*", CRC Press, Boca Raton, Florida. USA.
- OpenStax College, 2022, Factors Affecting the Rate of A Reaction, <https://alevelchemistry.co.uk>
- Qian, A., W. Zhang, C. Shi, C. Pan, D.E. Giammar, S. Yuan, H. Zhang, and Z. Wang, 2019, "Geochemical Stability of Dissolved Mn(III) in the Presence of Pyrophosphate as a Model Ligand: Complexation and Disproportionation", *Environmental Science and Technology* 53(10) 5768 – 5777.
- Shan, R., Shi, J., Yan, B., Chen, G., Yao, J., Liu, C., 2016, Transesterification of Palm Oil to Fatty Acids Methyl Ester Using K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> / Palygorskite Catalyst, *Energy Conversion and Management*, 116, 142–149.
- Tajizadegan, H., A. Heidary, O. Torabi, M.-H. Golabgir, and A. Jamshidi, 2015, "Synthesis and Characterization of ZnCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Nanospinel Prepared via Homogeneous Precipitation Using Urea Hydrolysis", *International Journal of Applied Ceramic Technology* 13(2) 289 – 294.
- Tebo, B.M., J.R. Bargar, B.G. Clement, G.J. Dick, K.J. Murray, D. Parker, R. Verity, and S.M. Webb, 2004, "Biogenic Manganese Oxides: Properties and Mechanisms of Formation", *Annual Review of Earth and Planetary Science* 32: 287 – 328.
- Thomas, A. 2000. "Fats and Fatty Oils". *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry* 17:50-51.
- Vanýsek, P., 2010, "Electrochemical Series", pp. 8-20 – 8 29 in "*CRC Handbook of Chemistry and Physics*", 90<sup>th</sup> edition, Editor-in-Chief : David R. Lide, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Wu, J., Shi, J., Fu, J., Leidl, J. A., Hou, Z., Lu, X., 2013, Catalytic Decarboxylation of Fatty Acids to Aviation Fuels over Nickel Supported on Activated Carbon, *Scientific Reports*, 6:27820.

- Xiao, L., X. Liu, X. Zhao, H. Liang, and H. Liu, 2011, "Preparation of  $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_2$  cathode materials by urea hydrolysis coprecipitation", *Solid State Ionics* 192: 335 – 338.
- Zhao, X., X. Sun, X. Cui, and D. Liu, 2019, "Production of biojet fuels from biomass", Chapter 5 (pp. 127 – 165) in *Sustainable Bioenergy* (editors: M. Rai and A.P. Ingle), Elsevier Publ. Co., New York, USA.