



TUGAS AKHIR

**AKTIVITAS KATALIS $Mg_{1-x}Ni_xF_{0,66}(OH)_{1,34}$
PADA REAKSI
TRIMETILHIDROKUINON DAN
ISOFITOL**

TASLIKAH
NRP 1412 100 025

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. rer. nat. Irmina Kris Murwani

JURUSAN KIMIA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
SURABAYA 2016



FINAL PROJECT

**ACTIVITY OF $\text{Mg}_{1-x}\text{Ni}_x\text{F}_{0.66}(\text{OH})_{1.34}$
CATALYST ON
TRIMETHYLHYDROQUINONE AND
ISOPHYTOL REACTION**

TASLIKAH
NRP 1412 100 025

Advisor Lecturer
Prof. Dr. rer. nat. Irmina Kris Murwani

CHEMISTRY DEPARTMENT
Faculty Of Mathematics And Natural Sciences
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
SURABAYA 2016

**AKTIVITAS KATALIS $Mg_{1-x}Ni_xF_{0,66}(OH)_{1,34}$ PADA
REAKSI TRIMETILHIDROKUINON DAN ISOFITOL**

TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh

Gelar Sarjana Program Studi S-1

Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Oleh :

TASLIKAH

NRP. 1412 100 025

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2016

LEMBAR PENGESAHAN


**AKTIVITAS KATALIS $Mg_{1-x}Ni_xF_{0.56}(OH)_{1.34}$ PADA
REAKSI TRIMETILHIDROKUINON DAN ISOFTIOL**

TUGAS AKHIR

Oleh:

**TASLIKAH
NRP 1412 100 025**

Surabaya, 20 Mei 2016
Dosen Pembimbing,


Prof. Dr. rer. nat. Irmira Kris Murwani
NIP. 19641224 198903 002

Mengetahui:
Ketua Jurusan Kimia



Prof. Dr. Didik Prasetyoko, M.Sc
NIP. 19710616 199703 1 002

AKTIVITAS KATALIS $Mg_{1-x}Ni_xF_{0,66}(OH)_{1,34}$ PADA REAKSI TRIMETILHIDROKUINON DAN ISOFITOL

Nama : Taslikah
NRP : 1412 100 025
Jurusan : Kimia ITS
Pembimbing : Prof. Dr.rer.nat Irmina K. Murwani

Abstrak

Pada penelitian ini telah dilakukan sintesis katalis $Mg_{1-x}Ni_xF_{0,66}(OH)_{1,34}$ ($x = 0; 0,025; 0,050; 0,075; 0,1$ dan $0,15$) dengan metode sol-gel. Katalis hasil sintesis, struktur kristalnya dikarakterisasi dengan difraktometer sinar-X (XRD), ikatan yang ada dianalisis dengan spektrofotometer Inframerah *Fourier Transform* (FTIR), keasaman katalis ditentukan dengan metode adsorpsi piridin-FTIR, luas permukaan diukur dengan adsorpsi gas N_2 serta diuji katalisis pada reaksi antara TMHQ dan isofitol. Hasil keasaman dengan metode piridin-FTIR menunjukkan adanya sisi asam Lewis dan Brønsted serta kombinasi keduanya. Luas permukaan (S_{BET}) katalis terletak pada rentang 26,8840 sampai 490,0306 m^2/g . Aktivitas katalis tertinggi diperoleh pada katalis $Mg_{0,925}Ni_{0,075}F_{0,66}(OH)_{1,34}$ sebesar 92,69% dengan *yield* benzofuran sebesar 43,12% dan selektivitas terhadap benzofuran 46,53%. Hasil aktivitasnya dipengaruhi oleh jumlah *doping* Ni, *yield* benzofuran dan selektivitas terhadap benzofuran dipengaruhi oleh sisi asam Lewis dan Brønsted.

Kata kunci: *Katalis Heterogen, Doping, Ni, Asam Lewis, Asam Brønsted, Reaksi Friedel-Craft, Reaksi antara TMHQ dan Isofitol*

ACTIVITY OF $Mg_{1-x}Ni_xF_{0.66}(OH)_{1.34}$ CATALYST ON TRIMETHYLHYDROQUINONE AND ISOPHYTOL REACTION

Name : Taslikah
NRP : 1412 100 025
Department : Chemistry ITS
Supervisor : Prof. Dr.rer.nat Irmina K. Murwani

Abstract

$Mg_{1-x}Ni_xF_{0.66}(OH)_{1.34}$ ($x = 0, 0.025, 0.050, 0.075, 0.1$ dan 0.15) catalysts were synthesized by a sol-gel technique. The catalysts were characterized by X-ray diffraction, the bond in the samples were analysis by FTIR, the acidities were determined by pyridine-FTIR adsorption methode, BET surface area were measured by adsorption N_2 and the catalytic reaction of the samples were tested by trimethylhydroquinone (TMHQ) and isophytol reaction. Acidity test result through pyridine-FTIR showed a Lewis acid band, a Brønsted acid band, and the combination of both. The BET surface area of these catalysts were in the range of 26.8840 to 490.0306 m^2/g . The catalytic activity of $Mg_{0.925}Ni_{0.075}F_{0.66}(OH)_{1.34}$ catalyst were superior with 92.69% with yield of benzofuran 43.12% and selectivity of benzofuran 46.53% respectively. The catalytic activity were influenced from the amount of doping Ni, yield of benzofuran and the selectivity of benzofuran were influenced from Lewis and Brønsted acid sites.

Keywords: *Heterogenous Catalyst, Doping, Ni, Lewis Acid, Brønsted Acid, Friedel-Craft Reaction, Reaction between TMHQ and Isophytol*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul “**Aktivitas Katalis $Mg_{1-x}Ni_xF_{0,66}(OH)_{1,34}$ Pada Reaksi Trimetilhidrokuinon Dan Isofitol**” dapat diselesaikan dengan baik. Tulisan ini tidak akan terwujud dengan baik tanpa bantuan dan dukungan dari semua pihak. Untuk itu penulis sangat berterima kasih kepada:

Prof. Dr. rer. nat. Irmina Kris Murwani selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama proses penyusunan naskah Tugas Akhir ini.

Prof. Dr. Didik Prasetyoko, M.Sc selaku ketua jurusan kimia yang telah memberikan fasilitas sehingga naskah ini dapat diselesaikan

Drs. Refdinal Nafwa selaku dosen wali yang mengarahkan pengambilan mata kuliah

Ibu dan bapak yang selalu memberikan semangat, dukungan dan doa.

Teman-teman kimia angkatan 2012 dan teman-teman lain yang sudah banyak membantu dan memberi semangat selama proses penelitian dan penulisan naskah Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan naskah Tugas Akhir ini tidak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun. Semoga Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, 20 Mei 2016

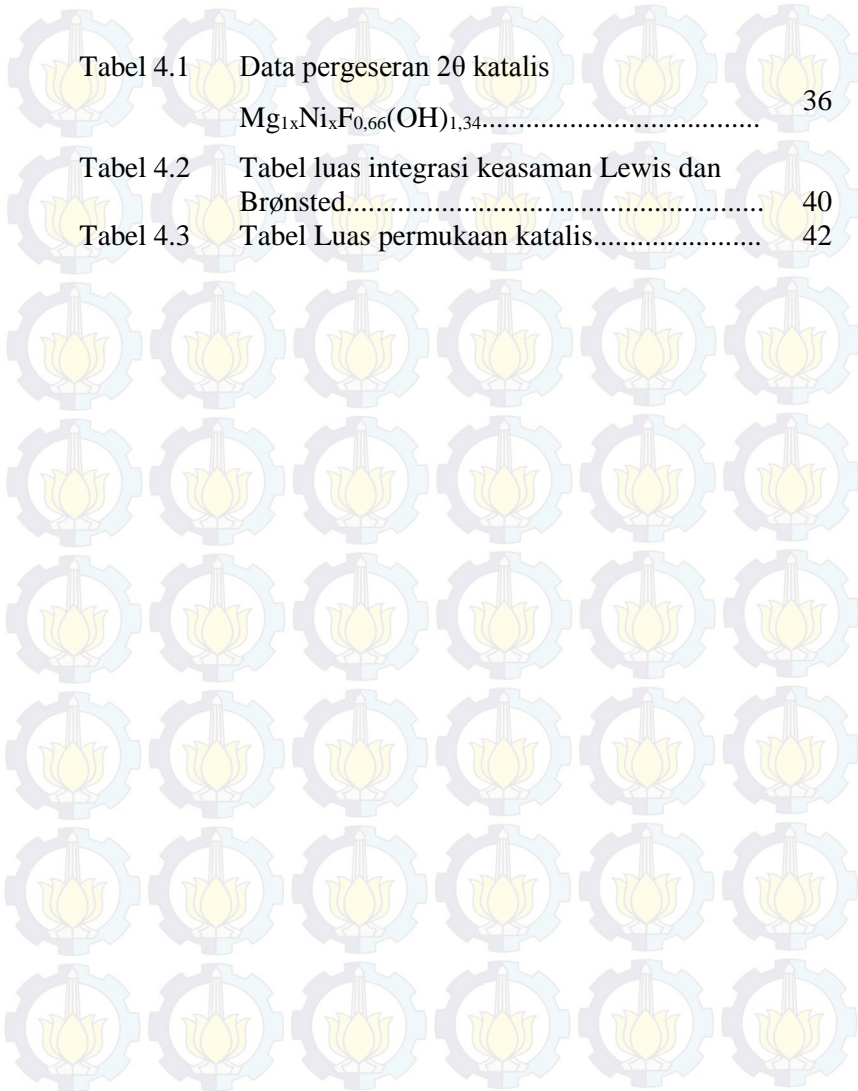
Penulis



*Karya ini kupersembahkan untuk
Ibu dan Bapak serta keluarga tercinta
HuTasIrIn yang berjuang bersama
Muhammad Alfian K.
Sari, Retno, Amel, Cindy, Caca
Teman-teman SPECTRA
dan semua teman-teman dekatku*

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data pergeseran 2θ katalis $Mg_{1-x}Ni_xF_{0,66}(OH)_{1,34}$	36
Tabel 4.2	Tabel luas integrasi keasaman Lewis dan Brønsted.....	40
Tabel 4.3	Tabel Luas permukaan katalis.....	42



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Katalis dikenal secara umum pada tahun 1970, terutama karena perkembangannya dalam perlindungan lingkungan, contohnya adalah katalitik *konverter* untuk *automobile* (Hagen, 2006). Katalis telah digunakan dalam industri kimia selama beberapa tahun dan banyak skala industri hanya dapat berlangsung dengan bantuan katalis. Sekitar 85-90% dari produk industri kimia dibuat dengan proses katalitik. Katalis adalah material yang mengubah reaktan menjadi produk melalui tahapan-tahapan dasar, dimana katalis turut berperan dan akan mengalami perubahan menjadi bentuk asli diakhir siklus (Ertl dkk., 2008). Dalam reaksi, katalis berfungsi untuk menyediakan mekanisme alternatif dengan energi aktivasi yang rendah. Penggunaan katalis dalam proses reaksi bertujuan untuk meningkatkan efisiensi reaksi, laju reaksi dan meningkatkan konversi, serta selektivitas terhadap produk (Busca, 2014).

Dalam aplikasinya, katalis dapat berupa katalis homogen atau katalis heterogen. Katalis homogen adalah katalis yang terdispersi dalam fasa yang sama dengan fasa larutan yang digunakan. Fasa katalis homogen adalah fasa cair (Chang, 2004). Katalis homogen yang pernah digunakan dalam sintesis *Friedel-Crafts* adalah $AlCl_3$ dan $FeCl_3$ dengan sifat asam lewis (Frouri dkk., 2015). Reaksi dengan adanya katalis homogen dapat berjalan pada suhu dan tekanan yang rendah. Katalis homogen susah dipisahkan dengan produk karena berada pada fasa yang sama. Oleh karena itu, proses pemisahan katalis homogen menimbulkan limbah yang beracun sehingga penggunaan katalis homogen menjadi tidak ramah lingkungan dan tidak dapat digunakan kembali. Selain itu, katalis homogen bersifat korosif sehingga membutuhkan

reaktor dengan bahan antikorosi yang harganya relatif mahal. Beberapa kelemahan dari katalis homogen tersebut merugikan sehingga dalam aplikasinya, penggunaan katalis homogen beralih ke katalis heterogen.

Katalis heterogen adalah katalis yang terdispersi dalam fasa yang berbeda dengan fasa larutan yang digunakan. Dalam penggunaannya, katalis heterogen berwujud padat dan larutan atau reaktan terdapat dalam fasa padat, gas atau cair (Oxtoby, 2001). Pemisahan katalis heterogen dengan produk mudah dilakukan sehingga katalis dapat digunakan secara berulang dan dapat menekan biaya (Sapkal dkk., 2010). Katalis heterogen banyak diaplikasikan dalam industri kimia, makanan, obat-obatan dan industri petrokimia (Ertl dkk., 2008) maupun dalam asilasi senyawa heterosiklik teroksigenasi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Wang dan Xu (2004), katalis heterogen digunakan dalam reaksi antara trimetilhidrokuinon (TMHQ) dan isofitol. Pada reaksi antara senyawa TMHQ dan isofitol diperoleh produk α -tokoferol dan benzofuran (Bonrath dan Netscher, 2005). Senyawa α -tokoferol merupakan bentuk vitamin E yang paling aktif (Lehninger, 1990; Dutta-Roy, 1994) yang dibutuhkan manusia (Bendich, 2001). Produk lain yang dihasilkan dari reaksi adalah benzofuran. Benzofuran berfungsi sebagai insektisida, fungisida, antimikroba, sitotoksik dan antioksidan (Choi dkk., 2008).

Reaksi antara TMHQ dan isofitol menggunakan prinsip reaksi alkilasi *Friedel-Crafts* dengan bantuan katalis asam (McMurry, 2000). Oleh karena itu, keasamaan merupakan faktor utama dalam penentuan katalis yang tepat untuk reaksi ini, sehingga katalis heterogen yang dapat digunakan adalah katalis yang memiliki sifat asam Lewis dan asam Brønsted atau kombinasi dari keduanya. Candu dkk.

(2011) melaporkan hasil penelitiannya dengan katalis MgF_2 menunjukkan bahwa kekuatan asam serta kombinasi sisi asam Lewis dan Brønsted pada katalis berpengaruh terhadap selektivitas produk pada reaksi antara TMHQ dan isofitol.

1.2 Rumusan Masalah

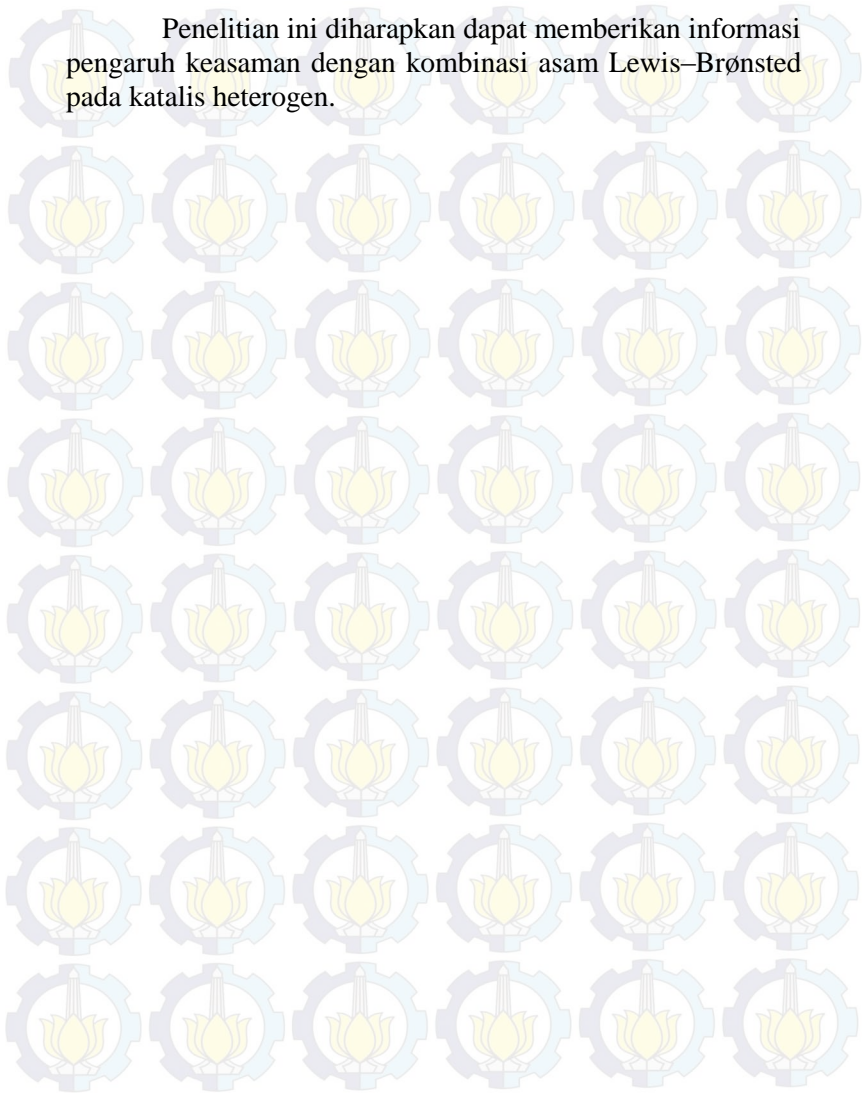
Katalis heterogen MgF_2 telah dicobakan pada reaksi antara TMHQ dan isofitol. Reaksi tersebut dipengaruhi oleh sisi asam Lewis atau Brønsted. Kombinasi dari sisi asam Lewis dan Brønsted dapat menghasilkan produk tertentu. Namun, belum ada penelitian lebih lanjut yang mengamati pengaruh kombinasi sisi asam Lewis dan Brønsted pada reaksi antara TMHQ dan isofitol. Menurut Prescott dkk. (2005), MgF_2 memiliki keasaman Lewis. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan modifikasi MgF_2 agar bersifat asam Lewis dan asam Brønsted. Penambahan sisi asam Brønsted dilakukan dengan penambahan komposisi gugus OH pada MgF_2 , sedangkan sisi asam Lewis ditambahkan dengan *doping* Ni. Sintesis yang dilakukan adalah katalis $\text{Mg}_{1-x}\text{Ni}_x\text{F}_{0,66}(\text{OH})_{1,34}$. Menurut Murwani dkk. (2008), proses *doping* pada suatu katalis dapat meningkatkan selektivitasnya, selain itu jumlah konsentrasi *doping* sangat berpengaruh terhadap aktivitas (Murthy dkk., 2004), sehingga dalam penelitian ini divariasikan jumlah mol Ni pada katalis $\text{Mg}_{1-x}\text{Ni}_x\text{F}_{0,66}(\text{OH})_{1,34}$ dengan nilai $x = 0; 0,025; 0,05; 0,075; 0,1; 0,15$.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan katalis heterogen $\text{Mg}_{1-x}\text{Ni}_x\text{F}_{0,66}(\text{OH})_{1,34}$ ($x = 0; 0,025; 0,05; 0,075; 0,1; 0,15$) yang memiliki sisi asam Lewis dan Brønsted. Katalis yang dihasilkan sesuai untuk reaksi antara trimetilhidrokuinon dan isofitol.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi pengaruh keasaman dengan kombinasi asam Lewis–Brønsted pada katalis heterogen.



BAB V KESIMPULAN

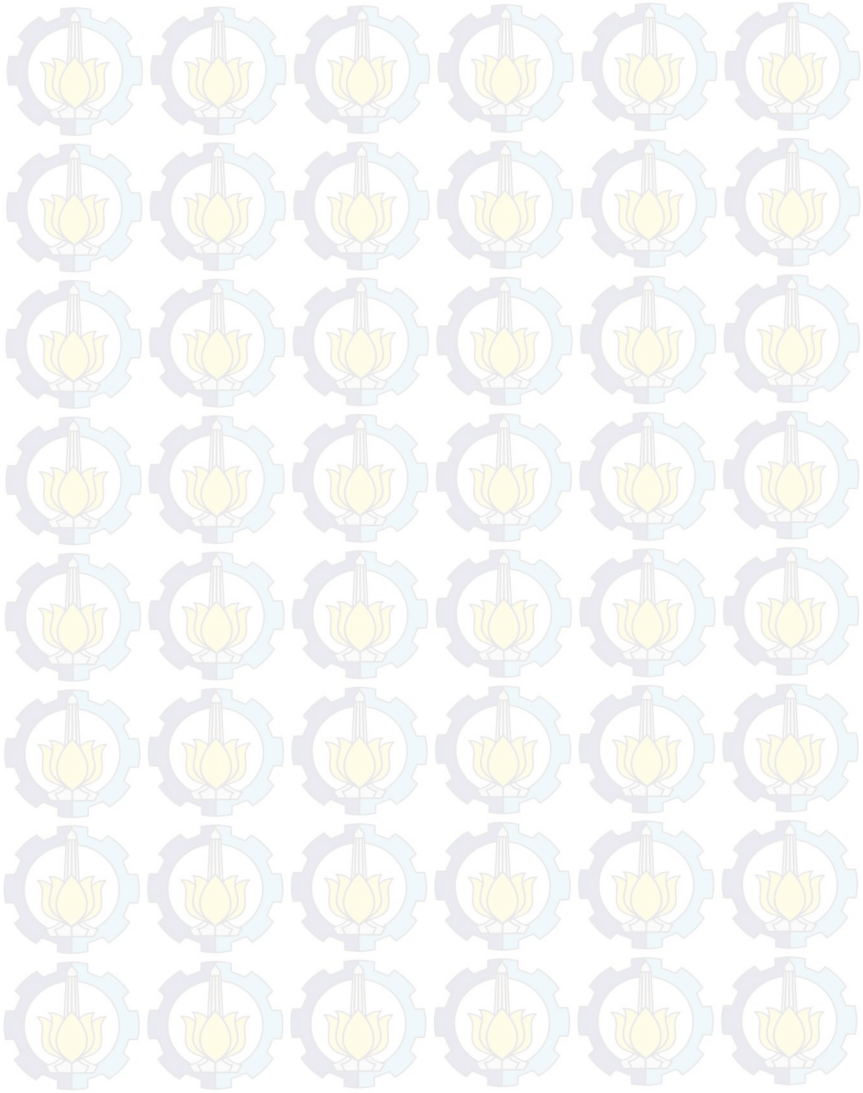
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa $Mg_{1-x}Ni_xF_{0,66}(OH)_{1,34}$ ($x = 0; 0,025; 0,050; 0,075; 0,1$ dan $0,15$) dapat digunakan sebagai katalis pada reaksi antara trimetilhidrokuion (TMHQ) dan isofitol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas terbesar diperoleh pada katalis $Mg_{0,925}Ni_{0,075}F_{0,66}(OH)_{1,34}$ sebesar 92,69% dengan *yield* benzofuran sebesar 43,12% dan selektivitas terhadap benzofuran 46,53%. Aktivitas katalis dipengaruhi oleh jumlah *doping* Ni. *Yield* benzofuran dan selektivitas terhadap benzofuran pada reaksi tersebut dipengaruhi oleh adanya sisi asam Lewis dan sisi asam Brønsted.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu diamati penentuan rasio perbandingan F:OH agar diperoleh keasaman Lewis dan Brønsted yang optimum, sehingga diharapkan perolehan aktivitas katalis, *yield* benzofuran dan selektivitas terhadap produk yang lebih besar.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”.



DAFTAR PUSTAKA

Adamson, A. W. dan A. P. Gast. (1997). "Physical Chemistry Of Surfaces". 6thEd. Wiley-Interscience. New York

Ayudianingsih, U. (2007). "Pengaruh Ukuran Partikel Al-Bentonit sebagai Katalis Padat dalam Upaya Optimalisasi α -tokoferol". *Skripsi*, Departemen Kimia FMIPA Universitas Airlangga. Surabaya

Bagheri, Samira; Nurhidayatullaili Muhd Julkapli; Wageeh A. Yehye. (2015). "Catalytic Conversion Of Biodiesel Derived Raw Glycerol To Value Added Products". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 41. 113-127

Bendich A. (2001). "Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids". Institute of Medicine Washington, DC: National Academy Press, 2000 ISBN: 0-309-06935-1. *Nutrition*. Vol. 17, hal. 364

Bonrath W. dan Netscher T. (2005). "Catalytic Processes in Vitamins Synthesis and Production". *Applied Catalysis A: General*. Vol. 280, hal. 55–73

Busca, G. (2004). "Heterogeneous Catalytic Material". Elsevier. Amsterdam

Campanati M., Fornasari G. dan Vaccari A. (2003). "Fundamentals in the Preparation of Heterogeneous Catalysts". *Catalysis Today*. Vol. 77, hal. 299–314

Candu N., Wuttke S., Kemnitz E., Coman S. M. dan Parvulescu V. I. (2011). "Friedel–Crafts Alkylations on Nanoscopic Inorganic Fluorides". *Applied Catalysis A: General*. Vol. 391, hal. 169–174

Carey F. A. (2000). "Organic Chemistry. Fourth Edition". The McGraw-Hill Companies, Inc. United States of America

Chang, Raymond. (2004). "Kimia Dasar". Erlangga. Jakarta

Chia, K.-J.; Lee T.-Y. dan Huang S.-D. (2004). "Simple Device for the Solid-phase Microextraction Screening of Polychlorodibenzo-p-dioxins and polychlorodibenzo-furans in Heavily Contaminated Soil Samples". *Analytica Chimica Acta*. Vol. 527, hal. 157-162.

Chorkendorff, I.; J.W. Niemantsverdriet. (2003). "Concepts Of Modern Catalysis and Kinetics". Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KgaA. Weinheim, Germany

Choi, D. H.; Hwang J. W.; Lee H. S.; Yang D. M. dan Jun J.-G. (2008). "Highly Effective Total Synthesis of Benzofuran Natural Product Egonol. *Bull. Korean Chem. Soc.* Vol. 29, hal. 1594-1596

Cotton dan Wilkinson. (1989). "Dasar Kimia Anorganik". UI Press. Jakarta

Cox P. A. (2004). "Inorganic Chemistry. 2nd Edition". BIOS Scientific Publishers, United Kingdom

Dutta-Roy, A. K.; M. J. Gorden; F. M. Campbell; G. G. Duthie; W. P. T. James. (1994). "Vitamin E Requirements, Transport and Metabolism: Role of α -Tokoferol - Binding Protein. *J. Clin Nutr. Biochem.* Vol. 5, hal. 562-570

El-Shobaky G. A.; Fagal G. A.; Ghozza A. M.; Mokhtar M. (1998). "Effects of Li₂O Doping on Surface and

Catalytic Properties of CuO–ZnO/Al₂O₃ System”. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. Vol. 142, hal. 17–25.

Ertl G. dan Knözinger H. (1991). “Handbook of Heterogeneous Catalysis”. John Wiley-VCH, New York.

Ertl, Gerhard; Helmuth Knözinger; Ferdi Schüth; Jens Weitkamp. (2008). “Handbook of Heterogeneous Catalysis”. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGAA. Weinheim, Germany

Fagal, G. A.; G. A. El-Shobaky dan S. M. El-Khouli. (2001). “Surface And Catalytic Properties of Fe₂O₃-Cr₂O₃/Al₂O₃ Solids As Being Influenced By LiO₂ And K₂O-Doping”. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. Vol. 178, hal. 287-296

Ferreira, P.; I.M. Fonseca; A.M. Ramos; J. Vital; J.E. Castanheiro. (2009). “Esterification Of Glycerol With Acetic Acid Over Dodecamolybdophosphoric Acid Encaged In USY Zeolite”. *Catalysis Communications*. Vol. 10., hal. 481-484

Frouri, Fatima; Stéphane Célérier; Philippe Ayrault, Frédéric Richard. (2015). “Inorganic Hydroxide Fluorides as Solid Catalysts for Acylation of 2-methylfuran by Acetic Anhydride”. *Applied Catalysts B: Environmental*. Vol. 168, hal. 515-523

Hagen, Jens. (2006). ”Industrial Catalysis”. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGAA. Weinhem, Germany

Hariyatmi. (2004). “Kemampuan Vitamin E sebagai Antioksidan terhadap Radikal Bebas pada Lanjut Usia”. *Jur. Pendidik. Biol. Fkip Ums*. Vol. 14, hal. 52–60

Hu, S.; M. Xue; H. Chen dan J. Shen. (2010). “The Effect Of Surface Acidid And Basic Properties On The Hydrogenation Of Aromatic Rings Over The Supported Nickel Catalysts”. *Chemical Engiinerig Journal*. Vol. 162, hal. 371-379

Huheey James E. (1983). “Inorganic Chemistry Third Edition”. Hard Publishers. New York

Kalevaru, V. N.; A. Benhmid; J. Radnik; M.-M Pohl; U. Bentrup dan A. Martin. (2007). “Marked Influence Of Support On The Catalytic Performance Of PdSb Acetoxylation Catalyst: Effects Of Pd Particle Size, Valence States And Acidity Characteristics”. *Journal of Catalysis*. Vol. 246, hal. 399-412

Kamiensky M. dan Keogh J. (2006). “Vitamins and Minerals. In: Pharmacology Demystified”. Mc Graw Hill Companies Inc. United States of America.

Kemnitz E., Zhu Y. dan Adamczyk B. (2002). “Enhanced Lewis Acidity by Aliovalent Cation Doping in Metal Fluorides”. *Journal of Fluorine Chemistry*. Vol. 114, hal. 163–170.

Kim, Inbae; Jaesung Kim, DooHwan Lee. (2014). “A Comparative Study On Catalytic Properties Of Solid Acid Catalysts For Glycerol Acetylation At Low Temperatures”. *Applied Catalysis B: Environmental*. Vol. 148-149, hal. 295-303

Layman, K.A.; Ivey M.M. dan Hemminger J.C. (2003). "Pyridine Adsorption and Acid /Base Complex Formation on Ultrathin Films of γ -Al₂O₃ on Ni Al(100)". *Journal Physic Chemistry B*. Vol. 107, hal. 8538-8546

Lee, G.S., Iwai, Y., Abe, S., Shimoyama, Y., Arai, Y. (2006). "Effect of Ion Exchange Rate of Y-Type Zeolite on Selective Adsorption of 2,6- and 2,7-Dimethylnaphthalene Isomer in Supercritical Carbon Dioxide". *Science and Technology of Advanced Material*. 7. 672-677

Lehniger, A. L. (1990). "Dasar-Dasar Biokimia". Terjemahan Maggy Thenawidjaya. Erlangga. Jakarta

Linder, M. C. (1992). "Nutritional Biochemistry and Metabolism". (Terj.): Parakkasi A. (1992). "Biokimia Nutrisi dan Metabolisme". UI Press. Jakarta. hal. 201-214

Manku G.S. (1988). "Principle of Inorganic Chemistry". New Delhi University Publishing. New Delhi

McMurry J. (2000). "Organic Chemistry. Fifth Edition". Thomson Learning, Inc. United States of America

Meng, M.; Li-H. Guo; Z.-Q Zhou; Y.-Q. Zha. (2009). "Synthesis And Characterisation Of CuO/Ce_{1-x}Ti_xO₂ Catalyst Use For Temperature CO Oxidation". *Jurnal Of Hazardous Materials*. Vol. 163, hal. 835-847

Miessler dan Tarr. (2004). "Inorganic Chemistry". Third Edition. Pearson Prentice Hall. New Jersey.

Mikhail R. S. dan Robens E. (1983). "Microstructure and Thermal Analysis of Solid Surfaces". John Wiley & Sons. Inc. Egypt

Mufrodi, Zahrul; Rochmadi; Sutijan dan Arief Budiman. (2014). "Synthesis Acetylation Of Glycerol Using Batch Reactor And Continuous Reactive Distillation Column". *Engineering Journal* Volume 18 Issue 2. hal. 29

Murthy K. J., Groß U., Rüdiger S., Ünveren E. dan Kemnitz E. (2004). "Mixed Metal Fluorides as Doped Lewis Acidic Catalyst Systems: a Comparative Study Involving Novel High Surface Area Metal Fluorides". *Journal of Fluorine Chemistry*. Vol. 125, hal. 937-949.

Murwani I. K., Scheurell K. dan Kemnitz E. (2008). "Liquid Phase Oxidation of Ethylbenzene on Pure and Metal Doped HS- AlF_3 ". *Catalysis Communications*. Vol. 10, hal. 227–231.

Oxtoby, D.W. (2001). "Kimia Modern". Erlangga. Jakarta

Perego C, dan Villa P. (1997). "Catalyst Preparation Methods". *Catalysis today*. Vol. 34, hal. 281-305

Prasetyo, Ari Eko; Anggara Windhi dan Widayat. (2012). "Potensi Gliserol Dalam Pembuatan Turunan Gliserol Melalui Proses Esterifikasi". *Jurnal Ilmu Lingkungan* Volume 10, Issue 1: hal. 26-31

Prasetyoko, Didik; Hamzah Fansuri; Yatim Lailun Ni'mah dan Arif Fadlan. (2016). "Karakterisasi Padatan". Deepublish. Yogyakarta

Prescott H. A., Li Z. J., Kemnitz E., Jens D., Lieske H. (2005). "New Magnesium Oxide Fluoride with Hydroxy Group as Catalyst for Michael Additions". *Journal of Material Chemistry*. Vol. 15, hal. 4616-4628

Rakhmatullah, D.; G. Wirandini; N. Ariyanto. (2007). Pembuatan Adsorben Dari Zeolit Alam Dengan Karakteristik Adsorption Properties Untuk Kemurnian Bioetanol". FTI ITB. Bandung

Reed, J. S. (1991). "Principle Of Ceramics Processing". John Wiley and Sons Inc. New York

Rome, K., McIntyre, A., AstraZaneca, Macclesfield, (2012), "Intelligent use of Relative Response Factors in Gas Chromatography-Flame Ionisation Detection", *Chromatography Today*, SK10 2NA, UK

Rouessac, F. dan A. Rouessac. (1994). "Chemical Analysis: Modern Instrumentation Methods And Techniques, Second Ed. John Willey and Sons. Ltd

Sapkal S.B.; Shelke K. F.; Shingate B.B. dan Shingare M.S. (2010). "An efficient Synthesis of Benzofuran Derivatives Under Conventional/Non-conventional Method". *Chinese Chemical Letters*. Vol. 21, hal. 1439-1442

Schlichte, K.; K. Tobias; K. Stefan. (2004). "Improved Synthesis, Thermal Stability And Catalytic Properties Of The Metal Organic Framework Compound $\text{Cu}_3(\text{BTC})_2$ ". *Microporous and Mesoporous Materials*. Vol. 73, hal. 81-88

Scholz, Gudrun; Christoph Stosiek; Michael Feist dan Erhard Kemnitz. (2012). "Magnesium Hydroxide Fluorides-New Materials with Adjustable Composition and Properties". Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Weinheim. *Eur. J. Inorg. Chem.* Hal. 2337-2340

Shriver, D.F. And P.W. Atkins. (1999). *Inorganic Chemistry*, Oxford University Press, New York

Sibilia P. (1996). "Guide to Material Characterization and Chemical Analysis. Second Edition". John Wiley-VCH, New York

Sugiarso, D.; Jumroni dan I. K. Murwani. (2012). "Pengaruh Berbagai Loading Nikel Oksida pada Karakter Katalis Berpendukung NiO₂/MgF₂. Prosiding Seminar Nasional Kimia UNESA

Swigers, Gerhard F. (2008). "Methods of Enzymatic, Homogenous and Heterogenous Catalysis". A John Wiley & Sons, Inc. Publication. New Jersey, Canada

Tsai, T.-W.; Wang E.-C.; Li S.-R.; Chen Y.-H.; Lin Y.-L.; Wang Y.-F. dan Huang K.-S. (2004). "A New Synthesis of Benzofurans from Phenols via Claisen Rearrangement and Ring-Closing Metathesis. *Journal of The Chinese Chemical Society*. Vol. 50, hal. 1301-1318

Troncea, Simona B.; Stefan Wuttke; Erhard Kemnitz; Simona M. Coman; Vasile I. Parvulescu. (2011). "Hydroxylated Magnesium Fluorides As Environmentally Friendly Catalysts For Glycerol

Acetylation". *Applied Catalysis B: Environmental*. Vol. 107, hal. 260-267

Wang H. dan Xu B.Q. (2004). "Catalytic Performance of Nafion/SiO₂ Nanocomposites for the Synthesis of α -tocopherol". *Applied Catalysis A: General*. Vol. 275, hal. 247–255

Wojciechowska, A.; Czajka, B.; Pietrowski, M.; Zieliński, M. (2000). "MgF₂ as A Non-Conventional Catalytic Support. Surface and Structure Characterization". *Catalysis Letters*. Vol. 66, hal. 147–153.

Wuttke, S.; S.M. Coman; J. Krohnert; F.C Jentoft; E. Kemnitz. (2010). "Sol-Gel Prepared Nanoscopic Metal Fluorides – A New Class Of Tunable Acid-Base Catalysts". *Catalysis Today*. Vol. 152, hal. 2-10

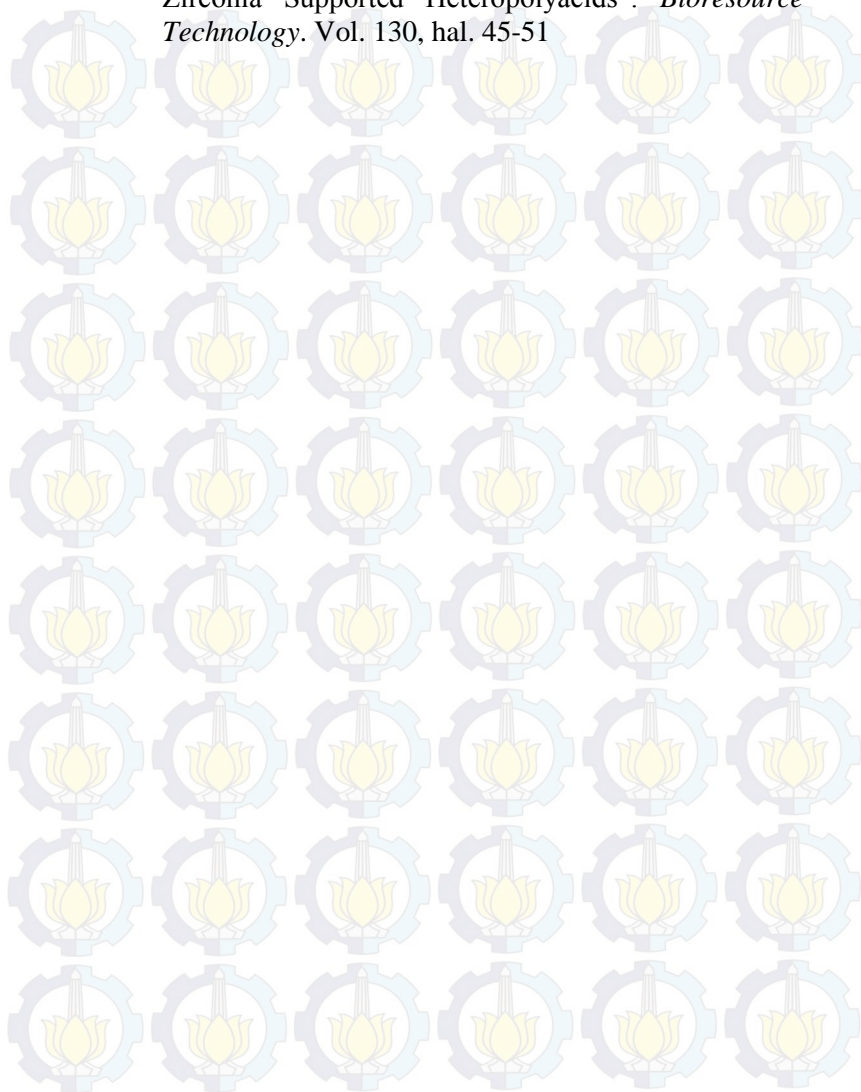
Wutkke, S.; Simona C.; Gudrun; Kirmse; V. Alexandre; Daturi Maro; Kemnitz. (2008). "Novel Sol-Gel Synthesis of Acidic MgF_{2-x}(OH)_x Materials". Hal. 11488-11499

Zhang, S.; C. Deng; B. L. Fu; S. Y. Yang dan L. Ma. (2010). "Effects of Cr Doping On The Electrochemical Properties Of Li₂FeSiO₄ Chatode Material For Lithium-Ion Batteries". *Electrochimica Acta*. Vol. 55, hal. 8482-8489

Zhou, Limin; Tuan-Huy Nguyen; Adesoji A. Adesina. (2012). "The Acetylation of Glycerol Over Amberlyst-15: Kinetic And Product Distribution". *Fuel Processing Technology*. Vol. 104, hal. 310-318

Zhu, Shanhui; Yulei Zhu; Xiaoqing Gao; Tao Mo; Yifeng Zhu; Yongwang Li. (2013). "Production Of

Bioadditives From Glycerol Esterification Over Zirconia Supported Heteropolyacids”. *Bioresource Technology*. Vol. 130, hal. 45-51



BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Pasuruan, 03 Juli 1994, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu SD Negeri Gambiran I Kab. Pasuruan (2000-2006), SMP Negeri 2 Pandaan Kab. Pasuruan (2006-2009), SMA Negeri 1 Pandaan (2009-2012) Kab. Pasuruan. Penulis diterima di jurusan Kimia FMIPA-ITS Surabaya melalui jalur SNMPTN undangan tahun 2012 dan terdaftar

dengan NRP 1412100025. Di jurusan Kimia ini, penulis mengambil bidang Kimia Material dan Energi dibawah bimbingan Prof. Dr. rer. Nat Irmina Kris Murwani. Penulis sempat aktif dalam Himpunan Mahasiswa Kimia sebagai staf departemen Riset dan Teknologi (RISTEK) periode 2013/2014. Penulis dapat dihubungi melalui email taslikah.kimia@gmail.com.