

PEMBUATAN BIOGASOLINE DARI LIMBAH AMPAS TEBU DAN ECENG GONDOK DENGAN PROSES THERMAL CATALYTIC

Netty Herawati, Rifdah. M. Aditya Pratama

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Palembang

Jl. Jendral Ahmad Yani, 13 Ulu, Palembang

Formatted: Indonesian, Do not check spelling or grammar

Abstrak

Pemanfaatan biomassa yang dikonversikan menjadi bahan bakar alternatif untuk mengurangi ketergantungan akan bahan bakar fosil. Hal ini dilakukan agar produksi bahan bakar fosil dapat beralih ke bahan bakar alternatif. Biomassa ini menjadi permasalahan yang cukup serius bagi pemerintah dikarenakan akan limbah yang menumpuk akan tetapi pemanfaatannya yang sedikit. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan mengolah biomassa limbah ampas tebu dan eceng gondok menjadi biogasoline. Dalam pemanfaatan biomassa ini menggunakan metode thermochemical salah satunya adalah metode thermal catalytic. Metode thermal catalytic adalah pendekomposisi bahan dengan menggunakan panas dan dibantu dengan adanya katalis untuk mempercepat reaksi tersebut. Dalam penelitian ini mengkaji pengaruh waktu (30,60,90,120,150,180,210,240 menit), temperatur (200,250,300°C), dan katalis (zeolite alam dan serbuk besi). Dari data hasil penelitian ini diketahui %yield tertinggi pada kondisi optimal temperatur 300°C, waktu 150 menit, dan menggunakan katalis zeolite alam dengan %yield sebesar 64,40 %.

Kata kunci : biomass, thermal catalytic, biogasoline

PENDAHULUAN

Sejak memasuki tahun 2000-an produksi akan bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia mulai terjadi penurunan yang berkelanjutan. Peristiwa ini didasarkan karena ketersediaan minyak mentah yang telah banyak terekplorasi. Penurunan produksi minyak di Indonesia ini diiringi dengan jumlah kebutuhan konsumsi bahan bakar minyak di Indonesia yang terus meningkat setiap tahun. Pada tahun 2015, produksi akan bahan bakar minyak sekitar 825 barel per hari dan jumlah kebutuhan akan bahan bakar minyak 1.628 barel per hari membuat Indonesia harus mengimpor minyak dari luar sebesar 350-500 barel per hari (Data BP Statistical Review of World Energy 2015). Kenaikan harga bahan bakar minyak tidak dapat dihindari, dilihat dari ketersediaannya yang terbatas dan kebutuhan yang terus meningkat. Peristiwa ini pun akan mempengaruhi kebutuhan yang lain.

Dalam beberapa tahun terakhir pemanfaatan biomass menjadi bahan bakar alternatif menjadi tren di kalangan peneliti. Pemanfaatan biomass ini dimaksudkan agar dapat menjadi pilihan alternatif untuk dapat mengurangi pemakaian bahan bakar fosil. Dalam pemanfaatan biomass ini dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan proses biochemical dan proses thermochemichal. Untuk biochemical ini memerlukan waktu reaksi yang lama dan lebih selektif dalam menghasilkan produk akan tetapi tidak memerlukan energi dari luar yang besar. Sedangkan dalam proses thermochemichal ini memerlukan waktu reaksi yang tidak terlalu lama dan produknya dapat bervariasi akan tetapi memerlukan energi dari luar yang besar (Montoya, dkk dalam Zulkania, Ariyany 2016). Salah satu bahan bakar alternatif tersebut adalah biogasoline (bensin). Biogasoline merupakan sumber energi yang dapat diperbarui (renewable) karena terbuat dari bahan yang terdapat di alam sehingga tidak perlu khawatir akan keterbatasan sumber dayanya.

Eceng Gondok

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) adalah tanaman yang hidup mengapung di permukaan air dan berakar di dasar kolam atau rawa jika airnya dangkal. Tingginya sekitar 0,4-0,8 meter. Eceng gondok tidak mempunyai batang. Daunnya tunggal dan berbentuk oval. Ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Permukaan daunnya licin dan berwarna hijau. Bunganya termasuk majemuk, berbentuk bulir, kelopaknya berbentuk tabung. Akarnya merupakan serabut. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) berkembang biak dengan cara vegetatif maupun generative. Pada umumnya eceng gondok tumbuh dengan cara vegetatif yaitu, dengan menggunakan stolon. Stolon yang terbawa arus sungai/raja akan terus berkembang menjadi eceng gondok dewasa. Menurut Lail, eceng gondok dapat berkembang dua kali lebih cepat dengan menggunakan cara vegetatif sekitar 7-10 hari (Yonathan et al, 2013). Hasil penelitian Badan Pengendalian Dampak Lingkungan menganalisa bahwa satu batang eceng gondok dapat berkembang seluas $\pm 1 \text{ m}^2$ dalam kurung waktu 52 hari. Suhu ideal yang dibutuhkan eceng gondok untuk tumbuh berkisar antara 28°C dengan keasaman (pH) antara 4-12.

Tabel 1. Kandungan Kimia Eceng Gondok

Kandungan Kimia	Nilai (%)
Selulosa	60
Hemiselulosa	8
Lignin	17

Sumber : Ahmed dalam Putera, R.D.H , 2012

Ampas Tebu

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan. Umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih 1 tahun. Di Indonesia tebu banyak dibudidayakan di pulau Jawa dan Sumatra. Ampas tebu atau lazimnya disebut bagasse, adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu. Dari satu pabrik dihasilkan ampas tebu sekitar 35 – 40% dari berat tebu yang digiling. Ampas merupakan hasil samping dari proses ekstraksi tebu, dengan komposisi : 46-52% air, 43-52% sabut dan 2-6% padatan terlarut. Departemen Pertanian melaporkan bahwa produksi tebu nasional saat ini adalah 33 juta ton/tahun.

Tabel 2. Kandungan Kimia Ampas Tebu

Kandungan	Kadar (%)
Abu	3,82
Lignin	22,09
Selulosa	37,65
Sari	1,81
Pentosan	27,97
SiO ₂	3,01

Sumber : Wijayanto, R. dalam Nugraha J. R, 2013

Gasoline

Gasoline atau bensin atau petrol adalah salah satu jenis bahan bakar minyak yang dimaksudkan untuk kendaraan bermotor roda dua, tiga, dan empat. Secara sederhana, bensin tersusun dari hidrokarbon rantai lurus, mulai dari C₇ (heptana) sampai dengan C₁₁. Dengan kata lain, bensin

terbuat dari molekul yang hanya terdiri dari hidrogen dan karbon yang terikat antara satu dengan yang lainnya sehingga membentuk rantai. Jika bensin dibakar pada kondisi ideal dengan oksigen berlimpah, maka akan dihasilkan CO_2 , H_2O , dan energi panas. Setiap kg bensin mengandung 42.4 MJ.

Bensin dibuat dari minyak mentah, cairan berwarna hitam yang dipompa dari perut bumi dan biasa disebut dengan petroleum. Cairan ini mengandung hidrokarbon; atom-atom karbon dalam minyak mentah ini berhubungan satu dengan yang lainnya dengan cara membentuk rantai yang panjangnya yang berbeda-beda. Molekul hidrokarbon dengan panjang yang berbeda akan memiliki sifat yang berbeda pula. CH_4 (metana) merupakan molekul paling “ringan”; bertambahnya atom C dalam rantai tersebut akan membuatnya semakin “berat”. Empat molekul pertama hidrokarbon adalah metana, etana, propana, dan butana. Dalam temperatur dan tekanan kamar, keempatnya berwujud gas, dengan titik didih masing-masing -107 , -67 , -43 dan -18 derajat C. Berikutnya, dari C_5 sampai dengan C_{18} berwujud cair, dan mulai dari C_{19} ke atas berwujud padat.

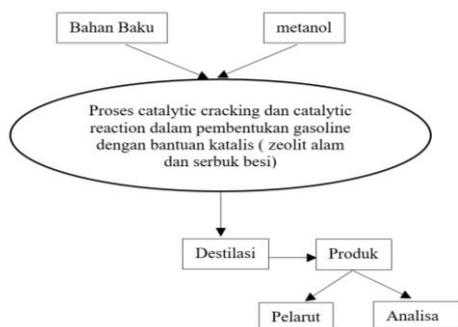
Catalytic Cracking dan Catalytic Reaction

Proses catalytic cracking dan catalytic reaction adalah proses dimana terjadi pendekomposisian biomass dengan cara di panaskan pada temperatur tertentu dibantu dengan bantuan katalis di dalam prosesnya. Katalis ini berperan dalam meningkatkan % yield pada produk yang dihasilkan. Dalam pemanasan yang stabil, penggunaan katalis meningkatkan % yield pada produk yang dihasilkan (Wastermann et al., 2007).

METODE PENELITIAN

Persiapan Bahan Baku

Bahan yang digunakan adalah eceng gondok dan ampas tebu yang telah dihaluskan untuk mempermudah thermal catalytic cracking, katalis serbuk besi dan zeolite. Katalis yang digunakan pada proses catalytic reaction, metanol. Diagram alir proses :



Penelitian ini dilakukan dengan melakukan variasi beberapa variabel reaksi yaitu temperatur, waktu dan katalis

Formatted: Left

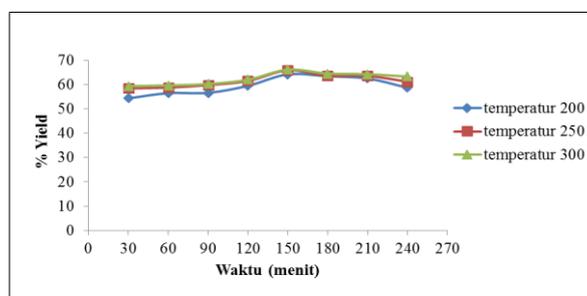
Analisa Hasil Penelitian

Pengujian dilakukan analisa terhadap karakteristik biogasoline di Laboratorium Fuel Pertamina RU III.

HASIL DAN PEMBAHASAN

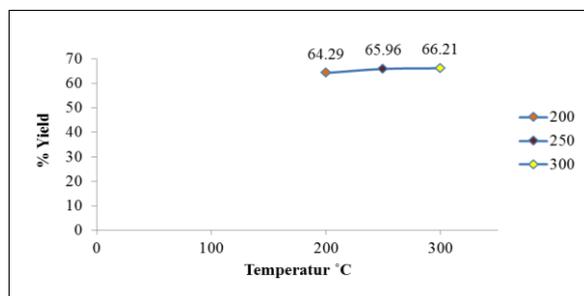
Pengaruh Temperatur dan Waktu Reaksi terhadap Persen Yield Biogasoline dengan Katalis Zeolit Alam

Kenaikan % yield pada biogasoline yang dihasilkan dapat dipengaruhi beberapa factor, diantaranya lama waktu dekomposisi pada limbah ampas tebu dan eceng gondok, tinggi temperatur yang dilakukan, dan perbedaan katalis yang dipakai. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan temperatur, waktu, dan katalis untuk menghasilkan biogasoline dengan kandungan % yield tertinggi. Analisa % yield diperoleh dari perhitungan data hasil penelitian.



Gambar 1. Pengaruh Temperatur dan Waktu Terhadap % Yield pada Produk yang Dihasilkan dalam Proses Pembuatan Biogasoline dari Limbah Ampas Tebu dan Eceng Gondok Menggunakan Katalis Zeolite Alam

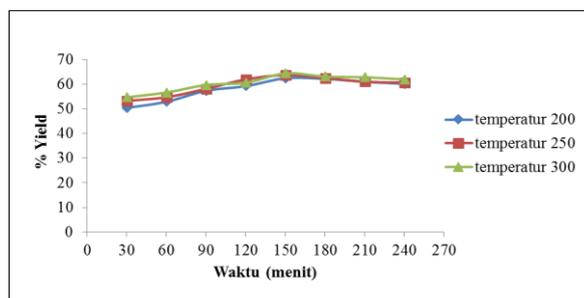
Berdasarkan keterangan dari Gambar 1 dijelaskan kandungan % yield pada biogasoline mengalami kenaikan disetiap perbedaan temperatur. Pada temperatur 200°C dan 250°C % yield pada biogasoline mengalami kenaikan sebesar 4-5% sedangkan pada temperatur 300°C % yield pada biogasoline mengalami kenaikan sebesar 1-2%. Sedangkan pada perbedaan waktu kenaikan % yield pada biogasoline berlangsung pada 30-150 menit dan mengalami penurunan pada 180-240 menit. Dapat diperoleh kondisi optimal pada tiap-tiap perbedaan temperatur berlangsung pada waktu 150 menit dengan % yield pada temperatur 200°C sebesar 64,29%, pada temperatur 250°C sebesar 65,96, dan pada temperatur 300°C sebesar 66,21%. Dari ketiga data kondisi optimal tersebut dapat diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 2. Kondisi Optimal pada Pembuatan Biogasoline pada Perbedaan Waktu 150 menit Menggunakan Katalis Zeolite Alam

Berdasarkan Gambar 2 diatas terlihat bahwa kandungan % yield tertinggi dari perbedaan temperatur yang berada pada kondisi waktu optimal 150 menit berada pada temperatur 300°C dengan % yield sebesar 66,21%.

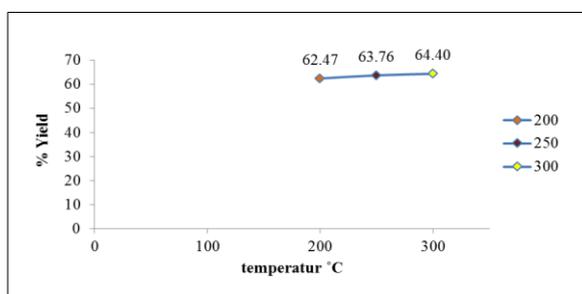
Pengaruh Temperatur dan Waktu Reaksi terhadap Persen Yield Biogasoline dengan Katalis Serbuk Besi



Gambar 3. Pengaruh Temperatur dan Waktu Terhadap % Yield pada Produk yang Dihasilkan dalam Proses Pembuatan Biogasoline dari Limbah Ampas Tebu dan Eceng Gondok Menggunakan Katalis Serbuk Besi

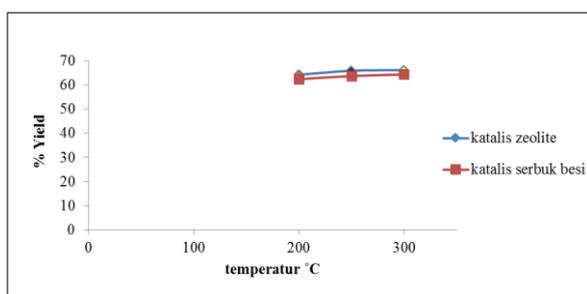
Berdasarkan keterangan dari Gambar 3 dijelaskan kandungan % yield pada biogasoline mengalami kenaikan disetiap perbedaan temperatur. Pada temperatur 200°C dan 250°C %yield pada biogasoline mengalami kenaikan sebesar 2-4 % sedangkan pada temperatur 300°C %yield pada biogasoline mengalami kenaikan sebesar 1-2 %. Sedangkan pada perbedaan waktu kenaikan % yield pada biogasoline berlangsung pada 30-150 menit dan mengalami penurunan pada 180-240 menit. Dapat diperoleh kondisi optimal pada tiap-tiap perbedaan temperatur berlangsung pada waktu 150 menit dengan % yield pada temperatur 200°C sebesar 62,47%, pada temperatur 250°C sebesar 63,76%, dan pada temperatur 300°C sebesar 64,40%.

Dari ketiga data kondisi optimal tersebut dapat diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 4. Kondisi Optimal pada Pembuatan Biogasoline pada Perbedaan Waktu 150 menit Menggunakan Katalis Serbuk Besi

Berdasarkan Gambar 4 diatas terlihat bahwa kandungan % yield tertinggi dari perbedaan temperatur yang berada pada kondisi waktu optimal 150 menit berada pada temperatur 300°C dengan % yield sebesar 64,40%.



Gambar 5. Perbandingan % Yield pada Biogasoline yang Dihasilkan dengan Menggunakan Perbedaan Katalis Antara Zeolite dan Serbuk Besi

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan bahwa perbandingan % yield yang didapat pada biogasoline dengan menggunakan katalis zeolite alam sebesar 66,21% dengan kondisi optimal temperatur 300°C dan waktu 150 menit sedangkan menggunakan katalis serbuk besi sebesar 64,40% dengan kondisi optimal temperatur 300°C dan waktu 150 menit. Dapat diperoleh hasil bahwa kedua katalis mencapai kondisi optimal yang sama yaitu pada temperatur 300°C dan waktu 150 menit akan tetapi terdapat perbedaan yang signifikan pada % yield yang dihasilkan. Perbedaan % yield terlihat jelas bahwa penggunaan katalis zeolite alam menghasilkan biogasoline dengan % yield yang tinggi daripada menggunakan serbuk besi. Hal ini dikarenakan ukuran luas permukaan zeolite alam lebih besar daripada serbuk besi, luas permukaan yang lebih besar inilah yang membuat pengikatan rantai karbon yang terjadi pada proses pemanasan menjadi lebih efisien untuk menghasilkan % yield yang lebih tinggi (Saad et al, 2015).

KESIMPULAN

Dari data penelitian yang didapat kondisi optimum pada proses thermal catalytic cracking dalam menghasilkan biogasoline dari limbah ampas tebu dan eceng gondok menggunakan katalis zeolite alam dan serbuk besi dari perbandingan temperatur (200°C, 250°C, dan 300°C) dan

waktu (30,60,90,120,150,180,210,240 menit) berada pada temperatur 300°C dan pada waktu 150 menit. Dari produk yang dihasilkan pada kondisi optimum dengan menggunakan katalis zeolite didapat %yield sebanyak 66,21% dan pada serbuk besi sebanyak 64,40%. Dari data pengaruh perbedaan temperatur, waktu dan katalis terhadap %yield yang dihasilkan didapat bahwa penggunaan katalis zeolite lebih besar 1,81% daripada serbuk besi

DAFTAR PUSTAKA

- Adjaye, J.D., Bakhshi, N. N., 1995. *Production of Hydrocarbons by Catalytic Upgrading of A Fast Pyrolysis Bio-Oil. Part 1 : Conversion over Various Catalysts*. Fuel Process. Technol. 45, 161-183.
- Antonakou, E., et al. 2006. *Evaluation of Various Types of Al-MCM-41 Materials as Catalysts in Biomass Pyrolysis for The Production of Biofuels and Chemicals*. Fuel 85, 2022-2212.
- Alonso, D.M. Bond, J.Q. & Domesic. J.A. 2010. *Catalytic Conversion of Biomass to Biofuels*. Green Chem. 12. 1493-1513.
- Bridgwater, A.V., 1994. *Catalysts in Thermal Biomass Conversion*. Appl. Catal. A 116,5-47.
- Chen, G. Andries, J. Spliethoff, H. 2003. *Catalytic Pyrolysis of Biomass for Hydrogen Rich Fuel Gas Production*. Energy Convers. Manage. 44. 2289-2296.
- Demibas, A. 2000. *Mechanism of Liquefaction and Pyrolysis Reactions of Biomass*. Energy Convers. Manage. 41. 633-646
- Huber, G.W. 2017. *Green Gasoline by Catalytic Fast Pyrolysis of Solid Biomass Derived Compounds*. ChemSusChem. (1). 396-400.
- Klass, D.L. 1998. *Biomass for Renewable Energy, Fuels and Chemicals*. Academic Press. San Diego. 651-653
- Lang, X. Hill, G.A. Macdonald, D.G. 2001. *Recycle Bioreactor for Bioethanol Production from Wheat Starch Cold Enzyme Hydrolysis*. Energy Source. 23. 417-425.
- Laula, Nyimas, dan Nugraha, Adhi. Tidak diketahui. *Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Melalui Design Produk Perlengkapan Rumah*. Jurnal Tingkat Sarjana Seni Rupa dan Design. 1. 1-7.
- Mckendry. P. 2002. *Energy Production from Biomass : Overview of Biomass*. Bioresour. Technol. 83. 37-46.
- Miller, D.J. Jackson, J.E. 2004. *Catalyst for Biorenewable Conversion*. In : National Science Foundation Workshop Report. Virginia.
- Nugraha, J.R. 2013. *Karakteristik Termal Briket Arang Ampas Tebu dengan Variasi Bahan Perekat Lumpur Lapindo*. Disertasi Strata 1 di FT Universitas Jember : tidak diterbitkan.
- Purboputro, P.I. 2006. *Pengaruh Panjang Serat terhadap Kekuatan Impak Komposit Eceng Gondok dengan Matriks Poliester*. Media Mesin. 7 (2). 70-76.
- Putera, R. D. H. 2012. *Ekstrasi Serat Selulosa dari Tanaman Eceng Gondok (Eichornia crassipes) dengan Variasi Pelarut*. Disertasi Strata 1 FT UI : tidak diterbitkan.
- Rahimah, Mardhiansyah. M, dan Yoza. Defri. 2015. *Pemanfaatan Kompos Berbahan Baku Ampas Tebu (Saccharum sp.) dengan Bioaktivator Trichoderma spp sebagai Media Tumbuh Semai Acacia crassicarpa*. Jurnal Faperta. 2(1).
- Renilaili. 2015. *Eceng Gondok sebagai Biogas yang Ramah Lingkungan*. Jurnal Ilmiah TEKNO. 12. (1). 1-10.

- Suppes, G.J. et al. 2004. *Transesterification of Soybean Oil with Zeolite and Metal Catalyst.* Appl. Catal. A 257 (2). 213-223.
- Taarning, E. Osmundsen, C.M. Yang, X. Voss, B. Andersom, S.I. & Christensen, C.H. 2011. *Zeolite-Catalyzed Biomass Conversion to Fuels and Chemicals.* Energy & Environmental Science. 4(3). 793-804.
- Tamunaidu, P. Bhatia, S. 2007. *Catalytic Cracking of Palm Oil for The Production of Biofuels : Optimization Studies.* Bioresource. Technol. 98. 3593-3601.
- Yaman, S. 2004. *Pyrolysis of Biomass to Produce Fuels and Chemical Feedstocks.* Energy Convers. Manage. 45. 651-671.
- Yonathan., Arnold, A.R Prasetya, dan Bambang Pramudono. 2013. *Produksi Biogas dari Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) : Kajian Konsistensi dan pH terhadap Biogas Dhasilkan.* Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. 2. (2). 211-215.
- Zumani, Darul., et al. 2015. *Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms) untuk Fitoremediasi Kadmium (Cd) pada Air Tercemar.* Jurnal Siliwangi. 1. (1). 22-31.
- Zulkania. Ariany. 2016. *Pengaruh Temperatur dan Ukuran Partikel Biomassa terhadap Bio-Oil Hasil Pirolisis Ampas tebu / Baggase.* Teknoin. 22. (5). 328-326.