

Rekayasa Katalis **pada** Teknologi Pembuatan **Biofuel**

**Berbahan Baku
Minyak Nabati**



Yustia Wulandari Mirzayanti Dwi Ana Anggorowati
Agus Budianto Ika Fitri Ulfindrayani
Erlinda Ningsih Adilah Aliyatulmuna
Lenny Marlinda Zuhdi Ma'sum
Medya Ayunda Fitri

Jurusan Teknik Kimia
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

REKAYASA KATALIS PADA TEKNOLOGI PEMBUATAN BIOFUEL BERBAHAN BAKU MINYAK NABATI

Oleh :

Dr. Yustia Wulandari Mirzayanti, S.T., M.T

Dr. Agus Budianto, MT, Dkk

Hak Cipta ©2021 pada penulis

Editor : Yustia Wulandari Mirzayanti & Tim

Setting : Pangky

Desain Cover : Giri Setiawan

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronis maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penulis.

Penerbit KYTA, (Penerbit KYTA, Anggota IKAPI) Perum Nogotirto Aden No. 10 RT.21/RW.17 Nogotirto Gamping, Sleman – Yogyakarta

Perpustakaan Nasional : Katalog dalam Terbitan

Mirzayanti, Yustia Wulandari

Budianto, Agus

REKAYASA KATALIS PADA TEKNOLOGI PEMBUATAN BIOFUEL BERBAHAN BAKU MINYAK NABATI

- Ed. I. – Yogyakarta : KYTA;

30 – 29 – 28 – 27 – 26 – 25 – 24 – 23 – 22 – 21

hlm iv + 186; 16 x 23 Cm.

10 – 9 – 8 – 7 – 6 – 5 – 4 – 3 – 2 – 1

E- ISBN : 978-623-396-015-1

I. Judul

1. Teknik Kimia
2. Yustia Wulandari Mirzayanti
3. Agus Budianto
4. Erlinda Ningsih

Kata Pengantar

Bismillahirrahmannirrahiim

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, segala puji dan syukur disampaikan kepada Allah SWT serta shalawat dan salam teruntuk baginda Rasulullah Muhammad SAW karena buku yang berjudul “Rekayasa Katalis pada Teknologi Pembuatan Biofuel Berbahan Baku Minyak Nabati” ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini berisi tentang kumpulan beberapa hasil studi literatur para penulis yang terkait pengembangan modifikasi katalis sebagai pendukung pada pembuatan biofuel dengan berbagai bahan baku minyak nabati.

Buku ini dapat digunakan sebagai Buku Pegangan untuk membantu pembelajaran bidang ilmu yang berkaitan dengan : Teknologi Katalis dan Konversi Energi khususnya Minyak Nabati menjadi Biofuel serta terkait pengembangan Metode Ekstrasi. Penulis pun menyadari jika didalam penyusunan buku ini masih jauh dari sempurna. Namun penulis meyakini sepenuhnya bahwa sekecil apapun buku ini tetap akan memberikan sebuah manfaat bagi pembaca.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh Pimpinan ITATS dan YPTS yang telah memberikan dukungan serta pihak yang membantu hingga terselesaikannya buku ini.

Surabaya, Oktober 2021

Dr. Yustia Wulandari Mirzayanti, S.T., M.T



biofuel

green gallon modern recycle volume resource
electric choice
nature
transport refueling sign
concept transportation
plant generation
organic bio clean gasol
recycling oil
environmental pump container biotechnology
pollution stainless chemical octane fossil
renewable petroleum barrel power
business industrial biodiesel object
cask tank
consumption design natural
syn et

Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Chapter 1	
Pemanfaatan Tulang Sapi Sebagai Bahan Baku Katalis CaO Untuk Mengkonversi Minyak Goreng Bekas Menjadi Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi	1
<i>(Yustia Wulandari Mirzayanti, Anna Eka Anjani, dan Wardatul Jamilah)</i>	
Chapter 2	
Pengembangan katalis Zn/HZSM5 untuk produksi biofuel dari Minyak Sawit dan Minyak Nyamplung	19
<i>(Agus Budiando¹ dan Esthi Kusdarini)</i>	
Chapter 3	
Pengaruh Waktu Reaksi terhadap Karakteristik Biodiesel dari Minyak Sawit yang dikatalisis oleh NaOH dengan Etanol Grade Teknis	41
<i>(Erlinda Ningsih, Suparto, Abas Sato, Yeni Ratu Mustikasari, dan Risty Christina Dewi)</i>	
Chapter 4	
Distribusi Hidrokarbon Produk Bahan Cair dari <i>hydrocracking</i> Minyak Bintaro (<i>Cerbera manghas</i>) dengan Katalis Kobal-Nikel berbasis HZSM-5	55
<i>(Lenny Marlinda, Rahmi, Muhammad Al-Muttaqii, Yustia Wulandari Mirzayanti, Achmad Roesyadi dan Danawati Hari Prajitno)</i>	

Chapter 5

Aplikasi Katalis Heterogen Pada Biodiesel Berbahan Baku Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas*) 75

(*Medya Ayunda Fitri, Yulia Tri Rahkadima, Zahrotul Azizah, dan Trisna Kumala Dhaniswara*)

Chapter 6

Proses Hidrolisa Limbah Batang Jagung dengan menggunakan Katalis Enzim Sebagai Upaya Peningkatan Kadar Gula Reduksi 111

(*Dwi Ana Anggorowati, Harimbi Setyawati, Nanik Astuti Rahman, Faidliyah Nilna Minah, Sriliani Surbakti, Ade Irawan, dan Sulfatwa*)

Chapter 7

Pengaruh Variasi *Loading* Zn pada CaF_2 Terhadap Struktur ZnO/CaF_2 127

(*Ika Fitri Ulfendrayani dan Irmira Kris Murwani*)

Chapter 8

Pengaruh Substitusi Ion Fe pada Oksida Perovskit $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{Co}_{1-y}\text{Fe}_y\text{O}_{3\pm\delta}$ terhadap Pembentukan Syngas 139

(*Adilah Aliyatulmuna, Irmira K. Murwani, Hamzah Fansuri, dan R.Y. Perry Burhan*)

Chapter 9

Pengaruh Volume Distiller Pada *Microwave Assisted Extraction* (MAE) 151

(*Zuhdi Ma'sum*)

Bibliografi Penulis 179



Proses Hidrolisa Limbah Batang Jagung dengan menggunakan Katalis Enzim Sebagai Upaya Peningkatan Kadar Gula Reduksi

Dwi Ana Anggorowati¹, Harimbi Setyawati², Nanik Astuti Rahman³, Faidliyah Nilna Minah⁴, Sriliani Surbakti⁵, Ade Irawan⁶, dan Sulfatwa⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia

^{1,2,3,4,5} Email: anggoro_dwiana@yahoo.com; arimbisetya@yahoo.co.id;

nanik_ar29@yahoo.com; nilnaminah@yahoo.com; lianisurbakti@yahoo.com

Abstrak

Bioetanol dapat ditransformasikan dari tanaman pati (ubi kayu, jagung, biji sorgum, sorgum), tanaman gula (tebu, sorgum manis, lobak) dan selulosa (jerami, serbuk gergaji, ampas tebu, sabut kelapa, kulit biji kacang kedelai). Selulosa adalah penyusun utama sel tumbuhan dan merupakan senyawa organik yang melimpah di bumi. Bahan baku selulosa yang bukan merupakan bahan pangan dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bio-alkohol. Salah satunya adalah limbah batang jagung. Limbah batang jagung diperoleh dari proses pemanenan jagung. Saat panen jagung, banyak limbah selulosa yang dapat digunakan, termasuk daun jagung dan tongkolnya. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah batang jagung untuk mendapatkan gula pereduksi yang optimal dengan menggunakan variasi konsentrasi enzim selulosa dan waktu

hidrolisis. Sebelum hidrolisis dilakukan perlakuan awal dengan menggunakan larutan basa yaitu NaOH untuk delignifikasi. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: konsentrasi enzim selulase: 2%; 2,5%; 3%; 3,5%; 4% dan waktu hidrolisis 6, 8 dan 10 jam. Pengaruh perlakuan fisik dan kimia mempengaruhi kandungan lignin dan selulosa. Setelah dilakukan perlakuan fisik dan kimia limbah batang jagung dengan NaOH 10%, kandungan lignin menurun dari 12% menjadi 4% dan kandungan selulosa meningkat dari 40% menjadi 75%. Selama ini, hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi enzim 3,5% dengan waktu hidrolisis 10 jam memberikan gula pereduksi sebesar 2214,900 mg/L.

Kata kunci: Limbah batang jagung, gula Reduksi, enzim selulase.

6.1. Pendahuluan.

Jagung merupakan salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai sumber produksi bio-alkohol. Menurut Muniroh [1], biomassa batang jagung merupakan limbah yang belum banyak dimanfaatkan sebagai produk bernilai tambah hingga saat ini. Batang jagung yang terbuat dari biomassa lignoselulosa paling berpeluang untuk dimanfaatkan sebagai bioetanol karena banyak mengandung selulosa..

Pada tahun 2017, produksi jagung di Indonesia mencapai 4.467.933 Ha [2]. Jumlah ini cukup besar mengingat jumlah panen jagung tahun lalu hanya 4.387.58 ha. Namun, jumlah yang besar ini tidak bisa dibandingkan dengan jumlah sampah yang dihasilkan. Karena 100% jagung yang dihasilkan, hanya 30% yang merupakan produk jagung dan sisanya adalah limbah. Dari persentase yang begitu tinggi, alangkah baiknya jika limbah tanaman jagung ini dapat dimanfaatkan kembali untuk diolah kembali agar lebih bernilai. Salah satunya adalah pemanfaatan batang jagung sebagai bahan baku pembuatan bio-alkohol. Memang batang jagung memiliki kandungan selulosa (30 - 50%), hemiselulosa (15 - 35%), lignin (13 - 30%) dan air (9 - 11%), serta abu 6%. [1]. Dilihat dari kandungan tongkol jagungnya, sangat mungkin tongkol jagung dimanfaatkan sebagai

bahan baku pembuatan bio-alkohol. Namun dalam pembuatan bio-alkohol perlu dilakukan tahapan-tahapan tertentu, yaitu tahapan reduksi kimia dan tahapan hidrolisis. Dimana kedua langkah ini memegang peranan yang sangat penting bagi bio-alkohol yang tercipta.

Menurut peneliti Arif [3] dengan tahapan hidrolisis, penggunaan enzim selulosa mencapai kadar glukosa terbaik 3,3458% dalam 8 jam dengan konsentrasi enzim 3%. Sementara itu, menurut Rika [4] pada 8 jam akan memiliki kadar glukosa sebesar 30,884 mg/ dengan menggunakan campuran enzim selulosa dari *trichoderma reesei* dan *aspergillus niger*. Sedangkan kadar glukosa yang diperoleh sebesar 0,324% dengan hidrolisis menggunakan H₂SO₄ 2% pada penelitian Ikbal [5], masih belum optimal karena jumlah glukosa yang diperoleh masih sangat sedikit. Berdasarkan hasil tersebut maka dilakukan penelitian untuk mengoptimalkan jumlah glukosa yang dihasilkan dari hidrolisis enzimatik dengan memvariasikan waktu dan konsentrasi enzim yang digunakan. Memang hasil beberapa penelitian di atas masih dinilai lemah dan kurang optimal.

6.2. Tinjauan Pustaka

Tanaman Jagung

Jagung merupakan salah satu tanaman yang dapat digunakan sebagai sumber produksi bio-alkohol. Menurut Muniroh [1], biomassa batang jagung merupakan limbah yang belum banyak dimanfaatkan sebagai produk bernilai tambah hingga saat ini. Batang jagung yang terbuat dari biomassa lignoselulosa termasuk yang paling berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bioetanol karena banyak mengandung selulosa.



Gambar. 6.1. Pohon jagung Kering

Pada jagung, komponen utama bahan lignoselulosa adalah selulosa, lignin dan air. Berikut adalah komposisi kimia limbah tanaman jagung.

Tabel.6.1. Tabel Komposisi Kimia Batang Jagung Tongkol Jagung

Senyawa	Batang Jagung (%)	Tongkol Jagung (%)
Selulosa	30 – 50	41
Hemiselulosa	15 – 35	36
Lignin	13 – 30	16
Air	9 – 11	7

Sumber: Fachry [6]

Selulosa

Selulosa terdiri dari D-Glukosa dihubungkan oleh ikatan β (1,4). Struktur linier ini membuat selulosa menjadi kristal dan tidak larut. Di alam, selulosa sering digabungkan dengan polisakarida lain seperti hemiselulosa atau lignin untuk membentuk kerangka utama dinding sel tumbuhan. Selulosa terdiri dari ribuan unit glukosa yang dapat dihubungkan bersama dan membentuk struktur. Struktur kristal dan adanya lignin dan hemiselulosa merupakan kendala utama hidrolisis selulosa.

Proses Delignifikasi

Proses delignifikasi bertujuan untuk menghilangkan lignin, mengurangi kristalinitas selulosa dan meningkatkan porositas bahan. Pretreatment dapat dilakukan secara fisik dan biologis. Beberapa metode pengolahan reduksi tersebut antara lain: Secara fisik antara lain berupa pemotongan, penggerindaan mekanis dan pembengkakan untuk memperkecil ukuran bahan dan mengurangi kristalinitas selulosa. secara kimiawi, di antaranya adalah proses asam, basa, redoks dan organosolv. Serta penggunaan biologis busuk coklat, busuk putih dan mikroorganisme jamur pelunak untuk mendegradasi lignin dan hemiselulosa yang ada dalam bahan lignoselulosa. Sedangkan faktor yang mempengaruhi proses sterilisasi : Suhu, waktu dan konsentrasi NaOH [3].

Selama reduksi fisik, kimia dan biologi, tingkat reduksi lignin terbesar terjadi pada reduksi kimia [7]. Dalam penelitian ini, reduksi dilakukan secara kimia dengan metode basa, dalam pengolahan ligniselulosa umumnya menggunakan basa seperti natrium, kalsium dan amonium hidroksida. NaOH, KOH, Ca(OH)_2 dan NH_4OH adalah larutan basa yang terbukti efektif dalam memecah biomassa ligniselulosa. Misalnya, NaOH dapat meningkatkan laju degradasi kayu keras dari 1 % menjadi 55 dengan mengurangi kandungan ligninnya dari 55% menjadi 20%. Deglinifikasi berbagai biomassa ligninselulosa seperti jerami gandum, rumput, kayu keras dan kayu lunak dengan NaOH juga dapat menurunkan kandungan lignin hingga kurang dari 26% [8].

Proses Hidrolisis Selulosa

Hidrolisis adalah proses penguraian polisakarida dalam biomassa lignoselulosa, terutama selulosa dan hemiselulosa, menjadi monomer gula penyusunnya. Proses enzimatik mirip dengan hidrolisis asam, tetapi katalis asam digantikan oleh enzim. Kadar gula pereduksi pada ubi jalar hasil hidrolisis enzimatik lebih tinggi 12,61% dibandingkan dengan hidrolisis asam sebesar 6,20%.

Biohidrolisis selulosa dapat dilakukan dengan menggunakan enzim selulosa atau mikroorganisme penghasil selulosa. Ada 3 jenis enzim yang berperan memecah selulosa menjadi glukosa, yaitu: (a) Enzim *endoglukonase*, yang secara acak memotong rantai panjang glukosa menjadi rantai yang lebih pendek, (b) Enzim *selbiohidrolase*, yang memotong kedua rantai glukosa (selobiosa), (c) enzim β -*glukosidase*, memiliki fungsi memotong selobiosa menjadi molekul glukosa [9].

Hidrolisis enzimatik memiliki beberapa keunggulan dibandingkan hidrolisis asam, antara lain: tidak adanya hidrolisis gula, kondisi kerja (suhu rendah), berpotensi memberikan produk yang tinggi dan biaya yang relatif rendah karena tidak ada bahan yang korosif. Beberapa kelemahan hidrolisis enzimatik antara lain membutuhkan waktu lebih lama dan aktivitas enzimatik dihambat oleh produk.

Enzim Selulase

Enzim *selulase* merupakan enzim yang berperan penting dalam konversi biologis limbah selulosa organik menjadi glukosa, protein uniseluler, pakan ternak, etanol dan lain-lain. Enzim ini merupakan enzim yang mampu menghidrolisis ikatan β (1-4) selulosa. Enzim selulase termasuk enzim ekstraseluler, yaitu enzim yang dilepaskan dari sel ke lingkungan untuk menghidrolisis polimer di lingkungan. Enzim ini diproduksi dalam sel mikroba yang mengandung selulosa dan kemudian dilepaskan dari sel dalam sistem pencernaan untuk mencerna selulosa.

Hidrolisis lengkap enzim memerlukan aksi gabungan dari ketiga enzim ini yaitu:

1. *Endo-1,4- β -D-glukanase* (*endoselulase*, *carboxymethylselulase* atau *CMCase*), secara acak mereduksi polimer selulosa pada ikatan internal α -1,4-glikosida untuk menghasilkan oligodekstrin dengan panjang rantai yang berbeda.

2. *Exo-1,4-β-D-glukanase(cellobiohydrolase)*, yang memecah selulosa dari ujung pereduksi dan non-pereduksi untuk menghasilkan selobiosa dan / atau glikosa.
3. *B-glukosidase (cellobiase)*, yang memecah selobiosa untuk menghasilkan glukosa.
4. Beberapa faktor yang mempengaruhi aktivitas enzim, yaitu: a) Konsentrasi Enzim, pH (keasaman) enzim *selulase* hasil penelitian menunjukkan dua kondisi optimal, yaitu kondisi asam rendah pH 5 dan basa rendah pH 8, b) Suhu, berdasarkan hasil statistik dapat disimpulkan bahwa suhu optimum berada pada suhu 37⁰C dengan aktivasi selulosa sebesar 2,19 x 10⁻²Unit/mL, c) Waktu Kontak dan Produk Akhir, reaksi enzim selalu melibatkan dua hal, yaitu substrat dan produk akhir. Dalam beberapa kasus, produk akhir juga dapat mengurangi performa enzim[9].

6.3. Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan secara eksperimental untuk mendapatkan gula pereduksi. Produksi bio-alkohol berlangsung dalam beberapa tahap, yaitu: delignifikasi, hidrolisis dan fermentasi. Untuk tahap penelitian ini, hanya tahap hidrolisis yang diperlukan untuk mendapatkan gula pereduksi.

Bahan

Bahan yang digunakan antara lain: Aquades, Enzim selulase, H₂SO₄, Limbah Batang jagung hasil panen jagung, NaOH.

Alat

Alat-alat yang digunakan antara lain: *beakerglass*, botol sample, *Erlenmeyer*, *Furnace*, *Shaker Waterbath*, Gelas, arloji, Gelas pengaduk, Labu leher tiga, Labu ukur, Mesin Giling, Mortar, pH meter, Pipet tetes, *Stamper*, Timbangan, Termometer.

Variabel

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tepung batang jagung ukuran 60 mesh, berat bahan 10 gram.

Proses delignifikasi berlangsung pada suhu kamar, waktu 28 jam, jenis pelarut: NaOH 10%. Jenis **enzim yang digunakan pada proses hidrolisis** adalah enzim selulase, pH = 5 dan suhu 37 °C. Sedangkan variabel berubah yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Konsentrasi enzim selulase antara lain 2%; 2,5%; 3%; 3,5% 4% dan waktu hidrolisis adalah 6 jam, 8 jam, 10 jam, 12 jam, 14 jam.

Prosedur penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

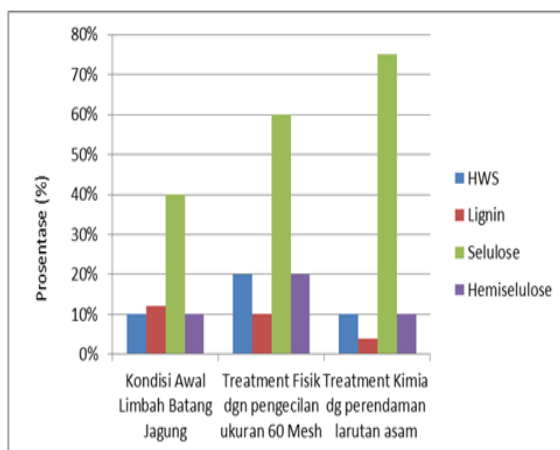
Pengolahan bahan baku awal yaitu tongkol jagung dijemur, kemudian dipotong-potong \pm 3 cm, setelah kering tongkolnya dihaluskan dengan blender. Hasil gilingan kemudian diayak hingga menjadi serbuk 60 mesh dan diambil 100 gr. Kemudian selanjutnya dilakukan pretreatment yaitu sampel seberat 100 gr dimasukkan ke dalam tiga gelas kimia dan disiapkan NaOH dengan konsentrasi 10% kemudian ditambahkan 1000 ml NaOH ke dalam gelas kimia yang berisi sampel dan diaduk sampai sampel tercampur rata. terendam seluruhnya. Perendaman dilakukan selama 28 jam pada suhu kamar, kemudian dilakukan analisis HHSLA.

Hidrolisis selulosa secara enzimatik adalah sebagai berikut: timbang sampel sebanyak 50g, kemudian masukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan tambahkan enzim dengan variasi masing-masing sampel 2%, 2,5%, 3%, 3,5%, 4% berat sample ke dalam masing-masing Erlenmeyer dan Tambahkan 1500 mL air. Hidrolisis dilakukan pada interval waktu yang berbeda selama 6, 8, 10, 12, 14 jam, pada suhu 37 °C dan pH 5. Setelah hidrolisis selesai, diambil sampel sebanyak 25 ml untuk pengujian kadar glukosanya.

6.4. Hasil dan Pembahasan

Proses delignifikasi

Gambar 6.2 berikut menunjukkan grafik perbandingan (%) lignin, selulosa, hemiselulosa dan HWS dengan kondisi awal, perlakuan fisik dan perlakuan kimia.



Gambar. 6.2. Grafik Perbandingan kadar (%) HWS, lignin, selulosa dan hemiselulosa pada berbagai treatment

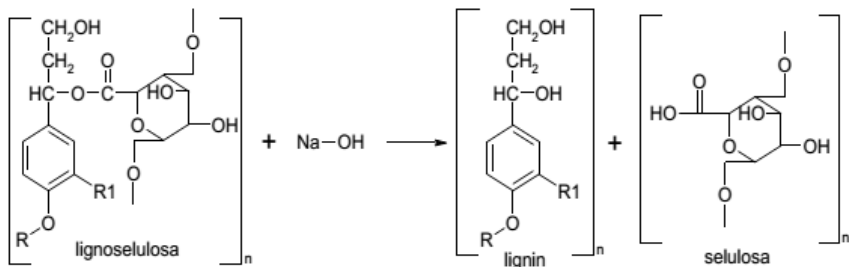
Pada keadaan batang jagung tidak diberi perlakuan, kandungan Hemiselulosa 10%, selulosa 40%, lignin 12% serta HWS 10%, pada saat batang jagung dilakukan perlakuan fisik dengan batang jagung dihaluskan kemudian disaring dengan ayakan 60 mesh. Data yang didapatkan kadar hemiselulosa 20%, Selulosa 60%, lignin 10% dan HWS 20% dari data menunjukkan pengolahan fisik dapat menurunkan kadar lignin. Setelah perlakuan fisik dilakukan, dilanjutkan dengan perlakuan kimia dengan metode delignifikasi basa. Batang jagung ukuran 60 mesh direndam selama 28 jam menggunakan 10% NaOH pada suhu ruang dengan tekanan 1 atm. Dan didapatkan kadar hemiselulosa 10%, Selulosa 75%, lignin 4% dan HWS 10%

Delignifikasi mekanik atau fisika bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel bahan baku. salah satu cara yang paling

efektif untuk meningkatkan aksesibilitas enzim ke bahan lignoselulosa dan dapat meningkatkan aktifitas enzim selulase pada bahan lignoselulosa adalah pengurangan ukuran bahan baku menjadi bagian-bagian kecil [10].

Selain delignifikasi secara fisik dapat juga dilakukan secara kimiawi yaitu dengan pemberian larutan asam atau basa. Metode delignifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan basa. Larutan yang digunakan adalah natrium, kalium, kalsium, dan amonium hidroksida. Pemakaian basa menyebabkan perubahan struktur lignin dengan cara mendegradasi ester dan rantai samping glikosidiknya. Penggunaan basa juga menyebabkan dekrystalisasi parsial selulosa, solvasi parsial hemiselulosa dan pembesaran selulosa. Proses ini dilakukan dengan cara merendam biomassa dalam larutan basa pada suhu dan waktu yang telah ditentukan. Sebuah langkah netralisasi harus dilakukan sebelum hidrolisis enzimatik untuk menghilangkan lignin dan zat inhibitor (misalnya garam, asam fenolik dan aldehida) [11].

Dan gambar 6.3 dibawah ini merupakan mekanisme pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa oleh senyawa NaOH.



Gambar. 6.3. Pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa oleh NaOH (Fengel dan Wegener,[12])

Mekanisme delignifikasi dengan larutan NaOH diilustrasikan pada gambar 6.3. Pada mekanisme ini, NaOH menembus dan memutuskan ikatan dari struktur dasar lignin dan berikatan dengan lignin membentuk natrium fenolat. Garam fenolat ini bersifat polar sehingga mudah larut dalam pelarut polar. Dan pada gambar 6.4

berikut ini adalah gambar proses delignifikasi secara kimia sampel batang jagung.



Gambar. 6.4. Proses delignifikasi secara kimia

Lignin larut ditandai dengan warna hitam dalam larutan yang dikenal sebagai lindi hitam (*black liquor*). Lindi hitam menunjukkan bahwa lapisan lignin telah terpisah dari selulosa. Kondisi ini akan meningkatkan produktivitas mikroorganisme dalam produksi selulase dan efisiensi hidrolisis akan lebih tinggi [4].

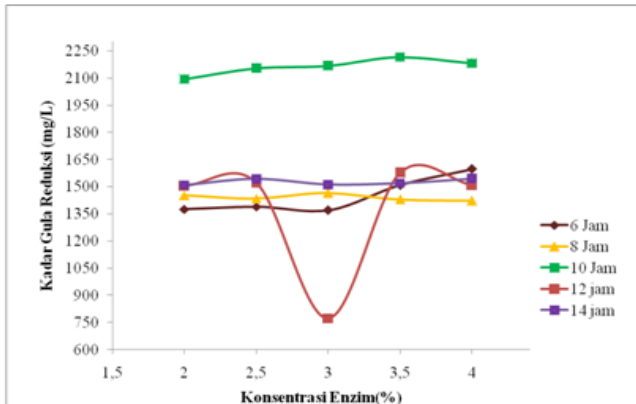
Hemiselulosa terlihat berbeda pada setiap perlakuan. Pada kondisi batang jagung utuh kadar hemiselulosa 10%, setelah dikurangi mesh menjadi 60 mesh kadar hemiselulosa meningkat menjadi 20%, namun setelah dilakukan proses delignifikasi kadar hemiselulosa menurun menjadi 10%. Kemungkinan hal ini terjadi karena proses delignifikasi secara kimia menggunakan senyawa basa NaOH menyebabkan terurainya hemiselulosa yang ada pada bahan selulosa. Hal ini karena hemiselulosa dapat larut dalam senyawa basa.

Hemiselulosa memiliki berat molekul yang lebih rendah dari selulosa dan tidak tahan terhadap perlakuan panas. Tidak seperti selulosa, polisakarida hemiselulosa bersifat *amorf* dan memiliki struktur bercabang yang jarang, sehingga potensi kelarutannya sangat berbeda. Hemiselulosa dapat dipisahkan dari selulosa oleh basa karena ikatannya lemah sehingga sensitif terhadap dihidrolisis

[13]. Dalam penelitian Fachry [6], persentase selulosa yang diperoleh adalah 30 hingga 50%, hemiselulosa dari 15 hingga 35% dan lignin dari 13 hingga 30%.

Kadar Gula Reduksi pada Proses Hidrolisis Enzimatis

Hidrolisis adalah proses penguraian polisakarida di dalam biomassa lignoselulosa, yaitu selulosa dan hemiselulosa menjadi monomer gula penyusunnya. Ketika hidrolisis sempurna, selulosa akan menghasilkan glukosa, sedangkan hemiselulosa akan menghasilkan monomer gula pentosa (C_5) dan heksosa (C_6). Hidrolisis dapat dilakukan dengan cara kimia (asam) atau enzimatis [14].



Gambar. 6.5. Grafik analisa kadar gula reduksi terhadap Konsentrasi Enzim dan Kadar Gula Reduksi

Pada gambar 6.5 dapat kita lihat grafik bahwa kadar gula reduksi pada waktu 6 jam berbanding lurus dengan konsentrasi enzim, dapat kita lihat dari grafik terus meningkat peningkatan dimana gula reduksi terbaik diperoleh pada konsentrasi 4% yakni sebesar 1596,7 mg/L tetapi pada konsentrasi enzim 3% hasil gula reduksi menurun dibandingkan konsentrasi enzim sebelumnya (2% dan 2.5%). Menurut Azis [15], salah satu faktor yang mempengaruhi proses hidrolisis yaitu pH (Keasaman), seperti protein pada umumnya, struktur ion enzim tergantung pada pH lingkungannya.

Enzim dapat membentuk ion positif, ion negatif atau bermuatan (*ion zwitter*). Dengan demikian, perubahan pH lingkungan akan mempengaruhi efisiensi sisi aktif enzim dalam membentuk substrat enzim. pH rendah atau pH tinggi juga dapat menyebabkan terjadinya proses denaturasi yang mengakibatkan penurunan aktivitas enzim. Oleh karena itu, enzim memiliki pH optimum yang berbeda. Sesuai dengan pernyataan tersebut, kondisi pada sampel 3% mengurangi kadar gula reduksi karena dipengaruhi oleh kondisi pH lingkungan yang tidak sesuai dengan kondisi pH optimum untuk enzim selulase.

Sedangkan pada waktu 8 jam dan 14 jam grafik terlihat lebih konstan karena pada setiap konsentrasi enzim kandungan gula reduksi tidak terlalu berbeda, termasuk hasil terbaik yaitu pada waktu 8 jam dengan konsentrasi 3% adalah 1464,43 mg/L, sedangkan pada 14 jam hasil terbaik pada konsentrasi enzim 4 % yaitu sebesar 1544,87 mg/L.

Pada waktu hidrolisis 10 jam, kadar gula reduksi memiliki konsentrasi tertinggi. Namun untuk waktu 10 dengan konsentrasi 3,5%, nilai kadar gula reduksi tertinggi adalah 2214,9 mg/L dan hasil ini merupakan yang paling optimal dari beberapa variabel yang diuji. Dan hasil tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Arif [3] yang memperoleh hasil kadar gula reduksi yang optimal dengan konsentrasi enzim 3% sebesar 3,3458% pada waktu 8 jam. Dan pada penelitian Rika [4], penggunaan campuran selulase *Tricoderma reesei* dan *aspergillus niger* dengan variasi perbandingan 2:1 dengan waktu 8 jam memberikan kadar gula reduksi paling tinggi yaitu sebesar 30,884 mg/L.

Untuk waktu 12 jam terjadi penurunan kadar gula reduksi yang signifikan pada konsentrasi enzim 3 %, apabila dilihat dari kecenderungan konsentrasi enzim 3,5% dan 4 % yang lebih tinggi maka penurunan tersebut terjadi akibat ketidaksesuaian pH dengan kondisi optimum untuk kinerja enzim selulase.

Dengan demikian, secara umum yang dapat disimpulkan dari penelitian ini bahwa semakin lama waktu hidrolisis, semakin tinggi pula hasil kadar gula reduksinya. Dan pada penelitian ini didapatkan

hasil terbaik pada variabel waktu hidrolisis yaitu 10 jam dan konsentrasi enzim 3,5 % dengan kadar gula reduksi 2214,9 mg/L.

6.5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengamatan dan perhitungan yang telah kami buat selama penelitian maka dapat menarik suatu kesimpulan

1. Setelah limbah batang jagung diolah dengan treatment fisik dan kimia dengan menggunakan NaOH 10% maka terdapat penurunan kadar lignin dari 12% menjadi 4% dan meningkatkan kadar selulosa dari 40% menjadi 75%.
2. Penggunaan konsentrasi 3.5% pada hidrolisis enzimatik selulose lebih optimal dibandingkan konsentrasi 2%, 2.5%, 3%, 4% dengan hasil kadar gula reduksi sebesar 2214,900 mg/L.
3. Lama waktu hidrolisis untuk menghasilkan Gula Reduksi tertinggi yaitu sebesar 2214,900 mg/L, dibandingkan dengan lama waktu 6, 8, 12 dan 14 jam.

Daftar Pustaka

- [1] Muniroh Lailatul, Luthfi Khiqmiawati. F. 2011. *Produk Bioetanol Dari Limbah Batang Jagung dengan Menggunakan Proses Hidrolisa Enzim dan Fermentasi*. Presentasi Tugas Akhir, Surabaya: ITS.
- [2] Suwandi, Leli Nurhayati, Budi Waryanto, dkk. 2016. *Outlook Komoditas Pertanian Sub Sektor Tanaman Pangan*. Pusat Data Dan System Informasi Pertanian: Kementrian Pertanian ISSN:1907–1507
- [3] Dian Arif, Noranda Jelfano, Dwi Ana A. 2016. *Pemanfaatan Limbah Hasil Panen jagung untuk pembuatan energi alternatif yang ramah lingkungan*. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri (Seniati) 2016. ISSN: 2058–4218.
- [4] Sutarno Rika Julfana, Zahara Titin Anita, Idiawati Nora. 2011. *Hidrolisis Enzimatik Selulosa Dari Ampas Sagu Menggunakan Campuran Selulase Dari Trichoderma Reesei Dan Aspergillus Niger*. Program Studi Kimia Fakultas MIPA: Universitas Tanjungpura. ISSN 2303-1007
- [5] Yonas Ikkal. M, Isa Ishak, Ibayu Hendri. 2013 *Pembuatan Bioetanol Berbasis Sampah Organik Batang Jagung*. Pendidikan Kimia Fakultas Matematika dan IPA: Univeritas Negeri Gorontalo.
- [6] Fachry Rasyidi Ahmad, Astuti Puji. 2013. *Pembuatan Bietanol dari LimbahTongkol Jagung dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida Dan Waktu Fermentasi*. Kimia Fakultas Teknik: Universitas Sriwijaya
- [7] Agustini Luciasih, Efiyanti Lisna. 2015. *Pengaruh Perlakuan Delignifikasi Terhadap Hidrolisis Selulosa Dan Produksi Etanol Dari Limbah Berlignoselulosa*. ISSN: 0216-4329.
- [8] Hidayat Mohammad Rusdi. 2013. *Teknologi Pretreatment Bahan Lignoselulosa Dalam Proses Produksi Produksi Bioetanol*. Baristand Industri: Pontianak.

- [9] Irawati Rosyida. 2016. *Karakteristik pH suhu dan Konsentrasi substrat pada enzim selulase kasar yang diproduksi*. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Maliki Ibrahim; Malang
- [10] Taherzadeh MJ dan Karimi K. 2008. *Pretreatment Of Lignocellulic Wastes to Improve Ethanol And Biogas Production: A Review*. Int. J. Mol. Sci. 9: 1621-1651
- [11] Menon V dan Rao M. 2012. *Trends In Bioconversion Of Lignocellulose: Biofuels, Platform Chemicals Dan Biorefinery Concept*. Progress in energy and combustion science 8(4): 522-550.
- [12] Fengel, D. dan Wegener G. 1995. *Kayu: Kimia, ultra struktur dan reaksi-reaksi*. Gajah mada press. Yogyakarta.
- [13] Plackett David. 2011. *Biopolymer: New Materials for Sustainable Films and Coating*. United Kingdom: Willey Publisher
- [14] Seftian Diky, Antonius Ferdinand dan Faizal M. 2012. *Pembuatan Etanol Dari Kulit Pisang Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatik Dan Fermentasi*. Teknik Kimia Universitas Sriwijaya: Palembang
- [15] Aziz, P. 2012. Enzim dan factor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi enzim. *Addition material for FIK Biochemical Experiment Class*.

Bibliografi Penulis

Dr. Yustia Wulandari Mirzayanti, S.T., M.T



Lahir di Surabaya 13 Juni 1982. Lulus S-1 Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS) tahun 2004, Lulus Program Magister tahun 2007 dan Doctoral tahun 2019 di bidang Teknologi Proses – Teknik Kimia di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Sejak tahun 2007 hingga saat ini aktif sebagai Dosen Tetap di Teknik Kimia ITATS. Aktif dalam Tri Dharma Perguruan Tinggi dengan bidang energi baru terbarukan dan konversi energi serta teknologi katalis dengan aplikasi di bidang energi. Penulis aktif sebagai *Deputy Editor* Jurnal IPTEK ITATS. Scopus ID. 57041348200.

Email : yustiawulandari_che@itats.ac.id

Dr. Agus Budiarto, MT



Dosen Tetap Jurusan teknik Kimia Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Lahir pada tanggal 13 April 1970 di Madiun. Tahun 1989 beliau di terima di ITS jurusan Teknik Kimia. Kemudian, setelah dua tahun menjadi dosen di Jurusan Teknik Kimia ITATS, beliau melanjutkan studi Program Magister Teknik Kimia di ITS dan mendapat program beasiswa Pendidikan program pasca sarjana (BPPS). Setelah enam semester kuliah dan dibawah Bimbingan Prof. Ir. Djoejono Soewarno dan Dr. Ir. Mahfud DEA beliau mendapat Gelar magister Teknik dalam bidang Proses

Teknik Kimia. beliau mendapat kesempatan studi S3Teknik Kimia ITS tahun 2009 dan dibawah bimbingan Prof Dr.Ir. Danawati Hari Prajitno. MPd, Bpak Prof Dr. Ir Kusno budi Karjono, MT. serta Bpak Prof Dr. Achmad Rosyadi, DEA berhasil meraih Gelar Doktor tahun 2015. Setelah mendapat gelar Doktor beliau mendapat Amanah menjadi Ketua Jurusan Teknik Pertambangan dan mendapat mandat untuk meningkatkan grade akreditasi program sudi sarjana tersebut. Beliau juga pernah menjadi Direktur Pasca Sarjana di ITATS dan tahun 2016 beliau mendapat amanah menjadi Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian (LPPM) hingga sekarang. Tahun 2020 beliau dipercaya oleh YPTS menjadi Wakil Rektor II untuk mendukung Rektor ITATS dan civitas akademika dalam meningkatkan kinerja Perguruan Tinggi. Saat ini beliau juga mendapat amanah jabatan sebagai Sekretaris bidang Kerjasama di Dewan Pimpina Daerah Asosiasi Dosen Republik Indonesia (ADRI).

Email : budichemical@itats.ac.id

Dr. Esthi Kusdarini, S.T., M.T



Esthi Kusdarini lahir pada tanggal 29 Januari 1972 di Madiun. Ia menyelesaikan pendidikan terakhirnya selama 3 tahun di Program Doktor Ilmu Lingkungan, Pascasarjana Universitas Brawijaya dengan pembiayaan dari Beasiswa Unggulan Dosen Indonesia. Penulis sebagai salah satu pengajar di Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya sejak tahun 2015. Penulis menduduki jabatan sebagai koordinator skripsi pada Program Studi Teknik Pertambangan dari tahun 2015 – 2017. Setelah meraih gelar doktornya pada tahun 2020, ia diberi amanah sebagai Ketua Jurusan Program Studi Teknik Pertambangan sampai saat ini. Untuk bidang penelitian, minat penulis berkaitan dengan pemulihan air, sesuai dengan latar belakang pendidikannya dari lulusan S1 Teknik Kimia (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) dan S2 Teknik Lingkungan (Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya). Sedangkan untuk bidang pengabdian kepada masyarakat penulis membantu penerapan teknologi pengawetan bahan makanan dan manajemen pengembangan usaha kecil masyarakat. Selain sebagai tenaga pengajar, penulis aktif mengikuti pelatihan penyusunan dokumen AMDAL sejak tahun 2017. Sampai saat ini pemegang sertifikat ATPA (Anggota Tim Penyusun AMDAL) ini telah ikut menyusun lebih dari 8 dokumen AMDAL sebagai tenaga ahli fisik kimia. Selanjutnya saat ini penulis juga tercatat sebagai anggota Asosiasi Dosen Republik Indonesia (ADRI).

Email : esti@itats.ac.id

Erlinda Ningsih, S.T., M.T



Penulis lahir di Bangkalan, 9 Juni 1984 ini telah menyelesaikan studi S-1 dan S-2 pada Program Studi Teknik Kimia ITS Surabaya pada tahun 2008 dan 2011. Dosen tetap di Teknik Kimia Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya sejak tahun 2015 hingga saat ini. Aktif dalam tri dharma perguruan tinggi dengan bidang energi terbarukan.

Email : erlindaningsih84@itats.ac.id

Dr. Lenny Marlinda, S.T., M.T



Dosen di Program Studi Kimia Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. Lahir di Jambi 06 Juli 1979. Mendapatkan gelar S1 Teknik Kimia tahun 2002 dari Universitas Bung Hatta Padang, S2 Teknik Kimia tahun 2011 dari Universitas Sriwijaya Palembang dan S3 tahun 2017 di bidang Teknologi Proses-Teknik Kimia dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Saat ini menjadi Ketua Jurusan Teknik Kebumihan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. Beberapa penelitian yang telah dihasilkan memiliki topik teknologi katalis di bidang energi, energi baru terbarukan dan konversi energi.

Email : marlindalenny@unja.ac.id.

Dr. Muhammad Al Muttaqii, M.T



Peneliti di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Lahir di Jambi, 13 Februari 1992. Penulis menyelesaikan Pendidikan Kimia S1 pada tahun 2013 di Universitas Jambi, Pendidikan S2 dan S3 Teknik Kimia pada tahun 2016 dan 2020 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Saat ini penulis merupakan peneliti aktif yang berada di Lembaga Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Selain itu, bidang riset yang ditekuni oleh penulis antara lain pengembangan teknologi katalis di bidang energi, energi baru terbarukan dan konversi energi.

Email: almuttaqii.muhammad@gmail.com

Rahmi, S.Pd., M.Si



Dosen di Program Studi Analis Kimia, Universitas Jambi. Lahir di Jambi 23 Januari 1990. Mendapatkan gelar S1 Pendidikan Kimia tahun 2012 dari Universitas Jambi dan S2 tahun 2016 di bidang Kimia Analitik dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Saat ini menjadi Ketua Program Studi DIII Analis Kimia di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi. Beberapa penelitian yang telah dihasilkan memiliki topik tentang konversi energi, energi terbarukan dan elektrokimia.

Email : rahmi.chem@unja.ac.id.

Medya Ayunda Fitri, S.T., M.T



Dosen di Program Studi Teknik Kimia Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo. Lahir di Tuban, 8 Mei 1989. Mendapatkan gelar Sarjana Teknik di tahun 2012 dan Magister Teknik di tahun 2014 dari Teknik Kimia ITS. Bidang riset yang ditekuni adalah Perpindahan Massa dan Panas serta Pemanfaatan Biomassa untuk Konversi Energi Terbarukan.

Email : medyafitri.tkm@unusida.ac.id

Yulia Tri Rahkadima, S.T., M.T



Dosen di Program Studi Teknik Kimia, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo mulai tahun 2015 hingga sekarang. Lahir di Magetan 10 Juli 1989. Mendapatkan gelar Sarjana Teknik di tahun 2011, dan Magister Teknik di tahun 2014 dari Teknik Kimia ITS. Bidang riset yang ditekuni adalah pemanfaatan biomassa untuk konversi energi terbarukan, dan aplikasi teknologi air subkritis.

Email : yulia_tkm@unusida.ac.id

Zahrotul Azizah, S.T., M.T



Dosen di Program Studi Teknik Kimia, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo mulai tahun 2019 hingga sekarang. Lahir di Lumajang 24 Mei 1992. Mendapatkan gelar D3 Teknik Kimia tahun 2010 di Polinema, S1 Teknik Kimia tahun 2013 di ITS, dan S2 Teknik Kimia tahun 2018 di ITS. Beberapa penelitian yang telah dihasilkan memiliki topik tentang simulasi dan pengendalian proses.

Email : azizah.tkm@unusida.ac.id

Trisna Kumala Dhaniswara, S.T., M.T



Dosen di Program Studi Teknik Kimia, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo (UNUSIDA). Lahir di Sidoarjo, 22 November 1988. Mendapatkan gelar D3 Teknik Kimia tahun 2019, S1 Teknik Kimia tahun 2012 dan S2 Teknik Kimia tahun 2014 dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Saat ini menjadi Kepala Laboratorium di Program Studi Teknik Kimia UNUSIDA. Beberapa penelitian yang telah dihasilkan memiliki topik pengolahan sampah di bidang energi, energi terbarukan dan konversi energi.

Email : trisnakumala@gmail.com

Dwi Ana Anggorowati, S.T, M.T



Dosen PNS dpk pada Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang (ITN Malang). Lahir di Blitar, 28 September 1970. Meraih Gelar Strata 1 di Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknologi Gula di ITN Malang pada tahun 1994 dan Pendidikan S2 tahun 2011 dibidang Teknologi Proses Teknik Kimia di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penelitian yang telah dilakukan fokus pada bidang energi baru terbarukan, bio energi, dan ada beberapa penelitian mengenai Teknologi pengolahan limbah, dan Teknologi proses pengolahan bahan makanan.

Email : ana_anggorowati@lecturer.itn.ac.id

Ir. Harimbi Setyawati, M.T



Dosen PNS dpk pada Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang (ITN Malang). Lahir di Bandung, 7 Maret 1963. Menyelesaikan Pendidikan S1 Teknik Kimia di ITN Malang pada tahun 1986 dan Pendidikan S2 Teknik Kimia di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 1997. Saat ini menjadi Kepala Laboratorium Mikrobiologi pada Prodi Teknik Kimia ITN Malang. Penelitian yang ditekuni banyak berkecimpung di bidang Teknologi Pengolahan Limbah. Selain itu beberapa penelitian juga dilakukan dalam bidang bio energi.

Email : harimbi@lecturer.itn.ac.id

Dr. Ir. Nanik Astuti Rahman, S.T, M.T, IPM



Dosen tetap pada Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang (ITN Malang). Lahir di Banyuwangi, 29 Januari 1975. Menyelesaikan Pendidikan S1 Teknik Kimia di ITN Malang pada tahun 1999 dan Pendidikan S2 dan S3 Jurusan Teknik Kimia di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2008 untuk S2 dan lulus S3 pada tahun 2015. Saat ini menjadi Ketua Lembaga Kekayaan Intelektual dan Inovasi di ITN Malang. Penelitian yang ditekuni banyak berkecimpung di bidang Teknologi Pengolahan Limbah. Selain itu beberapa penelitian juga dilakukan dalam bidang Bio energi.

Email : nanik.astuti@lecturer.itn.ac.id

Faidliyah Nilna Minah S.T.,M.T



Dosen Tetap Prodi Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang (ITN Malang). Lahir di Jember, 16 April 1975. Menyelesaikan Pendidikan S1 Teknik Kimia di ITN Malang pada tahun 1999 dan Pendidikan S2 Teknik Kimia di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS Surabaya) pada tahun 2009. Saat ini menjadi Kepala Laboratorium Kimia Teknik pada Prodi Teknik Kimia ITN Malang. Penelitian yang ditekuni banyak berkecimpung di bidang Teknologi Proses Bahan Makanan. Selain itu beberapa penelitian juga dilakukan dalam bidang bio energi, pengolahan limbah juga teknologi minyak atsiri.

Email : faidliyah_minah@lecturer.itn.ac.id

Sriliani Surbakti., S.T., M.T



Dosen Tetap Prodi Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang (ITN Malang). Lahir 23 Juli tahun 1974 di Mardinding. Dengan memperoleh gelar Sarjana Strata S-1 di Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan (STTL) di Yogyakarta tahun 1998, memperoleh pendidikan gelar Magister Teknik S2 Jurusan Teknik Lingkungan dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2010. Dan bekerja sebagai Dosen di Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) Jurusan Teknik Sipil dengan mengajar di Bidang Sumber Daya Air (SDA) yaitu Drainase, Hidrolika, Sistem Penyediaan Air Minum, dan Ilmu Lingkungan. Di Fakultas Teknik Sipil diberikan kepercayaan sebagai Kepala Laboratorium Hidrolika sejak tahun 2017 sampai sekarang. Beberapa penelitian yang telah dihasilkan memiliki topik yaitu tentang IPTEK, energi baru terbarukan, ketahanan dan keamanan pangan. Disamping itu juga bekerja sebagai Konsultan Perencanaan yang sudah memiliki Sertifikat Keahlian di bidang Teknik Lingkungan Ahli Madya dan pernah mengerjakan beberapa pekerjaan di bidang Drainase, bidang Pengelolaan Lingkungan, bidang Sistem Penyediaan Air Minum, dan pernah juga mengerjakan AMDAL
Email : lianisurbakti@yahoo.com

Ade Irawan,

Lahir di Gresik, 29 September 1993, Lulus mendapat gelar Sarjana S1 dari Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang dengan bidang penelitian tentang Bio energi.

Sulfatwa

Lahir di Limbung Sulawesi 1 April 1996, Lulus mendapat gelar Sarjana S1 dari Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang dengan bidang penelitian tentang Bio energi.

Ika Fitri Ulfendrayani, S.Si, M.Si



Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 28 April 1990. Penulis diterima di Program Sarjana Jurusan Kimia FMIPA-ITS Surabaya melalui jalur SNMPTN pada tahun 2008. Penulis menyelesaikan program Sarjana dengan Tugas Akhir yang berjudul, "Pengaruh Variasi Pemuatan Zn pada Katalis ZnO/CaF₂ Terhadap Reaksi Sintesis α -Tokoferol". Penulis diterima di Program Magister Jurusan Kimia, FMIPA-ITS dengan beasiswa *Fast Track* ITS. Penulis mengambil bidang minat Kimia Anorganik mengenai Katalis Heterogen. Pada saat ini, penulis sedang menempuh Program Doktor Jurusan Kimia FSAD-ITS Surabaya dengan beasiswa BPPDN 2019.
Email : ikafitriu@gmail.com.

Dr. Adilah Aliyatulmuna, S.T., M.T



Dosen pada Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang (UM). Lahir di Malang pada tanggal 8 Juni 1972. Gelar Sarjana Teknik diperoleh dari Prodi Teknik Kimia ITS di tahun 1997. Magister Teknik juga diperoleh dari Prodi Teknik Kimia ITS di tahun 2000. Pada tahun 2017 lulus dari Pendidikan Doktor pada Program Studi Kimia. Aktif pada KBK Kimia Fisik Jurusan Kimia UM sejak tahun 2001. Penelitian yang dihasilkan terkait dengan tema katalis yang diaplikasikan pada sektor lingkungan maupun energi terbarukan.

Email : adilah.aliyaulmuna.fmipa@um.ac.id.

Dr. Zuhdi Ma'sum, S.T., M.T



Dosen Teknik Kimia Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang. Lahir di Malang pada 17 Juni 1976. Scopus ID. 57210189535. Sinta ID. 5975605. Pengalaman kerja yang pernah ditangani di bidang Industri dan perguruan tinggi: Staf Quality sistem produksi pada Industri Makanan untuk Ekspor; Supervisor Industri Makanan Ringan dan Biskuit; Supervisor Industri Kosmetik dan Obat-obatan; Kepala Bagian Pengabdian Kepada Masyarakat dan KKN Universitas Tribhuwana Tungadewi. Bidang fokus penelitian yang sedang digeluti adalah terkait Ekstraksi Minyak Atsiri.

Email : zuhdimasum49@gmail.com

Rekayasa Katalis **pada** Teknologi Pembuatan **Biofuel** Berbahan Baku Minyak Nabati

Buku “Rekayasa Katalis pada Teknologi Pembuatan Biofuel Berbahan Baku Minyak Nabati” ini merupakan resume dari kumpulan hasil studi kolaborasi yang dilakukan antara beberapa dosen dan mahasiswa Teknik Kimia. Hasil studi ini memberikan informasi terkait perkembangan Teknologi Katalis dan Konversi Energi Terbarukan berbahan baku minyak nabati serta pengembangan metode ekstraksi. Pengembangan tersebut terkait metode pembuatan katalis, proses konversi minyak nabati menjadi bahan bakar minyak, serta metode ekstraksi. Oleh sebab itu, pengembangan teknologi katalis sangat diperlukan untuk menghasilkan produk bahan bakar minyak yang sesuai dengan standard nasional produk bahan bakar minyak. Bagi lingkungan akademisi penelitian yang dilakukan melalui kolaborasi antara dosen dan mahasiswa teknik kimia ini diharapkan akan menambah wawasan, pengetahuan, serta pengalaman bagi dosen dan mahasiswa secara empiris. Buku ini sangat bermanfaat untuk mendukung pengembangan bahan ajar terkait Teknologi Katalis dan Konversi Energi berbahan baku minyak nabati.

Penerbit KYTA

Perum Nogotirto Aden No.10 RT.21/RW.17
Nogotirto Gamping, Sleman - Yogyakarta
e-mail : literasimandiri999@gmail.com
kytajayamandiri@gmail.com
website : www.penerbitkyta.com

ISBN 978-623-396-017-5 (PDF)

