

PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH SABUT KELAPA DENGAN METODE HIDROLISIS ASAM DAN FERMENTASI DENGAN MENGGUNAKAN RAGI TAPE

¹⁾Dwi Ana Anggorowati, ²⁾Betaria Kusuma Dewi

^{1,2)}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional

ABSTRAK

Abstrak, dewasa ini, kebutuhan energi dunia semakin meningkat sementara persediaan energi dari bahan bakar fosil yang selama ini diandalkan jumlahnya terbatas. Oleh karena itu, diperlukan sumber energi alternatif yang mampu mengatasi krisis energi tersebut. Salah satu sumber energi alternatif yang sedang dikembangkan adalah bioetanol. Bioetanol dapat diproduksi dengan cara fermentasi glukosa menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Produksi etanol dalam penelitian ini menggunakan bahan dasar sabut kelapa yang memiliki kadar selulosa 43,44%. Sebelum proses fermentasi, terlebih dahulu dilakukan beberapa proses pendahuluan antara lain pemurnian selulosa dan hidrolisis selulosa hingga didapat larutan yang mengandung gula (glukosa). Larutan hasil hidrolisis yang mengandung glukosa kemudian difermentasi selama selang waktu tertentu menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan penambahan nutrisi berupa $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$.

Kata kunci: Sabut kelapa, ragi tape, ligninselulosa. Etanol

Bahan baku untuk produksi bioethanol cukup melimpah di Indonesia. Produksi bioetanol di berbagai negara telah dilakukan dengan menggunakan bahan baku yang berasal dari hasil pertanian dan perkebunan (Sarjoko, 1991). Oleh karena itu dilakukan upaya mencari bahan baku alternatif lain dari sektor non pangan untuk pembuatan etanol. Bahan selulosa memiliki potensi sebagai bahan baku alternatif pembuatan etanol.

Salah satu contohnya adalah limbah sabut kelapa. Ketersediaan limbah sabut kelapa cukup besar, menurut Dinas Perkebunan Jawa Timur pada kurun waktu 2007 – 2011 produksi kelapa rata – rata adalah 1.400 kg/Ha dengan rata – rata area 293.274 Ha/tahun.



Gambar 1. Sabut Kelapa

Bobot sabut mencapai sepertiga dari berat sebutir kelapa. Apabila rata-rata produksi kelapa mencapai 1.400 kg/Ha, maka ada sekitar 466,7 kg/Ha sabut kelapa yang dihasilkan.

Selama ini pemanfaatan sabut kelapa hanya sebatas untuk kerajinan, seperti tali, keset, sapu, matras, bahan isian jok mobil, dan lain-lain. Sabut buah kelapa termasuk serat selulosa yang diperoleh dari buah kelapa. Komponen utama dalam bahan lignoselulosa adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Berikut adalah komposisi kimia dari sabut kelapa :

Tabel 1. Komposisi Kimia Sabut Kelapa (Sukadarti, dkk, 2010)

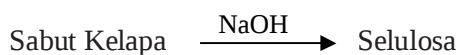
Senyawa	Persentase (%)
Selulosa	43,44
Hemiselulosa	0,25
Lignin	45,84
Air	5,25
Abu	2,22

Jika kita mampu mengkonversi selulosa menjadi glukosa berarti akan meningkatkan konversi sabut kelapa menjadi etanol.

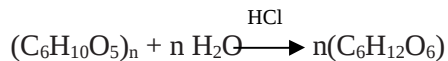
Bagian terpenting dan yang terbanyak dalam *lignocellulosic material* adalah selulosa yang terbungkus oleh lignin dengan ikatan yang cukup kuat (Samsuri, 2007)

Pembuatan etanol dari limbah sabut kelapa terdiri atas 3 tahap, yaitu :

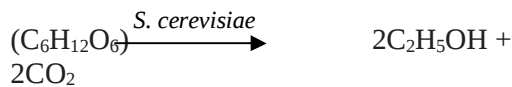
1. Tahap Pemurnian Selulosa



2. Tahap Hidrolisis Selulosa



3. Tahap Fermentasi



(Jeoh, 1998)

Pada penelitian terdahulu (Wahyudi, 2002) untuk pemurnian selulosa dilakukan pretreatment basa menggunakan NaOH dengan perbandingan larutan pemasak dengan bahan 1 : 4 dan dipanaskan selama 2 jam dengan suhu 100°C dan menurut Suharty lignin lebih larut dalam NaOH dibanding dengan Alk-benzen, air panas dan air dingin. NaOH 1% dapat melarutkan sekitar 34,78% lignin sabut kelapa. Dan pembuatan bioetanol dari sabut buah siwalan diperoleh waktu fermentasi terbaik adalah 240 jam dengan penambahan nutrisi $(NH_4)_2HPO_4$ 9 gram dan ragi tape 1 gram. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah sabut kelapa sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

METODE

Pada penelitian pembuatan pembuatan bioetanol dari limbah sabut kelapa dengan metode hidrolisis asam dan fermentasi dengan menggunakan ragi tape, menggunakan bahan dan alat sebagai berikut :

Pada penelitian ini menggunakan variable tetap antara lain:

- Berat sabut kelapa : 100 gram
- Volume air tambahan : 1000 mL
- Konsentrasi NaOH : 1%
- Waktu hidrolisis : 4 jam
- Suhu hidrolisis : 100°C
- pH hidrolisis : 2,3
- Berat ragi : 1 gram
- Suhu Fermentasi : 30°C
- pH fermentasi : 5
- Berat $(NH_4)_2HPO_4$: 9 gram

Sedangkan variable berubahnya yaitu:

- Konsentrasi HCl : 10, 20, dan 30%
- Waktu fermentasi : 7, 8, 9, 10, 11 hari

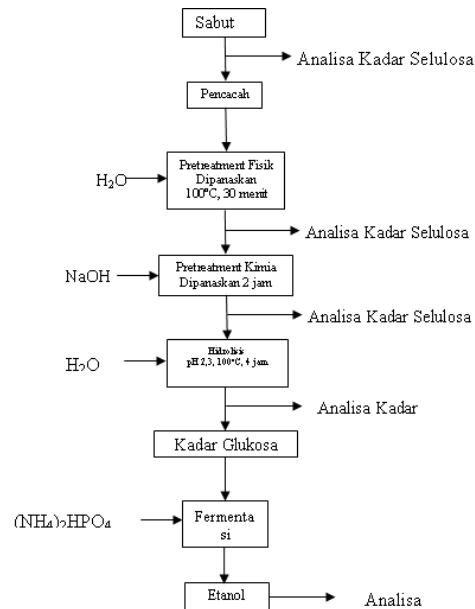
Bahan Dan Alat

Berikut alat-alat yang digunakan:

Alat yang digunakan yaitu, *autoclaf*, *beakerglass*, botol sampel, *erlenmeyer*, gas LPG, gelas arloji, gelas pengaduk, *incubator*,

kompor, labu leher tiga, labu ukur, *magnetic stirrer*, *erlenmeyer*, panci, baskom, pipet tetes, termometer, dan timbangan digital. Bahan yang digunakan yaitu, aquadest, HCl, NaOH, ragi tape, sabut kelapa, dan $(NH_4)_2HPO_4$

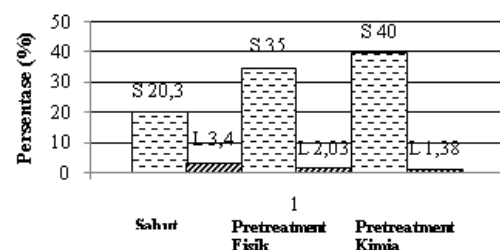
PROSEDUR PENELITIAN



Gambar 2. Blok Diagram Alir Pembuatan Bioetanol dari Sabut Kelapa

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Pretreatment Fisik dan Kimia Terhadap Kandungan Selulosa dan Lignin pada Sabut Kelapa



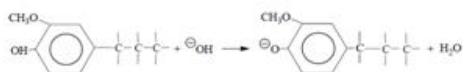
Keterangan : S : Selulosa L : Lignin

Gambar 3. Grafik Kandungan Selulosa dan Lignin sebelum dan setelah Pretreatment Fisik dan Kimia

Proses *pretreatment* perlu dilakukan untuk mengkondisikan bahan-bahan lignoselulosa baik dari segi struktur maupun ukurannya. Rusaknya struktur kristal selulosa akan mempermudah terurainya selulosa menjadi glukosa. Pada Gambar 3. dapat

dilihat kadar selulosa semakin bertambah dan kadar lignin yang semakin berkurang seiring dengan treatment - treatment yang diberikan. Kadar selulosa dan lignin sabut kelapa awal adalah 20,3% dan 3,4%, kadar selulosa meningkat menjadi 35% setelah sabut kelapa di beri perlakuan fisik dengan pemanasan sedangkan untuk kadar lignin mengalami penurunan yaitu 2,03%, karena lignin mempunyai sifat tidak larut dalam air dan tidak dapat mencair, tetapi akan melunak dan kemudian menjadi hancur bila dipanaskan.

Begitu pula dengan perlakuan lanjutan yaitu perlakuan kimia dengan penambahan NaOH 1%, didapatkan kadar selulosa semakin bertambah menjadi 40% sedangkan kadar ligninnya juga semakin berkurang yaitu 1,38%. Hal ini membuktikan bahwa perlakuan penambahan NaOH 1% dapat mendegradasi selulosa dan melepaskan ikatan lignin yang terdapat dalam sabut kelapa.

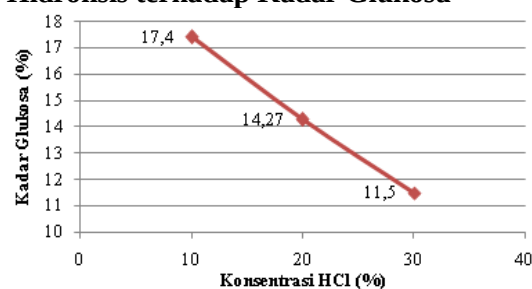


Gambar 4. Reaksi lignin dengan gugus hidroksil dari NaOH pada proses delignifikasi

Penambahan basa akan menyebabkan tingginya konsentrasi ion hidroksil dalam larutan pemasak sehingga mempercepat pemutusan pada ikatan intra molekul lignin saat pretreatment dan mempercepat delignifikasi. Selama berlangsungnya proses pemasakan dengan larutan NaOH, polimer lignin akan terdegradasi dan kemudian larut dalam larutan pemasak. Larutnya lignin ini disebabkan oleh terjadinya transfer ion hidrogen dari gugus hidroksil pada lignin ke ion hidroksil (Heradewi, 2007).

Pada dasarnya kadar selulosa pada suatu sampel adalah tetap, tetapi pada penelitian yang saya lakukan terjadi kenaikan kadar selulosa hal ini disebabkan pada saat dilakukan analisa kadar selulosa awal, larutan yang digunakan untuk menganalisa tidak menembus lapisan lignin secara maksimal. Kemudian setelah dilakukan pretreatment lapisan lignin agak melunak atau larut sehingga pada saat dilakukan analisa kadar selulosa lagi larutan yang digunakan dapat menembus lapisan lignin.

Pengaruh Konsentrasi HCl pada proses Hidrolisis terhadap Kadar Glukosa



Gambar 5. Grafik Pengaruh Konsentrasi HCl terhadap Kadar Glukosa Hasil Proses Hidrolisis

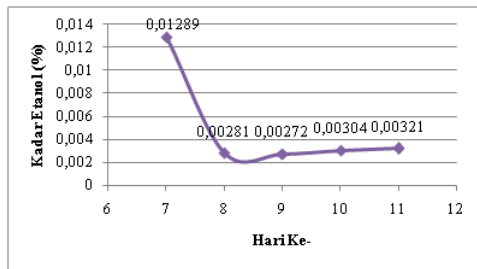
Dari hasil penelitian yang di lakukan, didapatkan kadar glukosa hasil hidrolisis dengan HCl didapatkan hasil 17,4 ; 14,27 dan 11,5%. Hasil terbaik dari proses hidrolisis adalah HCl pada konsentrasi 10% dengan kadar glukosa sebesar 17,4% dan hasil terbaik ini yang akan digunakan pada proses fermentasi.

Dari hasil tersebut dapat dilihat kecenderungan kadar glukosa yang didapatkan dari hasil proses hidrolisis HCl mengalami penurunan seiring dengan kenaikan konsentrasi HCl. Hal ini dapat dilihat dari gambar 5. dimana pada penambahan katalis asam HCl pada konsentrasi 10% - 30% jumlah kadar glukosa terus mengalami penurunan.

Kadar glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis dipengaruhi oleh konsentrasi asam dan lama waktu hidrolisis. Peningkatan konsentrasi asam yang digunakan akan menurunkan glukosa yang dihasilkan karena glukosa yang terbentuk akan terdegradasi lebih lanjut. Hidrolisis dengan menggunakan asam pada konsentrasi tinggi, gula yang dihasilkan akan diubah menjadi senyawa-senyawa furfural yang akan menghambat proses fermentasi.

Pada dasarnya jika konsentrasi HCl di variasi dan pH hidrolisis dibatasi maka tidak akan berpengaruh pada hasil hidrolisis. Tetapi pada penelitian ini terdapat perbedaan hasil hidrolisis jika konsentrasi HCl di variasi dan pH hidrolisis dibatasi.

Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol yang dihasilkan



Gambar 6. Grafik Hubungan antara Waktu Fermentasi dengan Kadar Etanol Hasil Proses Fermentasi

Berdasarkan teori apabila jumlah mikroba yang ditambahkan dalam proses fermentasi tidak melebihi dari jumlah substrat yang ada maka hasil fermentasi akan terus meningkat hingga pada suatu titik maksimum/optimum (jumlah mikroba sama dengan substrat) dimana kemudian terjadi fase kematian atau hasil fermentasi berhenti (statis).

Berdasarkan gambar 6. dapat dilihat bahwa hasil fermentasi dimulai pada hari ke-7 secara berturut – turut adalah 0,01289; 0,00281; 0,00272; 0,00304, 0,00321%. Hasil terbaik pada hari ke-7 diperoleh etanol sebesar 0,01289%, maka dapat disimpulkan bahwa hasil fermentasi dari penelitian yang dilakukan kurang sesuai dengan teori dimana terjadi penyimpangan pada hari ke-7 kadar etanol sebesar 0,01289% tetapi pada hari ke-8 terjadi penurunan kadar etanol yang drastis yaitu 0,00281%, kemudian di hari berikutnya terjadi peningkatan kadar etanol sedikit demi sedikit sampai hari ke-11. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya O_2 yang terikut masuk pada saat pengambilan sampel pertama yang menyebabkan drastisnya penurunan kadar etanol pada sampel ke-2. Setelah itu O_2 berangsur – angsur berkurang, hal ini ditandai dengan adanya kenaikan kadar etanol pada sampel ke-3 sampai ke-5. Fermentasi etanol seharusnya dalam kondisi anaerob, jika terdapat O_2 yang terikut dalam proses fermentasi akan menyebabkan kadar etanol menurun

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan selama penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan antaralain sebagai berikut:

1. Penggunaan konsentrasi HCl 10% lebih optimal dibanding konsentrasi 20% dan 30%.
2. Semakin tinggi konsentrasi HCl, maka semakin rendah kadar glukosa hasil proses hidrolisis. Hasil terbaik dari proses hidrolisis adalah 17,4% dengan konsentrasi HCl 10%. Jika konsentrasi HCl di variasi dan pH hidrolisis dibatasi maka tidak akan berpengaruh pada hasil hidrolisis. Tetapi pada penelitian ini terdapat perbedaan hasil hidrolisis jika konsentrasi HCl di variasi dan pH hidrolisis dibatasi.
3. Hasil terbaik dari proses fermentasi diperoleh pada hari ke-7 dengan kadar etanol 0,01289%.

SARAN

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penentuan ukuran sampel sabut kelapa, pengovenan sampai berat konstan untuk sampel awal dan melakukan analisa kadar hemiselulosa.
2. Perlu diadadakan peninjauan ulang tentang hubungan konsentrasi HCl dengan pH hidrolisis.
3. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk lama waktu fermentasi guna mendapatkan hasil yang lebih optimal.
4. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan modifikasi alat yang digunakan pada proses fermentasi sehingga dapat diperoleh hasil yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. "Budidaya Kelapa". (Online), (<http://Ic.bppt.go.id/itpek/index.php?>, diakses tanggal 7 Mei 2012)
- Anonymous. "Komoditi Kelapa". (Online), (http://disbunjatim.go.id/komoditi_kelapa.php diakses tanggal 10 Oktober 2012)
- Ansory, Rahman. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Arcan
- Gumbira, Said E. 1987. *Bioindustri Penerapan. Teknologi Fermentasi*. Ed 1. Mediatama Sarana Perkasa.
- Hermiati E, Mangunwidjaja D, Sunarti CT, Suparno O, Prasetya B. 2010. Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*.

- Indartono Y. 2005. Bioethanol, Alternatif Energi Terbarukan:Kajian Prestasi Mesin danImplementasi di lapangan. Fisika, LIPI.
- Joeh, Tina. 1998, Steam Exploson of Cotton Gin Waste for Fuel Ethanol Production, *Jurnal Kimia*.
- Kusnadi, Syulasmi A. 2009. *Pemanfaatan Sampah Organik Sebagai Bahan Baku Produksi Bioetanol Sebagai Energi Alternatif*. Laporan Penelitian. Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.
- Murni R. Suparjo, Akmal, Ginting BL. 2008. *Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah Untuk Pakan*. Laboraturium Makanan Ternak. Fakultas Peternakan Universitas Jambi
- Nurfiana F, Mukaromah U, Jeannisa CV, Putra S. 2009. *Pembuatan Bioethanol dari Biji Durian Sebagai Sumber Energi Alternatif*. Seminar Nasional V. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir BATAN.
- Sakius R, Ahyar A, Nursiah LN. . *Pembuatan Bioetanol dari Batang Rumput Gajah (Pennisetum purpureum Schumach)dengan Sistem Fermentasi Simultan menggunakan Bakteri Clostridium acetobutylicum*. Jurnal Kimia dan Teknologi
- Sarjdoko. 1991.*Bioteknologi Latar Belakang danBeberapa Penerapannya*. Jakarta:Gramedia Pustaka Umum.
- Siswati DN, Yatim M, Hidayanto R. *Bioetanol Dari Limbah Kulit Kopi dengan Proses Fermentasi*. Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional.
- Sudarmaji, S. 1997. “Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian”. Liberty, Yogyakarta.
- Suharty SN dan Wirjosentono B. 2005. Impregnasi Reaktif Kayu Kelapa Dengan Limbah Plastik Polistirena Serta Penyediaan Komposit Polistirena Menggunakan Penguat Serbuk Kayu Kelapa. *Jurnal Alchemy*. Vol 4, No. 2. ISSN 1412-4092.
- Sukadarti S, Kholisoh DS, Prasetyo H, Santoso PW, Mursini T. 2010. Produksi Gula dari Sabut Kelapa Menggunakan Jamur *Trichoderma reesei*. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*. Yogyakarta. UPN Veteran. ISSN1693-4393.
- Sun Y, Cheng J. 2002. Hydrolysis of lignincellulosic material for ethanol production: A review. *Bioresour. Thecnol*.
- Tjokroadikoesoemo, Soebiyanto. 1986. *WFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Wahyudi Bambang. 2002. Pembuatan Bioetanol Dari Sabut Buah Siwalan Dengan Proses Hidrolisis Fermentasi. *Jurnal Kimia dan Teknologi*. ISSN 0216-163X