

PEMBUATAN BIOETANOL DARI BONGGOL JAGUNG

Purwono Nugroho, Rasmus Daramean, Hadi Prasetyo

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

e-mail : rasmuschemic@yahoo.co.id

INTISARI

Bioetanol merupakan etanol yang berasal dari sumber hayati, misalnya tebu, nira sorgum, ubi kayu, garut, ubi jalar, jagung, jerami, dan kayu. Beberapa varietas unggul jagung dapat menghasilkan lebih dari satu tongkol produktif, dan disebut sebagai varietas prolifrik. Bunga jantan jagung cenderung siap untuk penyerbukan 2-5 hari lebih dini daripada bunga betinanya (protandri) (anonim¹, 2011). Dan sampai tahun 2010 produksi jagung skala nasional mencapai 80.000 ton.

Proses pembuatan bioetanol dari bonggol jagung ini melalui 3 proses, yaitu hidrolisis dengan asam (H_2SO_4 0,5N), fermentasi dengan ragi roti (fermipan), dan distilasi pada suhu $100^\circ C$. Penelitian dilakukan dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan pemanas, pengaduk, dan pendingin balik.

Dengan menggunakan 40 gram serbuk tongkol jagung, pada proses hidrolisis dengan volume H_2SO_4 0,5N 300 mL, dan pengadukan 140 rpm dengan variasi waktu hidrolisis (0,5 jam, 1 jam, 1,5 jam, 2 jam, dan 2,5 jam) dan suhu ($80^\circ C$, $90^\circ C$, $100^\circ C$, $110^\circ C$, dan $120^\circ C$). Lalu pada proses fermentasi, dilakukan penambahan ragi sebanyak 3 gram dan urea 0,1 gram. Dengan lama fermentasi 2 hari. Lalu didistilasi dengan suhu $100^\circ C$ selama 2-3 jam. Dalam penelitian ini juga mempelajari pengaruh penambahan ragi dan waktu fermentasi terhadap kadar etanol. Penambahan ragi (fermipan) 1-5 gram sedangkan waktu fermentasi 1-5 hari.

Hasil analisis kadar etanol dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut, dengan waktu hidrolisis 0,5 jam dan suhu $100^\circ C$ kadar etanol 0,056%. Dengan waktu hidrolisis 1 jam dan suhu $100^\circ C$ kadar etanol 0,101%. Dengan waktu hidrolisis 1,5 jam dan suhu $100^\circ C$ kadar etanol 0,18%. Dengan waktu hidrolisis 2 jam dan suhu $100^\circ C$ kadar etanol 0,26%. Dengan waktu hidrolisis 2,5 jam dengan suhu $100^\circ C$ kadar etanol 0,22%. Dengan waktu 2 jam dan suhu $80^\circ C$ kadar etanol 0,83%. Dengan waktu 2 jam dan suhu $90^\circ C$ kadar etanol 0,99%. Dengan waktu hidrolisis 2 jam dan suhu $100^\circ C$ kadar etanol 1,01%. Dengan waktu hidrolisis 2 jam dan suhu $110^\circ C$ kadar etanol 0,94%. Dengan waktu hidrolisis 2 jam dan suhu $120^\circ C$ kadar etanol 0,9%. Berdasarkan hasil penelitian, kondisi optimal penambahan ragi diperoleh dengan kadar 0,43% yaitu pada penambahan ragi 3 gram sedangkan waktu fermentasi yang optimal dengan kadar etanol 0,66% dengan waktu fermentasi 3 hari

Kata kunci : bonggol jagung, hidrolisis, fermentasi, distilasi

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi dari bahan bakar minyak bumi (BBM) di berbagai negara di dunia dalam tahun terakhir ini mengalami peningkatan tajam karena BBM sudah merupakan kebutuhan vital bagi manusia. Sebagian besar teknologi atau bahkan hampir semua alat transportasi menggunakan bahan bakar minyak bumi sebagai sumber energi. Tidak hanya pada negara-negara maju, tetapi juga di negara berkembang seperti Indonesia. Akan tetapi BBM yang digunakan saat ini semakin langka. Hal ini dikarenakan kuantitas minyak bumi pada lapisan bumi terus menipis akibat dari eksploitasi terus-menerus dan sifatnya yang tidak mudah untuk diperbaharui. Proses pembentukan minyak bumi membutuhkan waktu berjuta-juta tahun sehingga mengakibatkan minyak bumi semakin krisis dan harganya juga meningkat (Simamora, 2008).

Untuk mengantisipasi terjadinya krisis tersebut, saat ini telah dikembangkan pembuatan sumber energi terbarukan. Salah satu sumber energi yang bisa dimanfaatkan sebagai energi terbarukan adalah bioetanol. Selain bisa menjadi pengganti BBM, bioetanol juga mampu sebagai *Octane Booster*, artinya zat yang mampu menaikkan nilai oktan dengan dampak positif terhadap efisiensi bahan bakar dan menyelamatkan mesin. Fungsi lain adalah *oxygenating agent*, yakni mengandung oksigen sehingga menyempurnakan pembakaran dengan efek positif meminimalkan pencemaran udara dan bahkan sebagai *fuel extender*, yang dapat menghemat bahan bakar fosil (Prihandana, 2007).

Bioetanol merupakan etanol yang berasal dari sumber hayati, misalnya tebu, nira, sorgum, ubi kayu, garut, ubi jalar, jagung, jerami, dan kayu. Bahan baku pembuatan bioetanol terdiri dari bahan-

bahan yang mengandung karbohidrat, glukosa, dan selulosa. Namun disisi lain penggunaan bahan baku tersebut secara besar-besaran dapat mengganggu kebutuhan pangan karena bahan yang mengandung karbohidrat, glukosa, dan selulosa sebagian besar merupakan bahan pangan. Oleh karena itu, diperlukan bahan baku lain yang lebih efektif dan efisien yang tidak berfungsi sebagai bahan pangan saja, salah satunya adalah tongkol jagung. Tongkol jagung yang termasuk biomassa mengandung lignoselulosa dan sangat dimungkinkan untuk dimanfaatkan menjadi bioetanol karena memiliki kandungan selulosa yang cukup banyak.

Pemanfaatan jagung saat ini sangat beraneka ragam mulai bahan pangan hingga bioenergi. Buah jagung terdiri dari 30% limbah yang berupa tongkol jagung. Sehingga dari jumlah limbah tersebut dapat dikatakan cukup banyak dan akan menjadi sangat potensial jika dapat dimanfaatkan secara tepat (Gozan, 2007).

Proses pembuatan bioetanol terjadi dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah persiapan bahan baku, yang berupa proses hidrolisis selulosa menjadi glukosa dengan cara enzimatis atau dengan asam encer atau pekat. Tahap kedua berupa proses fermentasi yaitu mengubah glukosa menjadi etanol sedangkan tahap ketiga yaitu pemurnian hasil dengan distilasi (Triadi Nugroho 2011).

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mempelajari pengaruh waktu hidrolisis, suhu hidrolisis, penambahan ragi pada starter dan pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar alkohol.
2. Menghitung kadar bioetanol dari hasil distilasi.
3. Memberikan informasi tentang pemanfaatan bonggol jagung sebagai bioetanol

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan adalah:

1. Memberikan kontribusi yang nyata dalam mewujudkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya metode pengolahan bioetanol.
2. Sebagai sarana pembelajaran dalam pemanfaatan bahan yang terbuang dan penerapan teknologi proses pengolahan bioetanol yang dapat diaplikasikan dalam skala industri.
3. Dapat dijadikan alternatif solusi untuk mengatasi krisis energi dengan menggunakan bioetanol sebagai bahan bakar terbarukan yang ramah

lingkungan dan dapat mensubstitusi premium dengan harga yang relatif lebih murah.

4. Peran nyata mahasiswa bagi lingkungan, masyarakat, akademis, instansi, dan industri.

DASAR TEORI

Jagung merupakan tanaman semusim (annual). Satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Jagung memiliki bunga jantan dan bunga betina yang terpisah (diklin) dalam satu tanaman (*monoecious*). Tiap kuntum bunga memiliki struktur khas bunga dari suku Poaceae, yang disebut floret. Pada jagung, dua floret dibatasi oleh sepasang glumae (tunggal: gluma). Bunga jantan tumbuh di bagian puncak tanaman, berupa karangan bunga (*inflorescence*). Serbuk sari berwarna kuning dan beraroma khas. Bunga betina tersusun dalam tongkol. Tongkol tumbuh dari buku, di antara batang dan pelepah daun.

Pada umumnya satu tanaman hanya dapat menghasilkan satu tongkol produktif meskipun memiliki sejumlah bunga betina. Bunga jantan jagung cenderung siap untuk penyerbukan 2-5 hari lebih dini daripada bunga betinanya (protandri) (anonim¹, 2011). Tongkol jagung yang termasuk biomassa mengandung lignoselulosa dan sangat dimungkinkan untuk dimanfaatkan menjadi bioetanol karena memiliki kandungan selulosa yang cukup banyak. Jagung merupakan salah satu tanaman sereal yang tumbuh hampir di seluruh dunia. Banyak daerah di Indonesia yang berbudaya mengkonsumsi jagung, antara lain Madura, pantai selatan Jawa Timur, pantai selatan Jawa Tengah, Yogyakarta, pantai selatan Jawa Barat, Sulawesi, Maluku Utara, NTT dan NTB (Suprpto, 2004).

Tabel 1. Produksi Jagung Nasional Periode 1997-2010

No	Tahun	Tingkat Produksi (ton)
1	1997	8.770.851
2	1998	10.169.488
3	1999	9.204.036
4	2000	9.344.826
5	2001	9.233.964
6	2002	9.277.258
8	2009	79.254
9	2010	80.922

*Sumber : Biro Pusat Statistik 2002

Pemanfaatan jagung saat ini sangat beraneka ragam mulai bahan pangan hingga bioenergi. Buah jagung terdiri dari 30%

limbah yang berupa tongkol jagung. Sehingga dari jumlah limbah tersebut dapat dikatakan cukup banyak dan akan menjadi sangat potensial jika dapat dimanfaatkan secara tepat (Gozan, 2007).

Tongkol pada jagung adalah bagian dalam organ betina tempat bulir duduk menempel. Istilah ini juga dipakai untuk menyebut seluruh bagian jagung betina ("buah jagung"). Tongkol terbungkus oleh kelobot (kulit "buah jagung"). Secara morfologi, tongkol jagung adalah tangkai utama malai yang termodifikasi. Malai organ jantan pada jagung dapat memunculkan bulir pada kondisi tertentu. Tongkol jagung muda, disebut juga *babycorn*, dapat dimakan dan dijadikan sayuran. Tongkol yang tua ringan namun kuat, dan menjadi sumber furfural, sejenis monosakarida dengan lima atom karbon. Tongkol jagung tersusun atas senyawa kompleks lignin, hemiselulosa, dan selulosa. Masing-masing merupakan senyawa-senyawa yang potensial dapat dikonversi menjadi senyawa lain secara biologi. Selulosa merupakan sumber karbon yang dapat digunakan mikroorganisme sebagai substrat dalam proses fermentasi untuk menghasilkan produk yang mempunyai nilai ekonomi tinggi (Suprpto dan Rasyid, 2002).

Karakteristik kimia dan fisika dari tongkol jagung sangat cocok untuk pembuatan tenaga alternatif (bioetanol), kadar senyawa kompleks lignin dalam tongkol jagung adalah 6,7-13,9%, untuk hemiselulosa 39,8%, dan selulosa 32,3-45,6%. Selulosa hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam melainkan selalu berikatan dengan bahan lain yaitu lignin dan hemiselulosa. Serat selulosa alami terdapat di dalam dinding sel tanaman dan material vegetatif lainnya. Selulosa murni mengandung 44,4% C; 6,2% H dan 49,3% O. Rumus empiris selulosa adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$, dengan banyaknya satuan glukosa yang disebut dengan derajat polimerisasi (DP), dimana jumlahnya mencapai 1.200-10.000 dan panjang molekul sekurang-sekurangnya 5.000 nm. Berat molekul selulosa rata-rata sekitar 400.000. Mikrofibril selulosa terdiri atas bagian amorf (15%) dan bagian berkristal (85%). Struktur berkristal dan adanya lignin serta hemiselulosa disekeliling selulosa merupakan hambatan utama untuk menghidrolisa selulosa (Sjostrom, 1995). Pada proses hidrolisa yang sempurna akan menghasilkan glukosa, sedangkan proses hidrolisa sebagian akan menghasilkan disakarida selebiosia.

Hemiselulosa terdiri atas 2-7 residu gula yang berbeda. Hemiselulosa berbeda dengan selulosa karena komposisinya terdiri atas berbagai unit gula, disebabkan rantai molekul yang pendek dan percabangan rantai molekul. Unit gula (gula anhidro) yang membentuk hemiselulosa dapat dibagi menjadi kompleks seperti pentosa, heksosa, asam keksuronat dan deoksi-heksosa (Fengel dan Wegener, 1995; Nishizawa, 1989). Hemiselulosa ditemukan dalam tiga kelompok yaitu xylan, mannan, dan galaktan. Xylan dijumpai dalam bentuk arabinoxylan, atau arabino glukorunoxylan. Mannan dijumpai dalam bentuk glukomannan dan galaktomannan. Sedangkan galaktan yang relatif jarang, dijumpai dalam bentuk arabino galaktan.

Lignin adalah polimer aromatik kompleks yang terbentuk melalui polimerisasi tiga dimensi dari sinamil alcohol (turunan fenil propane) dengan bobot melekul mencapai 11.000. Dengan kata lain, lignin adalah makromolekul dari polifenil. Polimer lignin dapat dikonversi ke monomernya tanpa mengalami perubahan pada bentukdasarnya. Lignin yang melindungi selulosa bersifat tahan terhadap hidrolisis karena adanya ikatan arilalkil dan ikataneter

Proses pembuatan bioetanol terjadi dalam empat tahap. Tahap pertama adalah persiapan bahan baku, yang berupa proses hidrolisis sukrosa menjadi glukosa dengan cara enzimatis atau dengan asam encer atau pekat. Tahap kedua adalah proses detoksifikasi yang dilakukan untuk menekan dan mengurangi terbentuknya senyawa inhibitor. Tahap ketiga berupa proses fermentasi, yaitu mengubah glukosa menjadi etanol. Tahap keempat yaitu pemurnian hasil dengan distilasi.

Hidrolisis asam adalah hidrolisis yang menggunakan asam yang dapat mengubah polisakarida menjadi glukosa. Hidrolisis asam biasanya menggunakan asam klorida (HCl) atau asam sulfat (H_2SO_4). Asam bersifat sebagai katalisator pemecah karbohidrat menjadi gula, dan pada saat fermentasi akan diuraikan dengan menggunakan *Sacharomyces cerevisiae* (ragi) menjadi alkohol (Anonim, 2014).

Reaksi hidrolisa menjadi glukosa sebagai berikut :

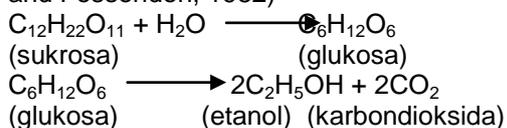


Faktor-faktor yang berpengaruh pada hidrolisis antara lain :

1. Suhu
 Dari kinetika reaksi, semakin tinggi suhu reaksi makin cepat pula jalannya reaksi. Tetapi apabila proses berlangsung pada suhu yang tinggi, konversi akan menurun. Hal ini disebabkan adanya glukosa yang pecah menjadi arang.
2. Waktu
 Semakin lama waktu hidrolisis, konversi yang dicapai semakin besar dan pada batas waktu tertentu akan diperoleh konversi yang relatif baik dan apabila waktu tersebut diperpanjang, pertambahan konversi kecil sekali.
3. Konsentrasi katalisator
 Penambahan katalisator bertujuan memperbesar kecepatan reaksi. Jadi semakin banyak jumlah katalisator yang dipakai makin cepat reaksi hidrolisis. Dalam waktu tertentu pati yang berubah menjadi glukosa juga meningkat.

Proses detoksifikasi merupakan usaha yang dilakukan untuk menekan dan mengurangi terbentuknya senyawa inhibitor, dilakukan dengan penambahan katalis atau senyawa lain dengan perlakuan tertentu pada hidrolisat asam sebelum digunakan sebagai substrat fermentasi. Proses detoksifikasi dilakukan untuk meningkatkan kemampuan fermentasi dengan mengkonversikan derivatif furan menjadi senyawa lain, dan mengurangi senyawa-senyawa bersifat toksik. Metode detoksifikasi hidrolisat dapat dilakukan secara biologis, fisik, dan kimiawi. Detoksifikasi secara kimiawi dengan menambahkan senyawa alkali merupakan perlakuan yang umum dikerjakan untuk menangani masalah hidrolisat asam. Senyawa alkali yang ditambahkan (misalnya $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH , dan KOH) dengan meningkatkan pH hidrolisat (Susmiati, 2011).

Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktifitas mikroorganisme penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai, terjadinya fermentasi ini menyebabkan perubahan sifat pangan sebagai akibat dari pemecahan kandungan-kandungan bahan pangan tersebut (Winarno, 1980). Berikut ini merupakan diagram sukrosa oleh ragi (*yeast*) *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan etanol. (Fessenden and Fessenden, 1982)



Distilasi adalah suatu proses penguapan dan pengembunan kembali, yang dimaksudkan untuk memisahkan campuran dua atau lebih zat cair ke dalam fraksi-fraksinya berdasarkan perbedaan titik didih. Pada umumnya, pemisahan hasil fermentasi glukosa/dektrosa menggunakan sistem uap-cairan, dan terdiri dari komponen-komponen tertentu yang mudah tercampur. Umumnya destilasi berlangsung pada tekanan atmosfer, contoh dalam hal ini adalah sistem alkohol air, yang pada tekanan atmosfer memiliki titik didih sebesar 78°C (Tjokroadikoesoemo, 1986)

METODE PENELITIAN

1. Alat

Alat yang digunakan adalah seperangkat alat distilasi, kompor listrik, timbangan, parutan, saringan, propipet, pipet volume, labu leher tiga, labu takar, gelas ukur, gelas beaker, piknometer, oven, erlenmeyer, pipet tetes, sendok, kertas saring, kertas pH, screen (ayakan 40 mesh).

2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah tongkol jagung, H_2SO_4 , NaOH , ragi roti (fermipan), *aquadest*, urea

3. Prosedur Penelitian

a. Variasi Suhu Hidrolisis Dan Waktu Hidrolisis

a) Proses Persiapan Bahan Baku
 Perlakuan fisika terhadap tongkol jagung meliputi pencucian, dan pengayaan. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan bahan-bahan yang terikut dalam tongkol seperti tanah, cangkang dan kotoran lain. Tahap pamarutan bertujuan untuk memperkecil ukuran tongkol jagung. Alat yang digunakan adalah parutan. Tongkol yang sudah dihancurkan kemudian diayak dengan ukuran 40 mesh.

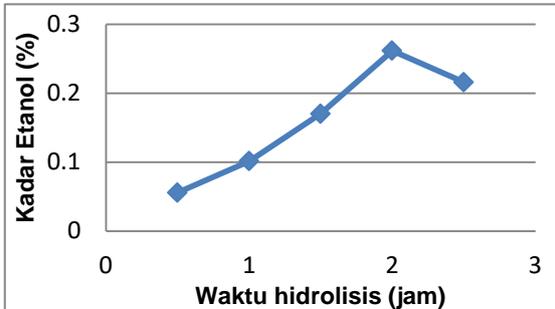
b) Proses Hidrolisis
 Proses hidrolisis diawali dengan memasukan 40 gram serbuk tongkol jagung dengan ukuran 40 mesh serta 300 mL larutan H_2SO_4 0,5 N ke dalam labu leher tiga, pemanasan dihidupkan, hidrolisis dilakukan dengan suhu hidrolisis divariasikan (80°C , 90°C , 100°C , 110°C , dan 120°C) dan waktu juga divariasikan (0,5 jam; 1 jam; 1,5 jam; 2jam; dan 2,5 jam) disertai pengadukan. Kemudian pemanas dan

- pengadukan dimatikan serta hasil yang diperoleh didinginkan.
- c) Pembuatan *Starter*
Mengukur pH dari larutan hasil hidrolisis tersebut dengan kertas pH dan tambahkan NaOH sedikit demi sedikit, dihentikan penambahan sampai pH larutan mencapai 4,5-5,5. Larutan hasil hidrolisis diambil 20 mL, dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 0,01 gram urea dan *Saccharomyces cerevisiae* (ragi) 3 gram dan ditutup dengan menggunakan kertas saring, dan diamkan pada suhu kamar selama 1 x 24 jam.
- d) Proses Fermentasi
Proses fermentasi pada penelitian ini menggunakan seperangkat alat fermentasi dengan proses anaerob. Hasil hidrolisis diambil 200 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer, ditambahkan 0,09 gram urea, dan *starter* ke dalam botol. Fermentasi dilakukan pada suhu 30°C dan waktu yang divariasikan yaitu 3 hari. Kemudian mendistilasi hasil fermentasi.
- e) Proses Distilasi
Proses distilasi pada penelitian ini menggunakan seperangkat alat distilasi. Proses distilasi diawali dengan menyaring larutan hasil fermentasi dengan kertas saring/saringan, kemudian memasukkan filtrat yang dihasilkan ke dalam labu leher tiga dan mendistilasinya. Proses distilasi berlangsung sampai suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$ sampai distilat tidak menetes lagi (habis) yang tertinggal hanya residu (pengotor). Kemudian menganalisa kadar etanol hasil distilasi yang diperoleh.
- b. Variasi Penambahan Ragi Dan Waktu Fermentasi**
- a) Proses Persiapan Bahan Baku
Perlakuan fisika terhadap tongkol jagung meliputi pencucian, dan pengayaan. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan bahan-bahan yang terikat dalam tongkol seperti tanah, cangkang dan kotoran lain. Tahap penghancuran bertujuan untuk memperkecil ukuran tongkol jagung. Alat yang digunakan adalah parutan. Tongkol yang sudah dihancurkan kemudian diayak berukuran 40 mesh.
- b) Proses Hidrolisis
Proses hidrolisis diawali dengan memasukan 40 gram serbuk tongkol jagung yang sudah dikeringkan dan dihaluskan serta 300 mL larutan H_2SO_4 0,5 N ke dalam labu leher tiga, digester dihidupkan dan hidrolisis dilakukan dengan temperatur 100°C , selama 2 jam disertai pengadukan dengan putaran 140 rpm, kemudian digester dimatikan dan hasil yang diperoleh didinginkan.
- c) Pembuatan *Starter*
Mengukur pH dari larutan hasil hidrolisis tersebut dengan pH meter dan tambahkan H_2SO_4 sedikit demi sedikit, dihentikan penambahan sampai pH larutan mencapai 4,5 – 5,5. Larutan hasil hidrolisis diambil 20 mL, dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 0,01 gram urea dan *Saccharomyces cerevisiae* (ragi) yang divariasikan yaitu (1 gram, 2 gram, 3 gram, 4 gram dan 5 gram) dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditutup dengan menggunakan kertas saring, serta diamkan pada suhu kamar selama 1 x 24 jam.
- d) Proses Fermentasi
Proses fermentasi pada penelitian ini menggunakan seperangkat alat fermentasi dengan proses anaerob. Hasil hidrolisis diambil 200 mL dan dimasukkan ke dalam botol, ditambahkan 0,09 gram urea, dan *starter* ke dalam botol. Fermentasi dilakukan pada suhu 30°C dan waktu yang divariasikan yaitu (1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari dan 5 hari). Kemudian mendistilasi hasil fermentasi.
- e) Proses Distilasi
Proses distilasi pada penelitian ini menggunakan seperangkat alat distilasi. Proses distilasi diawali dengan menyaring larutan hasil fermentasi dengan kertas saring, kemudian memasukkan filtrat yang dihasilkan ke dalam labu distilasi dan mendistilasinya. Proses distilasi berlangsung pada suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$ sampai distilat tidak menetes lagi (habis). Kemudian menganalisa kadar etanol hasil distilasi yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Waktu Hidrolisis terhadap Kadar Etanol

Berdasarkan hasil percobaan dengan variabel waktu terhadap kadar etanol yang dihasilkan, diperoleh data seperti yang terlihat pada Gambar 1.

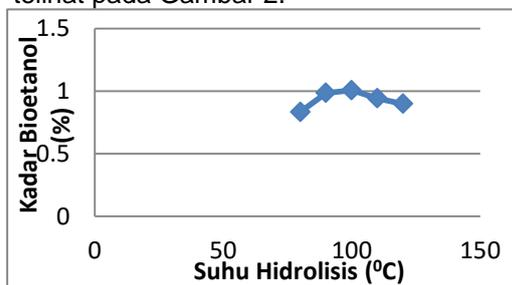


Gambar 1. Grafik Hubungan antara Waktu Hidrolisis dan Kadar Etanol

Dari Gambar 1 diperoleh kadar maksimal pada waktu hidrolisis 2 jam. Yang menunjukkan bahwa waktu hidrolisis berpengaruh pada pembentukan glukosa yang akan difermentasi menjadi etanol. Semakin lama waktu hidrolisis maka kadar etanol semakin besar. Hal ini disebabkan karena kontak antara molekul pati dengan air semakin lama sehingga jumlah pati yang terhidrolisis menjadi glukosa semakin bertambah. Akan tetapi, setelah mencapai waktu tertentu (2jam) presentasi glukosa yang dihasilkan akan menurun dan cenderung konstan. Hal ini menunjukkan waktu 2 jam sudah terjadi kesetimbangan.

2. Pengaruh Suhu Hidrolisis terhadap Kadar Etanol

Berdasarkan hasil percobaan dengan variabel suhu hidrolisis terhadap kadar etanol yang dihasilkan, diperoleh data seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan antara Waktu Hidrolisis dan Kadar Etanol

Dari Gambar 2 diperoleh kadar maksimal pada suhu hidrolisis 100°C. Yang menunjukkan bahwa semakin tinggi Suhu maka kadar Etanol Semakin tinggi karena glukosa yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu

maka gerakan molekul akan cepat sehingga reaksi hidrolisis berjalan semakin cepat, suhu yang tinggi menyebabkan pemakaian asam yang lebih sedikit dan waktu yang lebih singkat, namun setelah suhu tertentu (100°C) kadar etanol turun, hal itu dikarenakan kecepatan reaksi sudah mencapai titik puncak dan glukosa yang bereaksi dengan air semakin berkurang.

3. Pengaruh Penambahan Ragi terhadap Kadar Etanol

Untuk mengetahui pengaruh penambahan ragi terhadap kadar etanol, divariasikan penambahan ragi pada *starter* yaitu (1 gram, 2 gram, 3 gram, 4 gram dan 5 gram) sedangkan variabel yang lain dapat dibuat konstan.

Data penelitian:

- a. Suhu hidrolisa : 100°C
- b. Waktu hidrolisa : 2 jam
- c. Kecepatan pengadukan : 140 rpm
- d. Konsentrasi H₂SO₄ : 0,5 N
- e. Waktu fermentasi : 2 hari
- f. Ukuran serbuk bonggol : 40 mesh
- g. pH sampel : 4,5-5,5
- h. Volume H₂SO₄ : 300 mL
- i. Berat bahan baku : 300 gram
- j. Urea : 0,9 gram
- k. Volume pada fermentasi : 220 mL

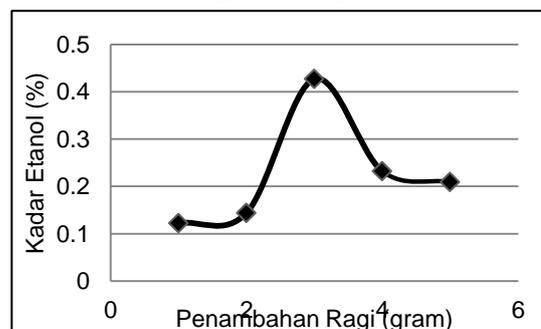
Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 1.

Tabel 2. Pengaruh Penambahan Ragi terhadap Kadar Etanol

No.	Berat ragi (gram)	Kadar etanol (%)
1	1	0,12235
2	2	0,14406
3	3	0,42718
4	4	0,23199
5	5	0,20931

Dari Tabel 2 dapat dibuat grafik hubungan antara penambahan ragi terhadap kadar etanol.

Gambar 3. Grafik Hubungan antara Penambahan Ragi terhadap Kadar Etanol.



Berdasarkan Gambar 3, semakin banyak penambahan ragi maka kadar etanol yang diperoleh semakin tinggi, tetapi pada

titik tertentu kadar etanol yang dihasilkan akan menurun.

Hasil analisa menunjukkan bahwa perlakuan penambahan ragi 1 gram dan 2 gram, tidak memperlihatkan adanya perubahan yang signifikan, sehingga kadar etanol yang dihasilkan sangat rendah. Penambahan ragi yang tidak optimal, dapat mengakibatkan mikroba pada ragi tidak mampu menguraikan glukosa menjadi etanol dengan sempurna.

Pengujian selanjutnya, penambahan ragi 3 gram dapat memperlihatkan perubahan yang signifikan (bau dan warna), kadar etanol yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan ragi sebelumnya. Dengan adanya perbedaan penambahan ragi pada starter dapat meningkatkan jumlah mikroba (*Saccharomyces cerevisiae*) serta pertumbuhan mikroba tersebut dapat terpenuhi oleh nutrisi pada wadah fermentasi, sehingga mikroba pada ragi tersebut dapat mampu mendegradasi pada fermentasi lebih baik. Persentase etanol yang dihasilkan pada hasil terbaik (optimal) yaitu sebesar 0,4271%

Pengujian selanjutnya, penambahan 4 gram dan 5 gram tidak memperlihatkan perubahan yang signifikan, kadar etanol yang dihasilkan cenderung menurun. Penambahan ragi yang berlebihan dapat menurunkan produksi kadar etanol. Ragi yang berlebihan meningkatkan jumlah mikroba yang semakin banyak pula yang dapat mengurangi kadar glukosa pada wadah fermentasi. Glukosa tersebut digunakan mikroba sebagai nutrisi untuk mempertahankan hidup. Aktivitas dan pertumbuhan ragi sangat mempengaruhi jumlah kadar bioetanol yang dihasilkan (Oetoyo, 1987).

4. Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol

Untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar etanol dapat divariasikan waktu fermentasi yaitu (1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari dan 5 hari) sedangkan variabel lain dibuat tetap.

- a. Data penelitian :
- b. Suhu hidrolisa : 100°C
- c. Waktu hidrolisa : 2 jam
- d. Kecepatan pengadukan : 140 rpm
- e. Konsentrasi H₂SO₄ : 0,5 N
- f. Banyak ragi : 3 gram
- g. Ukuran serbuk bonggol : 40 mesh
- h. pH sampel : 4,5-5,5
- i. Volume H₂SO₄ : 300 mL
- j. Berat bahan baku : 300 gram
- k. Urea : 0,9 gram

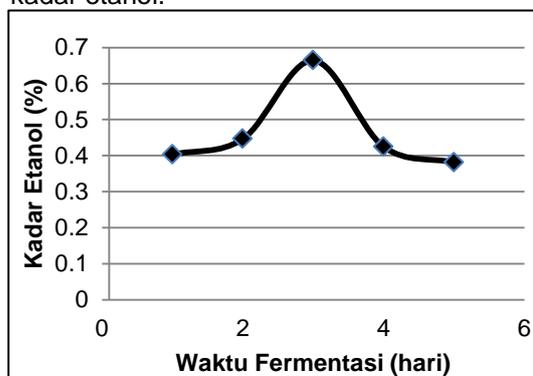
- I. Volume pada fermentasi : 220 mL

Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 4.

Tabel 3. Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol

No	Waktu fermentasi (hari)	Kadar Etanol (%)
1	1	0,4032
2	2	0,44657
3	3	0,66447
4	4	0,42478
5	5	0,38120

Dari Tabel3 dapat di buat Gambar 4 hubungan antara waktu fermentasi terhadap kadar etanol.



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol

Berdasarkan Gambar 4, semakin lama waktu fermentasi dengan penambahan ragi tertentu maka kadar etanol yang dihasilkan semakin tinggi, tetapi pada waktu tertentu kadar etanol akan menurun.

Hasil analisa menunjukkan bahwa perlakuan waktu fermentasi 1 hari dan 2 hari, mengalami perubahan yang tidak signifikan dan menghasilkan kadar etanol yang rendah. Waktu yang dibutuhkan mikroba (*Saccharomyces cerevisiae*) untuk mendegradasi pada fermentasi tidak terlalu lama (sangat singkat).

Pengujian selanjutnya, waktu fermentasi 3 hari mengalami perubahan yang signifikan (bau dan warna) dan kadar etanol yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan waktu fermentasi sebelumnya. Hal ini dikarenakan waktu yang dibutuhkan mikroba untuk menderadasi pada fermentasi lebih lama serta nutrisi yang dibutuhkan mikroba untuk berkembang biak dapat terpenuhi. Persentase kadar etanol yang dihasilkan berada pada hasil terbaik (optimal) sebesar 0,66447%.

Pengujian selanjutnya, peningkatan waktu fermentasi yaitu 4 hari dan 5 hari, dapat mengalami perubahan tetapi tidak signifikan dan kadar etanol yang dihasilkan sangat rendah. Semakin lama waktu fermentasi maka mikroba pada ragi tidak mampu lagi mendegradasi pada fermentasi dengan baik yang disebabkan berkurangnya nutrisi pada wadah fermentasi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. Waktu hidrolisis berpengaruh pada hasil kadar etanol. Dan waktu optimal pada Hidrolisis diperoleh pada waktu 2 jam. dengan kadar etanol sebesar 0,26%
2. Suhu hidrolisis berpengaruh pada hasil kadar etanol. Dan suhu optimal pada hidrolisis diperoleh pada suhu 100°C.
3. Proses optimal terjadi pada waktu hidrolisis 2jam dengan suhu 100°C dengan kadar etanol sebesar 1,01%.
4. Penambahan ragi yang optimal dengan kadar etanol 0,43% berada pada penambahan ragi 3 gram
5. Waktu fermentasi yang optimal dengan kadar etanol 0,66% berada pada waktu fermentasi 3 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim¹,2011,
Sacharomyces cerevisiae, http://id.wikipedia.org/wiki/sacharomyces_cerevisiae (diakses tanggal 27 September 2012)
- Fengel, D. dan Wegener, G.,1995, Kayu: Kimia, Ultra Struktur, Reaksi, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Gozan, M., 2007, *Sakarifikasi dan Fermentasi Bagas Menjadi Etanol Menggunakan Enzim Sellulase dan Enzim Sellobiase*, Jurnal Teknologi.
- Nishizawa, K., 1989, *Degradation of cellulose and Hemicelluloses Biomass Handbook*, Gordon & Breach Science Publisher, New York.
- Oetoyo, Siswono. 1987, *Diktat Enaka Industri Kimia*, Akademi Perindustrian, Yogyakarta.
- Prihandana, R., 2007, *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. PT Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Simamora, S., 2008, *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak Dan Gas*, Agromedia, Jakarta.
- Suprpto H.S., 2004, *Bertanam Jagung*. Penebar Swadaya, Jakarta.

Suprpto, H.S. dan Rasyid, M.S., 2002, *Bertanam Jagung*, Penebar Swadaya, Jakarta.

Susmiati, Y. 2011. *Detoksifikasi Hidrolisat Asam dari Ubi Kayu Untuk Produksi Bioetanol*. AGROINTEK Vol. 5, No.1, Maret.

Tjokroadikoesoemo, S. 1986. *HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.