

PEMANFAATAN BONGGOL JAGUNG SEBAGAI BIOETANOL

Hadi Prasetyo Suseno¹

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Email: ¹hp_suseno@akprind.ac.id

Masuk: 11 Juli 2019, Revisi masuk: 24 Juli 2019, Diterima: 25 Juli 2019

ABSTRACT

Indonesian corn production data in 2018 reached 30 million tons, and generally, corncobs have not been utilized. This research is processing corncobs into bioethanol as an effort to exploit the potential of abundant corncobs. The process is carried out in 3 stages, namely hydrolysis with acid (H₂SO₄ 0.5N), fermentation with bread yeast (fermipan), and distillation at 100°C. The study conducted in a three-neck flask equipped with heating, stirring, and turning cooling. The research material used was 40 grams of corncobs powder, H₂SO₄ 0.5N as much as 300 ml, yeast 3 grams, and urea 0.1 gram. The hydrolysis process was carried out using 40gr of corncobs powder, and 0.5N H₂SO₄ with a volume of 300 ml. Stirring is carried out at 140 rpm rotation with varying time and temperature. Next, the fermentation process is carried out by adding as much as 3 grams of yeast and 0.1 grams of urea. The fermentation process takes 3 days. The distillation process is carried out at a temperature of 100°C with a long time for 2-3 hours. Based on our research, it knows that the time and temperature of hydrolysis affect the ethanol content produced. Optimal addition of yeast at 0.4271% ethanol content is weighing 3 grams. The optimal fermentation time for ethanol content 0.66447% is at the time of fermentation of 3 days.

Keywords: Bioethanol, Corncobs, Distillation, Fermentation, Hydrolysis.

INTISARI

Data produksi jagung Indonesia pada tahun 2018 mencapai 30 juta ton, dan umumnya bonggol jagung belum dimanfaatkan lebih lanjut. Penelitian ini melakukan pengolahan bonggol jagung menjadi bioetanol, sebagai upaya pemanfaatan potensi bonggol jagung yang melimpah. Proses dilakukan dalam 3 tahap, yaitu hidrolisis dengan asam (H₂SO₄ 0.5N), fermentasi dengan ragi roti (fermipan), dan distilasi pada suhu 100°C. Penelitian dilakukan dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan pemanas, pengaduk, dan pendingin balik. Bahan penelitian yang digunakan adalah 40gr serbuk bonggol jagung, H₂SO₄ 0.5N sebanyak 300 ml, ragi 3 gram, dan urea 0,1 gram. Proses hidrolisis dilakukan menggunakan 40gr bonggol serbuk bonggol jagung, dan H₂SO₄ 0.5N dengan volumen 300 ml. Pengadukan dilakukan pada putaran 140 rpm dengan waktu dan suhu yang divariasikan. Selanjutnya, dilakukan proses fermentasi dengan penambahan ragi sebanyak 3 gram dan urea 0,1 gram. Lama proses fermentasi adalah 3 hari. Proses distilasi dilakukan pada suhu 100°C dengan lama waktu selama 2-3 jam. Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa waktu dan suhu hidrolisis berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Penambahan ragi yang optimal pada kadar etanol 0,4271% adalah seberat 3 gram. Waktu fermentasi yang optimal untuk kadar etanol 0,66447% adalah pada waktu fermentasi 3 hari.

Kata-kata kunci: Bioetanol, Bonggol jagung, Distilasi, Fermentasi, Hidrolisis.

PENDAHULUAN

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. Tetapi 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 bonggol jagung. Tongkol jagung yang termasuk biomassa mengandung lignoselulosa dan sangat dimungkinkan untuk dimanfaatkan menjadi bioetanol karena memiliki kandungan selulosa yang cukup banyak.

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. Tetapi 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 bonggol jagung. Bonggol jagung yang termasuk biomassa mengandung lignoselulosa dan sangat dimungkinkan untuk dimanfaatkan menjadi bioetanol karena memiliki kandungan selulosa yang cukup banyak.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan ragi pada starter terhadap alkohol?
 2. Bagaimana pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar alkohol yang dihasilkan?
- Penelitian ini bertujuan untuk:
1. Mempelajari pengaruh, penambahan ragi pada starter dan pengaruh waktu
 2. fermentasi terhadap kadar alkohol.
 3. Menghitung kadar bioetanol dari hasil distilasi.
 4. Memberikan informasi tentang pemanfaatan bonggol jagung sebagai bioethanol.

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan kontribusi dalam mewujudkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya pengolahan bioetanol.
2. Sebagai penerapan teknologi proses pengolahan bioetanol yang dapat diaplikasikan dalam skala industri.
3. Sebagai 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.

Karakteristik kimia dan fisika dari bonggol jagung sangat cocok untuk pembuatan tenaga alternative (bioetanol), kadar senyawa kompleks lignin dalam bonggol jagung adalah 6,7-13,9%, untuk hemiselulose 39,8% , dan selulose 32,3-45,6%. Selulose hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam,

melainkan selalu berikatan dengan bahan lain yaitu lignin dan hemiselulose. Serat selulose alami terdapat di dalam dinding sel tanaman dan material vegetatif lainnya. Selulose murni mengandung 44,4% C, 6,2% H dan 49,3% O. Rumus empiris selulose 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 selulose rata-rata sekitar 400.000 Mikrofibril selulose terdiri atas bagian amorf (15%) dan bagian berkrystal (85%). Struktur berkrystal dan adanya lignin serta hemiselulose disekeliling selulose merupakan hambatan utama untuk menghidrolisa selulose (Sjostrom, 1995).

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 bentuk dasarnya. Lignin yang melindungi selulose bersifat tahan terhadap hidrolisis karena adanya ikatan arilalkil dan ikatan eter.

Bioetanol

Bioetanol adalah etanol yang diproduksi dengan cara hidrolisa dan fermentasi menggunakan bahan baku hayati. Etanol adalah etil alkohol (C_2H_5OH) yang dapat dibuat dengan cara sintesis *ethylen* atau dengan fermentasi glukosa. Etanol diproduksi melalui hidrasi katalitik dari *etilen* atau melalui proses fermentasi gula menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Beberapa bakteri seperti *Zymomonas mobilis* juga diketahui memiliki kemampuan untuk melakukan fermentasi dalam memproduksi etanol (Prastowo, 2007).

Etanol adalah senyawa organik yang terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen, sehingga dapat dilihat sebagai derivat senyawa hidrokarbon yang mempunyai gugus hidroksil dengan rumus C_2H_5OH . Etanol merupakan zat cair, tidak berwarna, berbau spesifik, mudah terbakar dan menguap, dapat bercampur dengan air dengan segala perbandingan.

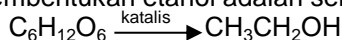
Sifat-sifat fisis etanol adalah sebagai berikut:

1. Rumus molekul : C_2H_5OH
2. Berat molekul : 46,07 gram / mol

3. Titik didih pada 1 atm : 78,4°C
 4. Titik beku : -112°C
 5. Bentuk : cair
 6. Warna : tidak berwarna
- Sifat-sifat kimia etanol adalah sebagai berikut:

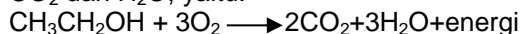
1. Berbobot molekul rendah sehingga larut dalam air
2. Diperoleh dari fermentasi gula

Pembentukan etanol adalah sebagai berikut:

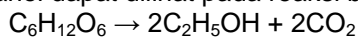


Pembakaran etanol akan menghasilkan

CO₂ dan H₂O, yaitu:



Secara teoritis, hidrolisis glukosa akan menghasilkan etanol dan karbondioksida. Perbandingan mol antara glukosa dan etanol dapat dilihat pada reaksi berikut:



Satu mol glukosa menghasilkan 2 mol *ethanol* dan 2 mol karbondioksida, atau dengan perbandingan bobot tiap 180g glukosa akan menghasilkan 90g etanol. Dengan melihat kondisi tersebut, perlu diupayakan penggunaan substrat yang murah untuk dapat menekan biaya produksi etanol sehingga harganya bisa lebih mudah. Penggunaan bioetanol di antaranya adalah sebagai bahan baku industri, minuman, farmasi, kosmetika, dan bahan bakar. Beberapa jenis etanol berdasarkan kandungan alkohol dan penggunaannya adalah (1) *industrial crude* (90-94,9% v/v), *rectified* (95-96,5% v/v), (2) jenis etanol yang netral, aman untuk bahan minuman dan farmasi (96-99,5% v/v), dan (3) etanol untuk bahan bakar, *fuel grade* etanol (99,5-100% v/v). Keuntungan penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi adalah tidak memberikan tambahan *netto* karbondioksida pada lingkungan karena CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran etanol diserap kembali oleh tumbuhan dan dengan bantuan sinar matahari CO₂ digunakan dalam proses fotosintesis. Di samping itu, bahan bakar bioetanol memiliki nilai oktan tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan peningkat oktan (*octane enhancer*) menggantikan senyawa eter dan logam berat seperti Pb sebagai *anti-knocking agent* yang memiliki dampak buruk terhadap lingkungan. Dengan nilai oktan yang tinggi, maka proses pembakaran menjadi lebih sempurna dan emisi gas buang hasil pembakaran dalam mesin kendaraan bermotor lebih baik. Bioetanol bisa digunakan dalam bentuk murni atau sebagai campuran bahan bakar

gasoline (bensin). Dibanding bensin, etanol lebih baik karena memiliki angka *research octane* 108,6 dan *motor octane* 89,7, angka tersebut melampaui nilai maksimum yang mungkin dicapai oleh gasolin, yaitu *research octane* 88 (Perry, 1999).

Hidrolisa Asam Sulfat

Hidrolisis asam adalah hidrolisis yang menggunakan asam yang dapat mengubah polisakarida menjadi (pati) menjadi glukosa. Hidrolisis asam biasanya menggunakan asam klorida (HCl) atau asam sulfat H₂SO₄. Asam sulfat bersifat sebagai katalisator pemecah karbohidrat menjadi gula, dan pada saat fermentasi akan diuraikan dengan menggunakan *sacharomyces cerevisiae* (ragi) menjadi alkohol.

Hasil hidrolisa menunjukkan penurunan kadar selulosa, hemiselulosa, dan lignin, disertai dengan naiknya jumlah kadar gula pereduksi. Hal ini dikarenakan adanya pemecahan atau pemutusan ikatan-ikatan glikosida pada selulosa dan hemiselulosa sehingga kadar glukosa pereduksi meningkat. Proses hidrolisa adalah suatu proses pemutusan rantai polimer pati (C₂H₁₂O₆)_n menjadi unit-unit monosakarida (C₂H₁₂O₆). Penurunan kadar lignin pada proses hidrolisa mempengaruhi peningkatan jumlah gula pereduksi yang dihasilkan. Lignin cukup sulit untuk di hidrolisis sehingga perubahan menjadi glukosa pun lebih susah, akan tetapi dengan menggunakan asam kuat akan dapat melepas lignin dari selulosa, maka selulosa akan mudah dihidrolisis oleh air (Fredy, 2011).

Hidrolisis dengan menggunakan H₂SO₄ (asam kuat) dapat mempengaruhi kadar gula dalam bonggol jagung, hal ini disebabkan karena kandungan yang terdapat pada bonggol jagung yang berupa senyawa kompleks dapat dipecah sehingga menjadi senyawa sederhana (glukosa), sehingga kandungan glukosa pada substrat bonggol jagung bertambah. Dengan terbentuknya senyawa yang lebih sederhana akan memudahkan mikroba untuk melakukan fermentasi.

Dalam proses hidrolisis menggunakan asam kuat (H₂SO₄), gugus H⁺ dari H₂SO₄ akan memutuskan ikatan glikosida pada selulosa limbah baglog jamur menjadi gugus radikal bebas. Gugus radikal bebas akan berikatan dengan gugus OH⁻ dari air membentuk gula pereduksi. Rendahnya kadar gula pereduksi yang dihasilkan dari

proses hidrolisis asam disebabkan oleh konsentrasi larutan H_2SO_4 yang tinggi menyebabkan jumlah air dalam komposisi larutan hidrolisis semakin sedikit, sehingga kebutuhan OH^- sebagai pengikat radikal bebas berkurang (Lutfi, 2010). Dari hasil perbandingan pada hasil penelitian konsentrasi H_2SO_4 0,5% menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi larutan H_2SO_4 pada larutan hidrolisis, maka kandungan air dalam larutan semakin sedikit. Banyaknya radikal bebas yang terbentuk dari pemutusan H^+ dari H_2SO_4 tidak dapat terbentuk menjadi kadar gula pereduksi, sebab OH^- sebagai pengikat radikal bebas berkurang dan glukosa yang terbentuk sedikit (Fredy, 2011).

Faktor-faktor yang berpengaruh pada hidrolisis pati antara lain:

a. 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.

b. 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, penambahan konversi kecil sekali.

c. Pencampuran pereaksi

Karena pati tidak larut dalam air maka pengadukan perlu diadakan agar persentuhan butir-butir pati dan air dapat berlangsung dengan baik.

d. 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.

e. Kadar suspensi pati.

Perbandingan antara air dan pati yang tepat akan membuat reaksi hidrolisis berjalan cepat.

Fermentasi

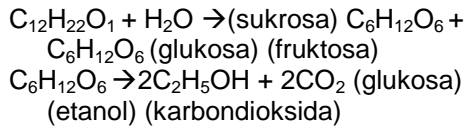
Fermentasi adalah proses terjadinya dekomposisi gula menjadi alkohol dan karbon dioksida. Proses fermentasi ini dimanfaatkan oleh para pembuat bir, roti, anggur, bahan kimia, para ibu rumah tangga

dan lain-lain. Alkohol dapat dibuat dari bahan penghasil karbohidrat apa saja yang dapat difermentasi oleh khamir. Apabila padi-padian seperti jagung dan karbohidrat kompleks yang lain dipergunakan sebagai bahan mentah, maka pertama-tama bahan tersebut perlu dihidrolisis menjadi gula sederhana yang dapat difermentasikan (Pelczar dan Chan, 1988).

Menurut Rukmana (2000), berdasarkan produk yang difermentasi digolongkan menjadi dua macam yaitu:

1. Fermentasi alkoholis yaitu fermentasi yang menghasilkan alkohol sebagai produk akhir disamping produk lainnya, misalnya pada pembuatan *wine*, *cider*, dan *tape*.
2. Fermentasi nonalkoholis yaitu fermentasi yang tidak menghasilkan alkohol sebagai produk akhir selain bahan lainnya, misalnya pada pembuatan tempe, antibiotika dan lain-lain.

Hasil fermentasi dipengaruhi oleh teknologi yang dipakai. Pemilihan mikroorganisme biasanya didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai medium. Misalnya untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula dipergunakan *saccharomyces cerevisiae* dan kadang-kadang digunakan untuk bahan-bahan laktosa dari *whey* (air yang ditinggalkan setelah susu dibuat keju) menggunakan *candida pseudotropicalis*. Seleksi tersebut bertujuan didapatkan mikroorganisme yang mampu ditumbuhkan dengan cepat dan mempunyai toleransi terhadap konsentrasi gula yang tinggi, mampu menghasilkan alkohol dalam jumlah banyak dan tahan terhadap alkohol tersebut. Menurut Schlegel dan Schmidt (1994), produksi utama alkohol adalah ragi, terutama dari strain *Saccharomyces cerevisiae*. Ragi-raji, seperti yang juga kebanyakan fungi merupakan organisme yang bersifat aerob. Dalam lingkungan terisolasi dari udara, organisme ini meragikan karbohidrat menjadi etanol dan karbon dioksida. Dengan mengalirkan udara, maka peragian dapat dihambat sempurna dengan memasukkan banyak udara. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan khamir yang penting pada fermentasi yang utama dan akhir, karena mampu memproduksi alkohol dalam konsentrasi tinggi dan fermentasi spontan. Berikut adalah proses sukrosa oleh ragi (*yeast*) *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan etanol:

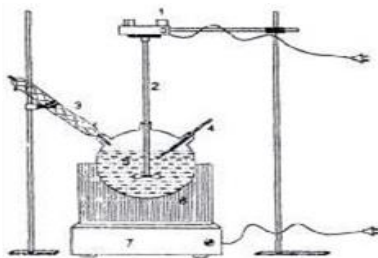


Fungsi dari ragi adalah sebagai katalisator. Pembuatan etanol dengan menggunakan ragi ini hanya bisa dilakukan secara langsung pada bahan yang mengandung gula. Hal ini disebabkan karena ragi *Saccharomyces cerevisiae* tidak dapat menghasilkan enzim *amilase*. Oleh karena itu bahan yang mengandung pati seperti singkong, harus diubah dahulu menjadi glukosa. Konversi etanol maksimum yang bisa dihasilkan dari *Saccharomyces cerevisiae* adalah 8-12% (Hambali, 2009).

Distilasi

Distilasi adalah proses penguapan dan pengembunan kembali 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 distilasi berlangsung pada tekanan atmosfer, contoh dalam hal ini adalah sistem alkohol air, yang pada tekanan atmosfer memiliki titik didih sebesar 78°C.

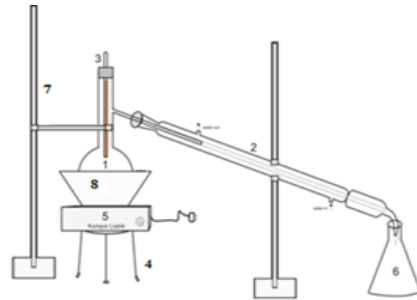
Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Kimia, IST AKPRIND Yogyakarta. Alat yang digunakan adalah seperangkat alat distilasi, kompor listrik, timbangan, parutan, saringan, propipet, pipet volume, labu leher tiga, labu takar, gelas ukur, gelas beaker, piknometer, oven, Erlenmeyer, pipet tetes, sendok, kertas saring, kertas pH, screen (ayakan 40 mesh). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bonggol jagung, H₂SO₄, NaOH, ragi roti (fermipan), *aquadest*, urea. Gambar 1 menampilkan rangkaian alat hidrolisis yang digunakan, Gambar 2 menampilkan proses fermentasi bonggol jagung, sedangkan Gambar 3 menunjukkan proses distilasi hasil fermentasi bonggol jagung.



Gambar 1: Rangkaian alat hidrolisis



Gambar 2: Fermentasi bonggol jagung



Gambar 3: Distilasi hasil fermentasi bonggol jagung

Prosedur Penelitian

a. Proses persiapan bahan baku

Perlakuan fisika terhadap bonggol jagung meliputi pencucian, dan pengayaan. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan bahan-bahan yang terikut dalam bonggol seperti tanah, cangkang dan kotoran lain. Tahap pamarutan bertujuan untuk memperkecil ukuran bonggol jagung. Alat yang digunakan adalah parutan. Bonggol yang sudah dihancurkan kemudian diayak dengan ukuran 40 mash.

b. Proses hidrolisis

Proses hidrolisis diawali dengan memasukan 40 gram serbuk bonggol jagung dengan ukuran 40 mash serta 300 mL larutan H₂SO₄ 0,5 N ke dalam labu leher tiga, pemanas dihidupkan, hidrolisis dilakukan dengan temperatur divariasikan 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 kertas saring, dan diamkan pada suhu kamar selama 1x24 jam.

d. Proses fermentasi

Proses fermentasi dilakukan 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. Hasil fermentasi yang diperoleh kemudian didistilasi.

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 menganalisis kadar etanol hasil distilasi yang diperoleh

PEMBAHASAN

Analisis Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini berupa serbuk tonggol jagung dengan ukuran 40 mash, setelah dilakukan analisis kadar air diperoleh hasil sebesar 2,585%.

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. Berikut ini adalah data penelitian yang dilakukan:

- 1) Suhu hidrolisis: 100°C.
- 2) Waktu hidrolisis: 2 jam.
- 3) Kecepatan pengadukan: 140 rpm.
- 4) Konsentrasi H₂SO₄: 0,5 N.
Waktu fermentasi: 2 hari.
- 5) Ukuran serbuk bonggol jagung: 40 mash.
- 6) pH sampel: 4,5-5,5.
- 7) Volume H₂SO₄: 300 mL.
- 8) Berat bahan baku: 300 gram.

9) Urea: 0,9 gram.

10) Volume pada fermentasi: 220 ml.

Hasil penelitian yang diperoleh ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. 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

Hasil eksperimen 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 memperlihatkan perubahan yang signifikan pada 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 biaetanol yang dihasilkan.

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. Data penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Suhu hidrolisis: 100°C.
- 2) Waktu hidrolisis: 2 jam.
- 3) Kecepatan pengadukan: 140 rpm.
- 4) Konsentrasi H₂SO₄: 0,5 N.
- 5) Berat ragi: 3 gram.
- 6) Ukuran serbuk bonggol jagung: 40 mash.
- 7) pH sample: 4,5-5,5.
- 8) Volume H₂SO₄: 300 mL.
- 9) Berat bahan baku: 300 gram.
- 10) Urea: 0,9 gram.
- 11) Volume pada fermentasi: 220 mL.

Tabel 2 menampilkan data Pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar etanol phasil eksperimen.

Tabel 2 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

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa semakin lama waktu fermentasi dengan penambahan ragi tertentu, maka kadar etanol yang dihasilkan semakin tinggi, tetapi pada waktu tertentu (4 hari) 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, pada waktu fermentasi 3 hari mengalami perubahan yang signifikan (bau dan warna) dan kadar etanol yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan waktu fermentasi seblunya. 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, 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

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui bahwa waktu dan suhu hidrolisis berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Penambahan ragi yang optimal pada kadar etanol 0,4271% adalah seberat 3 gram. Waktu fermentasi yang optimal untuk kadar etanol 0,66447% adalah pada waktu fermentasi 3 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Cole, B. dan Fort, R., 2007, http://Chemistry_umeche_maine.edu/Fort/cole_Fort.html, diakses Februari 2018.
- Fengel, D. dan Wegener, G., 1995, Kayu: Kimia, Ultra Struktur, *Reaksi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Frisanto, F., 2011, Pemanfaatan Biomassa Bonggol Jagung Menjadi Bioetanol, *Seminar Tugas Akhir S1 Jurusan Kimia FMIPA UNDIP*, Jurusan Kimia UNDIP, (Tidak dipublikasi).
- Gozan, M., 2007, Sakarifikasi dan Fermentasi Bagas Menjadi Etanol Menggunakan Enzim Sellulase dan Enzim Sellobiase, *Jurnal Teknologi*, Vol. 8.
- Gozan, M., 2017, Sakarifikasi dan Fermentasi Bagas Menjadi Etanol Menggunakan Enzim Sellulase dan Enzim Sellobiase, *Jurnal Teknologi*.
- Hambali, S., 2009, Pemanfaatan Kulit Pisang dengan Cara Fermentasi untuk Pembuatan Alkohol, *Majalah Bistek*, Edisi 06/Tahun VI/Desember, 20-28.
- Lutfi, S., 2010, Bioetanol dari Rumput Gajah Melalui Hidrolisis Menggunakan Asam Sulfat, *Digital Library*.
- Pelczar, M. dan Chan., 1988, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, Jakarta: UI Press.
- Perry, R. H., 1999, *Chemical Engineering Handbook*, New York: Mc. Graw Hill.
- Prastowo, B., 2007, Potensi Sektor Pertanian Sebagai Hasil dan Pengguna Energi Terbarukan, *Perspektif*, Vol. 6 No. 2, Desember 2007.
- Schlegel, H. G. dan Schmidt, K., 1994, *Mikrobiologi umum*. Gajah Mada Yogyakarta: University Press.

- Simamora, S., 2008, *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas*, Jakarta: Agromedia.
- Sjostrom, E., (1995), *Kimia Kayu: Dasar-dasar dan Penggunaan*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suprpto, H. S. dan Rasyid, M. S., 2002, *Bertanam Jagung*, Jakarta: Penebar Swadaya.

BIODATA PENULIS

Hadi Prsaetyo Suseno, S.T., M.Si., C.WS., lahir di Lampung tanggal 05 Oktober 1958, menyelesaikan pendidikan S1 bidang ilmu Teknik Kimia dari IST AKPRIND Yogyakarta, dan S2 bidang ilmu Kimia Lingkungan dari Universitas Gadjah Mada Yogyakarta tahun 2005. Saat ini tercatat sebagai Dosen Tetap Jurusan Teknik Lingkungan di IST AKPRIND Yogyakarta dengan jabatan akademik Lektor, bidang minat penelitian tentang produksi bersih, K3 industri, dan teknik lingkungan.