

Jurnal Sains dan Teknologi
Universitas Teknologi Sulawesi

E-ISSN: 2623-2294

page 17-26

Vol 2, No 1, Maret 2019

Open Access

PEMBUATAN BIOETANOL DARI FRAKSI ORGANIK SAMPAH KOTA MAKASSAR

Hijrah Amaliah Azis

*Dosen Tetap Jurusan Kimia, Universitas Teknologi Sulawesi
Jl Talasalapang No 51, Makassar
E-mail : ndihijrah20@gmail.com*

Abstrak : Cadangan minyak bumi semakin menipis karena pemakaian bahan bakar minyak semakin meningkat, oleh karena itu perlu dicari energi alternatif. Promblen sampah merupakan isu penting di lingkungan perkotaan sejalan dengan perkembangan jumlah penduduk dan peningkatan aktivitas pembangunan khususnya di Kota Makassar maka perlu penanganan sampah secara simultan. Penelitian ini memiliki 6 tahap yaitu : persiapan bahan baku, fraksinasi bahan baku, analisis kandungan holoselulosa, hidrolisis asam, fermentasi dan analisis hasil bioetanol. Adapun bahan baku dibagi atas 3 fraksi yaitu fraksi I sampah yang memiliki kandungan pati, fraksi II sampah yang lebih banyak memiliki kandungan holoselulosa dan fraksi III sampah yang lebih banyak memiliki kandungan lignoselulosa. Setelah pembagian fraksi sampah kemudian dianalisis kandungan holoselulosanya. Proses hidrolisis dengan menggunakan asam sulfat encer dilakukan dalam dua tahap : tahap pertama pada suhu 190°C dan tahap kedua 210°C. Proses selanjutnya adalah fermentasi menggunakan ragi *Sacharomyces cerevisiae* selama tiga hari. Cairan hasil fermentasi dianalisis kadar alkoholnya dengan pengujian densitas. Hasil karakterisasi terhadap sampah Kota Makassar adalah fraksi I (sayur-sayuran dan buah-buahan) mengandung holoselulosa paling sedikit, yakni 15,39% sedangkan fraksi II (bambu, rumput, koran, kertas, kayu, dan daun mangga) mengandung holoselulosa paling banyak, yakni 71,8%. Hasil hidrolisis yang dilakukan dalam dua tahap menunjukkan bahwa fraksi III memiliki kadar gula tertinggi yakni 8,84%. Pada 100 gram sampel fraksi III yang dihidrolisis dan difermentasi, dihasilkan 1330 ml cairan yang mengandung alkohol 4,82%.

Kata kunci : bioetanol, sampah, hidrolisis, organik

1. PENDAHULUAN

Problem sampah merupakan isu penting di lingkungan perkotaan sejalan dengan perkembangan jumlah penduduk dan peningkatan aktivitas pembangunan sehingga perlu penanganan. Di sisi lain cadangan minyak bumi yang merupakan energi tidak terbaharukan semakin menipis karena pemakaian bahan bakar minyak yang terus meningkat. Kesadaran terhadap kedua permasalahan ini sehingga diupayakan untuk memanfaatkan sampah sebagai alternatif sumber energi terbaharukan yang lebih ramah lingkungan. Dengan demikian, problem sampah perkotaan dan krisis energi dapat ditangani secara simultan. Kota Makassar dengan luas wilayah 177,75 km² berpenduduk 1,3 juta jiwa produksi sampahnya mencapai 3560 m³/hari atau 871 ton/hari (Burhanuddin, 2008) sedangkan besarnya sampah dari 384 kota di Indonesia mencapai 80.235,87 ton/hari (Kartamantul, 2007). Kandungan organik sampah kota berkisar 60-65 % (Sandhi, 2006) diperkirakan mengandung 75 %

pati dan holoselulosa (hemiselulosa dan selulosa) (Nurachman, 2005) terdiri atas sayur-sayuran, buah-buahan, dedaunan, kulit buah, bambu dan ranting kayu. Pati dan holoselulosa dapat diubah menjadi gula melalui proses hidrolisis kemudian proses fermentasi untuk memperoleh ethanol (bioethanol) dengan kadar 8-10 %. Pemurnian dengan cara destilasi dilakukan supaya diperoleh kadar 95-96% dan dilanjutkan dengan proses dehidrasi untuk mengurangi kadar airnya agar mencapai kemurnian 99,5 % sebagai syarat untuk menjadi bahan bakar kendaraan. Fajar (2008) telah melakukan hidrolisis sampah kota Daerah Yogyakarta menjadi gula dan diperoleh gula sebesar 8.404,4 ton/tahun dari sampah kota sebesar 13.552.93 ton/tahun atau diperoleh yield gula sebesar 62,27%. Dengan persentase yield gula yang mencapai 62,27% maka sampah kota sangat prospek untuk diolah menjadi bioethanol tetapi penelitian mengenai pemanfaatan sampah menjadi bioethanol belum dikembangkan. Berdasarkan pertimbangan ini maka konversi biomassa dari sampah kota menjadi bioethanol sebagai sumber energi terbarukan penting untuk dilakukan. Sampah dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioethanol karena mengandung senyawa organik yang tinggi. Kandungan senyawa organik sampah kota mencapai 65 % (Bramono, 2006). Sampah organik ini mengandung senyawa pati dan holoselulosa (hemiselulosa dan selulosa) yang dapat diolah menjadi ethanol (bioethanol) dengan cara hidrolisis, fermentasi, dan pemurnian.

Menurut Sivers dan Zacchi (1996), hidrolisis dengan asam encer menggunakan asam sulfat dengan konsentrasi H_2SO_4 berkisar 0,5 % merupakan proses hidrolisis yang lebih ekonomis. Perbandingan berat sampah kota dengan volume H_2SO_4 adalah 1: 6 (Musdalifah dan Melista, 2007). Proses hidrolisis dengan asam encer terdiri dari dua stage hidrolisis (Chandel, A.K dkk, 2007). Stage pertama untuk hidrolisis pati dan hemiselulosa menjadi gula dan pada stage kedua terjadi hidrolisis selulosa menjadi gula. Gula yang diperoleh pada masing-masing stage hidrolisis difermentasi dan biasanya hanya menghasilkan bioethanol berkadar 8-12% sehingga masih perlu dimurnikan. Menurut Taherzadeh dan Karimi (2007) proses pemurnian bioethanol dengan cara destilasi azeotrop hanya mencapai 95-96%, sehingga dilanjutkan dengan proses dehidrasi menggunakan adsorben. Proses dehidrasi ini dapat mengurangi kadar air 4 - 5 % , sehingga diperoleh bioethanol dengan kadar 99,5 % sebagai syarat untuk bahan bakar kendaraan bermotor.

1.1 Karakteristik Lignoselulosa Sebagai Bahan Baku Bioetanol

Biomassa lignoselulosa sebagian besar terdiri dari campuran polimer karbohidrat (selulosa dan hemiselulosa), lignin, ekstraktif, dan abu. Kadang-kadang disebutkan holoselulosa, istilah ini digunakan untuk menyebutkan total karbohidrat yang dikandung di dalam biomassa dan meliputi selulosa dan hemiselulosa.

a. Selulosa

Selulosa adalah polimer glukosa (hanya glukosa) yang tidak bercabang. Bentuk polymer ini memungkinkan selulosa saling menumpuk/terikat menjadi bentuk serat yang sangat kuat. Panjang molekul selulosa ditentukan oleh jumlah unit glucan di dalam polimer, disebut dengan derajat polimerisasi. Derajat polymerase selulosa tergantung pada jenis tanaman dan umumnya dalam kisaran 2000 – 27000 unit glucan. Selulosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan menggunakan asam atau enzim. Selanjutnya glukosa yang dihasilkan dapat difermentasikan menjadi bioethanol

b. Hemiselulosa

Hemiselulosa mirip dengan selulosa yang merupakan polimer gula. Namun, berbeda dengan selulosa yang hanya tersusun dari glukosa, hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis gula. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari monomer gula berkarbon 5 (C-5) dan 6 (C-6), misalnya: xylosa, mannose, glukosa, galaktosa, arabinosa, dan sejumlah kecil rhamnosa, asam glukoroat, asam metal glukoronat, dan asam galaturonat. Xylosa adalah salah satu gula C-5 dan merupakan gula terbanyak kedua di biosfer setelah glukosa. Kandungan hemiselulosa di dalam biomassa lignoselulosa berkisar antara 11% hingga 37 % (berat kering biomassa). Hemiselulosa lebih

mudah dihidrolisis daripada selulosa, tetapi gula C-5 lebih sulit difermentasi menjadi etanol daripada gula C-6.

c. Hidrolisis

Hidrolisis meliputi proses pemecahan polisakarida di dalam biomassa lignoselulosa, yaitu: selulosa dan hemiselulosa menjadi monomer gula penyusunnya. Hidrolisis sempurna selulosa menghasilkan glukosa, sedangkan hemiselulosa menghasilkan beberapa monomer gula pentose (C5) dan heksosa (C6). Hidrolisis dapat dilakukan secara kimia (asam) atau enzimatik.

d. Hidrolisis Asam

Di dalam metode hidrolisis asam, biomassa lignoselulosa dipaparkan dengan asam pada suhu dan tekanan tertentu selama waktu tertentu, dan menghasilkan monomer gula dari polimer selulosa dan hemiselulosa. Beberapa asam yang umum digunakan untuk hidrolisis asam antara lain adalah asam sulfat (H_2SO_4), asam perklorat, dan HCl. Asam sulfat merupakan asam yang paling banyak diteliti dan dimanfaatkan untuk hidrolisis asam. Hidrolisis asam dapat dikelompokkan menjadi: hidrolisis asam pekat dan hidrolisis asam encer (Taherzadeh & Karimi, 2007). Hidrolisis asam pekat merupakan teknik yang sudah dikembangkan cukup lama. Braconnot di tahun 1819 pertama menemukan bahwa selulosa bisa dikonversi menjadi gula yang dapat difermentasi dengan menggunakan asam pekat (Sherrad and Kressman 1945 in (Taherzadeh & Karimi, 2007). Hidrolisis asam pekat menghasilkan gula yang tinggi (90% dari hasil teoritik) dibandingkan dengan hidrolisis asam encer, dan dengan demikian akan menghasilkan etanol yang lebih tinggi (Hamelinck, Hooijdonk, & Faaij, 2005). Hidrolisis asam encer dapat dilakukan pada suhu rendah. Namun demikian, konsentrasi asam yang digunakan sangat tinggi (30 – 70%). Proses ini juga sangat korosif karena adanya pengenceran dan pemanasan asam. Proses ini membutuhkan peralatan yang mahal atau dibuat secara khusus. Rekaveri asam juga membutuhkan energi yang besar. Di sisi lain, jika menggunakan asam sulfat, dibutuhkan proses netralisasi yang menghasilkan limbah gypsum/kapur yang sangat banyak. Dampak lingkungan yang kurang baik dari proses ini membatasi penggunaan asam perklorat dalam proses ini. Hidrolisis asam pekat juga membutuhkan biaya investasi dan pemeliharaan yang tinggi, hal ini mengurangi ketertarikan untuk komersialisasi proses ini (Taherzadeh & Karimi, 2007).

Hidrolisis asam encer juga dikenal dengan hidrolisis asam dua tahap (two stage acid hydrolysis) dan merupakan metode hidrolisis yang banyak dikembangkan dan diteliti saat ini. Hidrolisis asam encer pertama kali dipatenkan oleh H.K. Moore pada tahun 1919. Potongan (chip) kayu dimasukkan ke dalam tangki kemudian diberi uap panas pada suhu 300°F selama satu jam. Selanjutnya dihidrolisis dengan menggunakan asam fosfat. Hidrolisis dilakukan dalam dua tahap. Hidrolisat yang dihasilkan kemudian difermentasi untuk menghasilkan etanol. Hidrolisis selulosa dengan menggunakan asam telah dikomersialkan pertama kali pada tahun 1898 (Hamelinck, Hooijdonk, & Faaij, 2005). Tahap pertama dilakukan dalam kondisi yang lebih 'lunak' dan akan menghidrolisis hemiselulosa (misal 0.7% asam sulfat, 190°C). Tahap kedua dilakukan pada suhu yang lebih tinggi, tetapi dengan konsentrasi asam yang lebih rendah untuk menghidrolisis selulosa (215°C, 0.4% asam sulfat) (Hamelinck, Hooijdonk, & Faaij, 2005). Secara teoritis, hidrolisis hemiselulosa dan selulosa dapat menghasilkan reaksi samping yang bersifat racun (senyawa inhibitor) pada proses fermentasi. Untuk meminimalkan terbentuknya senyawa inhibitor pada proses hidrolisis dibutuhkan prototype autoklaf yang dapat bekerja pada kondisi tekanan 29 bar dan temperatur 190-210 °C dengan waktu tinggal 3-10 menit (Chandel dkk, 2007).

e. Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu proses hidrolisa komponen organik anaerob atau aerob sebagian oleh aktivitas mikroorganisme.

Reaksi yang terjadi dalam proses fermentasi pembuatan bioetanol adalah :



Proses fermentasi dimaksudkan untuk mengubah glukosa menjadi ethanol/bio-ethanol (alkohol) dengan menggunakan yeast. Alkohol yang diperoleh dari proses fermentasi ini, biasanya alkohol dengan kadar 8 sampai 10 persen volume. Ethanol yang dihasilkan proses fermentasi tersebut perlu ditingkatkan kualitasnya dengan membersihkannya dari zat-zat yang tidak diperlukan. Alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi biasanya masih mengandung gas – gas antara lain CO₂ (yang ditimbulkan dari pengubahan glukosa menjadi ethanol/bio-ethanol) dan aldehyde yang perlu dibersihkan. Gas CO₂ pada hasil fermentasi tersebut biasanya mencapai 35 persen volume, sehingga untuk memperoleh ethanol/bio-ethanol yang berkualitas baik, ethanol/bio-ethanol tersebut harus dibersihkan dari gas tersebut. Proses pembersihan (*washing*) CO₂ dilakukan dengan menyaring ethanol/bio-ethanol yang terikat oleh CO₂, sehingga dapat diperoleh ethanol/bio-ethanol yang bersih dari gas CO₂). Kadar etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi, biasanya hanya mencapai 8 sampai 10 persen saja, sehingga untuk memperoleh ethanol yang berkadar alkohol 95 persen diperlukan proses lainnya, yaitu proses distilasi.

1.2 Bioetanol

Bioetanol merupakan etanol yang diperoleh melalui proses fermentasi biomassa dengan bantuan mikroorganisme. Bioetanol yang mengandung 35 % oksigen dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Keuntungan lain dari bioetanol adalah nilai oktannya lebih tinggi dari premium sehingga dapat menggantikan fungsi bahan aditif seperti MTBE dan TEL. Bioetanol dapat langsung dicampur dengan premium pada berbagai komposisi sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan (Riyanto 2005), dan bioetanol merupakan bahan bakar yang bersih, hasil pembakaran menghasilkan CO₂ dan H₂O. Penambahan bahan yang mengandung oksigen pada sistem bahan bakar akan mengurangi emisi gas CO yang sangat beracun.

Sifat Bioetanol

Bioetanol merupakan produk fermentasi yang dapat dibuat dari substrat yang mengandung karbohidrat (gula, pati atau selulosa). Sifat-sifat dari bioetanol adalah :

- Merupakan cairan yang tidak berwarna (jernih) seperti air
- Mudah larut dalam air dan eter
- Berbau khas
- Volatile (mudah menguap)
- Berat molekul = 46,07 g/mol
- Berat jenis = 0,7905 g/mol (suhu 20 °C)
- Viskositas = 0,0122 poise (suhu 20 °C)
- Titik didih = 78,9 °C
- Titik leleh = -122 °C
- Panas laten penguapan 204 kal/g. (*sumber : Fluka Chemika – Bio Chemika*)

Kegunaan Bioetanol

Adapun kegunaan bioetanol antara lain :

- Sebagai bahan dasar untuk pembuatan pereaksi-pereaksi kimia lainnya, seperti: asetaldehida, ethyl asetat dan lain-lain
- Sebagai pelarut, terutama dalam industri farmasi, furnis, desinfektan, plastic, dan sebagainya
- Bahan bakar

Kegunaan bioetanol sebagai bahan bakar mempunyai pengaruh untuk meningkatkan nilai oktan dan peniadaan tambahan zat-zat yang diperlukan agar mesin dapat berjalan lebih halus. Pengujian pada kendaraan roda empat di laboratorium Badan Penelitian dan Penerapan Teknologi (BPPT) menunjukkan bahwa tingkat emisi karbon dan hidrokarbon Gasohol E-10 yang merupakan campuran

bensin dan etanol 10% lebih rendah dibandingkan dengan premium dan pertamax. Pengujian karakteristik untuk unjuk kerja yaitu daya dan torsi menunjukkan bahwa etanol 10% identik atau cenderung lebih baik daripada pertamax (Yudiarto 2003).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan eksperimental murni dengan tahapan sebagai berikut : persiapan bahan baku, pendahuluan (penentuan Holoselulosa), hidrolisis, analisa hasil hidrolisis, fermentasi, distilasi dan dehidrasi.

2.1 Persiapan bahan baku

Sampel dibersihkan, dipotong kecil kira-kira 5 cm dan dikeringkan hingga kadar airnya dibawah 10%. Selanjutnya, analisa kadar pati dan holoselulosa ditentukan dengan cara Rattin Datta(1981).

2.2 Analisa kandungan pati dan holoselulosa pada bahan baku

1 gr lignoselulosa (A) direfluks selama 2 jam dengan 150 mL H₂O pada temperatur 100 °C

Residu kering (E) direndam dengan 10 mL H₂SO₄ 72 % (v/v) pada tempratur ruangan selama 4 jam, selanjutnya dilarutkan hingga konsentrasinya menjadi 0,5 M H₂SO₄ dan direfluks pada temperatur 100 °C selama 2 jam

2.3 Proses Hidrolisis

Sampah kota diperlukan dengan dua tahapan hidrolisis. Tahap pertama, menghidrolisis hemiselulosa menjadi monomer gula, dilakukan pada tempertatur rendah yaitu 190°C dengan waktu tinggal 3-10 menit. Tahap kedua, menghidrolisis selulosa menjadi monomer gula tetapi temperature tinggi yaitu 210°C dengan waktu tinggal 5-10 menit(Chandel,A.K dkk,2007). Larutan gula yang dihasilkan pada hidrolisis pertama dipisahkan dari residunya dengan cara penyaringan dan di analisis kadar gulanya dan difermentasi. Adapun residunya dinetralkan menggunakan aquadest bersuhu 60°C hingga pH netral dan dikeringkan hingga kadar airnya <10% selanjutnya menjadi bahan baku pada hidrolisis tahap kedua. Larutan gula dari hidrolisis tahap kedua diperlakukan sama dengan hasil hidrolisis pertama. Dalam proses hidrolisis dibutuhkan H₂SO₄ yang berfungsi sebagai katalis sekaligus sebagai pelarut. Konsentrasi H₂SO₄ adalah 0,5% (Chandel,A.K dkk,2007) dan perbandingan berat biomassa dengan volume H₂SO₄ adalah 1:6 (Musdalifah dan Melista),2007)

2.4 Analisa Hasil Hidrolisis

a. Standarisasi Fehling (A+B) dengan Glukosa Monohidrat

Standarisasi ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi fehling. Pertama ditimbang glukosa monohidrat dengan berat tertentu dan diencerkan sampai volume 100 ml dalam labu ukur. Kemudian larutan glukosa monohidrat dimasukkan ke dalam buret 50 ml. Fehling A dan fehling B masing-masing sditambahkan dengan aquades 5 ml. Larutan fehling A + B dipanaskan sampai mendidih, kemudian dititrasikan dalam keadaan tetap mendidih dengan larutan glukosa monohidrat dan ditambahkan indikator metilen blue. Titrasikan dihentikan sampai warna bening dan muncul endapan merah bata.

b. Analisa Gula Hasil Hidrolisis

Analisa diawali dengan memipet sejumlah volume tertentu sampel dengan pipet volum dan dan dinetralkan lalu diencerkan dalam labu ukur 100 ml, kemudian dimasukkan ke dalam buret 50 ml sebagai larutan peniter. Fehling A dan fehling B (yang sudah distandarisasi) masing-masing sebanyak 5 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer 125 ml dan ditambahkan dengan aquades 5 ml lalu

dipanaskan. Titrasi dilakukan dalam keadaan mendidih sampai terjadi perubahan warna menjadi coklat bening dan muncul endapan merah bata.

2.5 Proses Fermentasi

Percobaan fermentasi secara anaerob ini dilakukan dengan mengukur volume hasil hidrolisis dan diatur pHnya 4-5. Menimbang urea 0,1 gram setiap 100 mL hidrolisat, NPK 1 gram setiap 100 mL hidrolisat dan ragi *Saccaromyces cereviseae* 2 gram setiap 100 mL hidrolisat. Dimasukkan kedalam botol fermentor dan difermentasi selama tiga hari. Pengambilan sampel dilakukan setiap 12,24,36,48,60, dan 72 jam.

2.6 Analisa Bioetanol

a. Berat jenis dengan piknometer

- 1) Menimbang kosong Piknometer (a gram)
- 2) Menimbang Piknometer dengan air (30°C) (b gram)
- 3) Menghitung Berat Air (b-a gram)
- 4) Menghitung Volume Air
Volume air = Volume Piknometer
- 5) Menimbang Piknometer yang berisi sampel (30°C) (c gram)
- 6) Menghitung Berat Sampel (c-a gram)
- 7) Menghitung Berat Jenis Sampel

$$B_j = \frac{(c - a) \text{ gram}}{\text{Volume Piknometer}} = \dots\dots\dots \text{ gram/mL}$$

- Menentukan kadar etanol sampel sebagai berikut :
 - 1) Membuat kurva standar (campuran larutan air-etanol dengan berat jenis)
 - 2) Menentukan kadar etanol yang diperoleh dari hasil fermentasi dengan menggunakan nilai berat jenis sampel pada kurva standar

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisis Kandungan Holoselulosa

Analisis kandungan holoselulosa dan lignin ini bertujuan untuk mengetahui berapa holoselulosa yang terkandung pada sampah kota yang terdapat dihidrolisis menjadi glukosa kemudian difermentasikan menjadi bioetanol.

Adapun hasil analisisnya dengan metode Rathin Datta (1981) dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Fraksi	Jenis	Hemis elolsa	Selu losa	Lignin	Total Holoselulosa	Kisaran % berat holoselolsa (Octavina,2008)
I	Sayuran(kangkung,sawi)dan buah-buahan (langsut,mangga)	2,61	12,78	27,69	15,39	0<X<20

II	Sabut kelapa,daun pisang,jerami,kulit durian	25,44	46,36	27,36	71,8	20<X<60
III	Bambu,rumput,koran,kertas,kayu,daun mangga	4,42	51,88	33,85	56,3	60<X<100

Tabel diatas dapat terlihat bahwa kandungan sampah kota Makassar memiliki senyawa kompleks lignoselulosa karena mengandung hemiselulosa,selulosa,lignin. Akan tetapi kisaran kandungan holoselulosa berdasarkan penelitian Octavina (2008) sampah Kota Yogyakarta dan sampah kota Makassar terdapat perbedaan yang signifikan, hal ini diakibatkan komposisi dari sampah Yogyakarta dan sampah kota Makassar berbeda. Walaupun jenis sampahnya sama tetapi kandungan hemiselulosa,selulosa,dan lignin berbeda. Secara teoritis,kandungan holoselulosa dari fraksi I sampai fraksi III seharusnya semakin tinggi,akan tetapi pada fraksi II lebih tinggi daripada fraksi III.Hal ini diakibatkan jenis sampah pada fraksi III umumnya terdiri dari kayu-kayuan sehingga sulit terhidrolisis dengan sempurna dibuktikan bahwa potongan-potongan kayu,bambu,dan yang lainnya tidak hancur pada saat hidrolisis.hal ini didukung dengan hasil penelitian Sun dan Cheng (2002) yaitu kandungan selulosa dan hemiselulosa dari kayu-kayuan 40% dan 24% sehingga sulit terhidrolisis dengan sempurna.

1. Hasil Analisis Kadar Gula Reduksi Setelah Hidrolisis

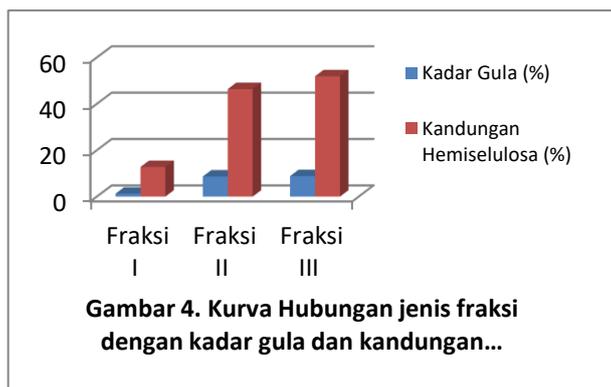
Proses hidrolisis bertujuan memecah polisakarida didalam biomassa lignoselulosa.yaitu : selulosa dan hemiselulosa menjadi monomer gula penyusunnya. Hasil analisis kadar gula reduksi dapat ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Table 2. Kadar Gula Reduksi setelah hidrolisis

Hidrolisis	Kadar Gula Reduksi (%)		
	Fraksi I	Fraksi II	Fraksi III
I	3,82	8,77	6,16
II	1,27	8,67	8,84

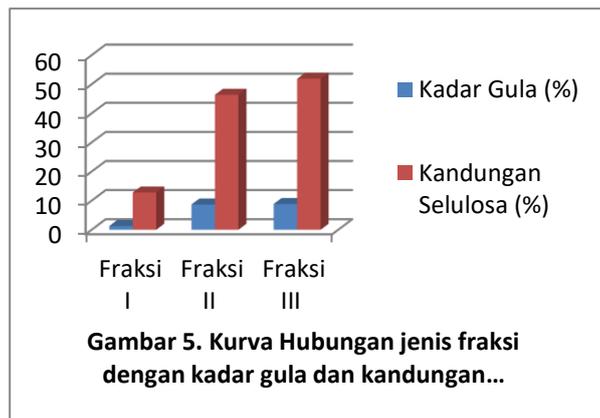
Proses hidrolisis dilakukan untuk mengubah holoselulosa menjadi glukosa. Selain itu kadar glukosa perlu diketahui untuk menentukan kadar glukosa yang maksimal sehingga bakteri *Saccharomyces cerevisiae* dapat hidup dan bekerja mengurai gula menjadi alkohol. Disini hidrolisis I digunakan untuk memecah hemiselulosa menghasilkan D-Xilosa dan monosakarida lainnya sedangkan hidrolisis II digunakan untuk memecah selulosa menghasilkan D-Glukosa (Winarno 1984). Tabel diatas dapat dilihat bahwa semakin besar jumlahnya hemiselulosa yang terdapat pada setiap

fraksi maka kadar gula yang dihasilkan semakin tinggi. Hubungan antara jenis fraksi dengan kadar gula dan kandungan hemiselulosa dapat digambarkan dalam kurva seperti yang terlihat pada gambar 4.



Gambar 4 menunjukkan bahwa kandungan hemiselulosa pada fraksi II lebih besar dari fraksi III dan fraksi I. Dimana pada fraksi II kandungan hemiselulosaa yang diperoleh adalah sebesar 25,44% sedangkan pada fraksi III dan fraksi I diperoleh kandungan hemiselulosa sebesar 4,42% dan 2,61% sehingga kadar gula yang dihasilkan fraksi II lebih besar daripada fraksi III dan fraksi I. Pada gambar diatas terlihat kadar gula fraksi I dan fraksi III lebih besar daripada kandungan hemiselulosanya, hal ini diakibatkan adanya selain hemiselulosa yang terpecah pada saat prose hidrolisis sehingga gula yang dihasilkan lebih besar daripada kandungan hemiselulosa.

Tabel 2 diatas dapat terlihat juga bahwa semakin besar jumlah selulosa yang terdapat pada setiap fraksi maka kadar gula yang dihasilkan semakin tinggi. Hubungan antara jenis fraksi dengan kadar gula dan kandungan selulosa dapat digambarkan dalam kurva seperti yang terlihat pada gambar 5.



Gambar 5 menunjukkan bahwa kandungan selulosa pada fraksi III lebih besar dari fraksi II dan fraksi I. Dimana pada fraksi III kandungan selulosa yang diperoleh adalah sebesar 51,88% sedangkan pada fraksi II dan fraksi I diperoleh kandungan selulosa sebesar 46,36% dan 12,78% sehingga kadar gula yang dihasilkan fraksi III lebih besar dari fraksi II dan fraksi I

3.2 Hasil Analisis Kadar Bietanol Setelah Fermentasi

Proses fermentasi pada pembuatan bioetanol bertujuan untuk mengubah glukosa hasil hidrolisis menjadi bioetanol. Secara teori kandungan bioetanol setelah fermentasi 8-10% (Indiyah,2008). Hasil analisisnya dapat ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Hasil kadar bioetanol setelah fermentasi

Fraksi	Volume hasil fermentasi	Konsentrasi bioetanol (% volume)
I	849	414
II	1576	4,66
III	1330	4,8

Setelah fermentasi hasil bioetanol dianalisis konsentrasinya. Hasil fermentasi menunjukkan konsentrasi bioetanol yang tertinggi adalah fraksi III yakni 1330 ml cairan hasil fermentasi dengan kisaran konsentrasi 4,82% namun melihat volume hasil fermentasi yang dihasilkan fraksi II memiliki volume yang lebih tinggi dengan kisaran konsentrasi 4,66% yang tidak jauh beda dengan konsentrasi fraksi III. Jika melihat volume dan konsentrasi, dari fraksi II dan fraksi III yang paling banyak karena keduanya merupakan hasil fermentasi dari holoselulosa dan memiliki kandungan holoselulosa yang banyak dibandingkan dengan fraksi I yang berasal dari pati yang menghasilkan sedikit bioetanol. Hal ini disebabkan karena tinggi rendahnya kadar bioetanol ditentukan dengan substrat gula yang terfermentasi dimana kadar gula fraksi III lebih tinggi daripada fraksi II dan fraksi I.

Secara teoritis pula, hidrolisis hemiselulosa dan selulosa dapat menghasilkan reaksi samping yang bersifat beracun (senyawa inhibitor) pada proses fermentasi sehingga menghambat pertumbuhan mikroba. Hasil penelitian Kusnadi (2009) kadar bioetanol yang paling tinggi dari sampah organik menggunakan ragi tape dan waktu fermentasi 6 hari, hal ini disebabkan pada ragi tape merupakan jenis kapang yang mampu mengfermentasikan gula yang berasal dari selulosa dan pati menjadi bioetanol. Hal ini dapat membuktikan jenis ragi dan waktu fermentasi yang digunakan pada penelitian ini sangat berpengaruh pada hasil bioetanol yang dihasilkan.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian pada pembuatan bioetanol dari fraksi sampah organik Kota Makassar dapat disimpulkan :

1. Kandungan holoselulosa yang terkandung pada fraksi I 15,39%, fraksi II 71,8%, dan fraksi III 56,3%
2. Hasil analisis kadar gula tertinggi yang diperoleh dari hidrolisis sampah organik terdapat pada fraksi III hidrolisis II sebesar 8,84%
3. Kadar bioetanol tertinggi yang diperoleh dari proses fermentasi terdapat pada fraksi III yakni 1330 ml dengan konsentrasi 4,82%

5. DAFTAR PUSTAKA

- BPPT, 2007, Kajian Lengkap Prospek *“Pemanfaatan Biodiesel Dan Bioethanol Pada Sektor Transportasi Di Indonesia.*
- Balai Besar Teknologi Pati-BPPT, 2006, *“Prakiraan Biaya pada Produksi per Liter Etanol pada Komunitas Ubi Kayu”*, <http://www.distan.pemda-diy.go.id> (akses 29 Agustus 2006)
- Fajar HR, 2008, *“Hidrolisis fraksi organik sampah kota Daerah Istimewa Yogyakarta untuk bahan baku pembuatan bioethanol”*, Thesis . Universitas Gadjadara, Yogyakarta.

- Bramono.S.E., 2006," Sampah Sebagai Sumber Daya", *Departemen Lingkungan Hidup ITB*, (29 Agustus 2006)
- Burhanuddin,2008, " *Penanganan sampah Kota Makassar*", Materi presentase di Balai Kota Makassar, Ujung Pandang
- Cussons Tecnology, 1987, "Intruccion Manual Cussons Automative Multi Cylinder Engine test Bed (Eddy Current Dinamometer) P8602/S:G. Cussons Ltd
- Datta R,1981,"Acidogenic Fermentation of Lignoselulosa-Acid Yield and Conversion of Component",*Biotechnology and Bioengineering*, Vol. XIII, Pp. 2167-2170, Wiley dan Sons,Inc.
- Kambu, V 2007, "Studi karakterisasi sampah sebagai alternatif bahan baku dalam produksi etanol", Universitas Gadjja Mada, Yogyakarta.
- Lee, J., 1997, "Biological conversion of lignocellulosic biomass to ethanol", *Journal of Biotechnology*, vol. 56, pp. 1-24, Elsevier.
- Nurachman. Z.,2005,"Ubah Bio Massa jadi Bahan Bakar" dalam situs www.blog.lipi.go.id. Energi, artikel-artikel populer (akses 2 Mei 2008)
- Palmqvist. E., and Hagerdal. B. H., 2000, "*Fermentation of lignocellulosic hydrolysates. II: inhibition and detoxification*", *Bioresource Technology*, vol. 74, pp. 25-33, Elsevier.
- Perry. Perry's Chemical Engineers' Handbook. 1999. McGraw-Hill. Amerika
- Sivers, M., and Zacchi. G., 1996, "*Ethanol from Lignocellulosics: A Review of The Economy*", *Bioresource Technology*, vol. 56, pp. 131-140, Elseiver.
- Taherzadeh, M.J. and Karimi, K., 2007, "*Acid-Based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocelulosic Materials ; A Review*", *Bioresources* 2(3), p. 476.
- Taherzadeh, M. J., Eklund, R., Gustafsson, L., Niklasson, C., and Liden., G., 1997, "*Characterization and Fermentation of Dilute-Acid Hydrolyzates from Wood*", *Ind. Eng. Chem.Res.*, vol. 36, 4659-4665, American Chemical Society.
- Widodo, 2006, "*Perspektif Pengembangan Biofuel di Indonesia*",Indeni, www.yahoo.com 2006
- Sandhi Eko,2006,"*Sampah sebagai Sumber Daya*",Depertemen Teknik Lingkungan ITB, Bandung