

BIOKONVERSI SELULOSA DARI TONGKOL JAGUNG MENJADI ALKOHOL

Pujiani, Ishak Isa, Mangara Sihaloho

Jurusan Pendidikan Kimia. FMIPA. UNG

Jln. Jendral Sudirman No.6 Kota Gorontalo, KP 96128 ung.ac.id

ABSTRAK: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan alkohol yang dihasilkan pada selulosa biokonversi limbah tongkol jagung dengan pengaruh waktu fermentasi. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah hidrolisis, fermentasi, destilasi dan analisis dengan spektrofotometer inframerah. Alkohol yang dihasilkan pada hari 3 (2,08%), hari ke-5 (5,21%), hari ke 7 (5,21%), dan hari 9 (3,13%). Hasil spektraIR tidak menunjukkan bahwa sampel yang dihasilkan dari fermentasi adalah alkohol. Puncak muncul di $3.364,19\text{ cm}^{-1}$ dan wilayah $1.640,05\text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah penyerapan asam karboksilat. Kemungkinan terbentuknya asam karboksilat tersebut karena adanya bakteri/ mikroba lain seperti *Acetobakter aceti* yang masuk kedalam sampel yang kemudian mengubah alkohol tersebut menjadi asam karboksilat.

Kata kunci: Hidrolisis, Glukosa, Fermentasi, Selulosa, Biokonversi, Alkohol

ABSTRACT: The purpose of this study was to determine the alcohol content generated on cellulose bioconversion of waste corn cobs with the influence of fermentation time. In this study, the method used is hydrolysis, fermentation, distillation and analysis with Infrared spectrophotometer. The resulting alcohol levels on day 3 (2.08%), day 5 (5.21%), day 7 (5.21%), and day 9 (3.13%). Results do not indicate that the IR spectrum of the resulting sample of fermentation is alcohol. Peak appears at 3364.19 cm^{-1} region and 1640.05 cm^{-1} is the absorption area carboxylic acid. The possibility of the formation of the carboxylic acid due to other microbes such as *Acetobakter aceti* taken into the sample and then convert the alcohol into carboxylic acids.

Keywords: Hydrolysis, Glucose, Fermentation, Cellulose, Bioconversion, Alcohol

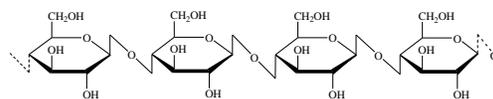
PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu produk yang banyak dihasilkan di Indonesia. Di Gorontalo tanaman ini dikenal dengan nama *Binthe*. Menurut BPIJ (2010), Pemerintah Provinsi Gorontalo menjadikan jagung sebagai komoditi unggulan disamping komoditi yang lainnya. Sebab prospek pengembangan jagung di daerah ini sangat potensial yang tersebar pada beberapa kabupaten/kota, seperti kabupaten Gorontalo, Kabupaten Boalemo dan Kabupaten Pohuwato. Di Provinsi Gorontalo jagung merupakan komoditi tanaman pangan yang memegang peranan penting dengan tingkat produksi yang tinggi.

Seiring dengan semakin meningkatnya produksi jagung, maka tidak dapat dipungkiri bahwa keberadaan limbah hasil pengolahan jagung juga akan semakin meningkat. Limbah yang dihasilkan diantaranya adalah tongkol jagung. Tongkol jagung yaitu bagian dari buah jagung yang sudah tidak mengandung biji. Sebagian besar masyarakat hanya menganggap tongkol jagung sebagai sampah atau sebagai pakan ternak yang tidak memiliki nilai tambah. Dari permasalahan inilah sehingga muncul pemikiran untuk memanfaatkan limbah tongkol jagung untuk diolah menjadi alkohol yang didukung dengan kandungan selulosa yang cukup banyak yang ada pada tongkol jagung tersebut. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk membuat alkohol dari tongkol jagung yaitu dengan cara hidrolisis – fermentasi – destilasi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar alkohol yang dihasilkan pada biokonversi selulosa dari limbah tongkol jagung dengan pengaruh waktu fermentasi.

Selulosa adalah polimer β -glukosa dengan ikatan β -1,4 diantara satuan glukosanya. Selulosa berfungsi sebagai bahan struktur dalam jaringan tumbuhan dalam bentuk campuran polimer homolog dan biasanya disertai polisakarida lain dan lignin dalam jumlah yang beragam. Molekul selulosa memanjang dan kaku, meskipun dalam larutan. Gugus hidroksil yang menonjol dari rantai dapat membentuk ikatan hidrogen dengan mudah, mengakibatkan kekristalan dalam batas tertentu (John dalam Sari, 2009). Struktur selulosa dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Struktur selulosa

Alkohol dapat diproduksi dengan cara fermentasi gula menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Alkohol dapat dibuat dari pati tongkol jagung yang telah diproses menjadi glukosa (Richana, 2007).

Hidrolisis adalah proses peruraian suatu senyawa oleh air. Proses tersebut dapat terjadi dalam suasana asam, basa, atau netral tergantung pada senyawa yang bereaksi serta karena enzim. Hidrolisis selulosa merupakan suatu proses yang dilakukan untuk menghasilkan glukosa. Ada dua cara yang digunakan untuk hidrolisis selulosa yaitu dalam suasana asam dan secara enzimatik. (Soeprijanto, 2008).

Prinsip dasar fermentasi adalah mengaktifkan kegiatan mikroba tertentu untuk tujuan mengubah sifat bahan, agar dapat dihasilkan sesuatu yang bermanfaat seperti alkohol/alkohol. Menurut Idris dkk (2012), Fermentasi alkohol atau alkoholisasi adalah proses perubahan gula menjadi alkohol dan CO₂ oleh mikroba, terutama oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Karbohidrat akan dipecah dahulu menjadi gula sederhana yaitu dengan hidrolisis pati menjadi unit-unit glukosa.

Spektrofotometer IR dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa. Parameter kualitatif pada spektrofotometer IR adalah bilangan gelombang dimana muncul akibat adanya serapan oleh gugus fungsi yang khas dari suatu senyawa. Namun jika hanya daerah gugus fungsi saja tidak digunakan untuk menganalisis identitas senyawa (Aprilia, 2012).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tongkol jagung, H₂SO₄ (0,1 M, 0,3 M, dan 0,5 M), Alkohol Standar, Ammonium Sulfat (ZA) 0,9 gr (sebagai nutrisi), Urea 0,48 gram (sebagai nutrisi), Aquadest, *Saccharomyces cerevisiae*, PDA (*Potato Dextrose Agar*), PDB (*Potato Dextrose Broth*), NaOH, reagen *luff schoorl*, H₂SO₄ 25%, indikator amilum, KI 10%, Na₂S₂O₃ 0,1 N.

Metode

Tahap Pra Penelitian

Perlakuan fisik terhadap tongkol jagung meliputi pencucian, pengeringan, penggilingan dan pengayaan. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan bahan-bahan yang terikat dalam tongkol seperti tanah dan kotoran lainnya. Pengeringan dilakukan dibawah sinar matahari selama 23 jam. Tujuan dari pengeringan yaitu untuk memudahkan dalam proses penggilingan

serat tongkol jagung, karena pada keadaan lembab tongkol jagung sukar untuk dihancurkan. Tahap penghancuran bertujuan untuk memperkecil ukuran tongkol jagung. Semakin kecil ukuran tongkol jagung maka akan semakin mudah untuk digiling/dihancurkan. Alat yang digunakan adalah gilingan jagung, tongkol yang sudah dihancurkan kemudian diayak dengan ukuran ± 40 mesh.

Tahap Penelitian

Pembiakan khamir dengan Media Cair

Pada tahap pembiakan mikroba, langkah-langkah yang dilakukan yaitu mengambil 100 mL dimasukkan kedalam gelas kimia. Kemudian ditambahkan PDB (*Potato Dextrose Broth*) sebagai media pertumbuhan mikroba sebanyak 2,4 g. Dipanaskan sambil diaduk setelah mendidih diangkat. Dimasukkan kedalam labu erlenmeyer, ditutup dengan kapas dan *aluminium foil* agar tidak ada bakteri lain yang masuk kedalam PDB. Setelah itu disterilisasi didalam *autoclave* hingga suhu 121 °C. Kemudian diangkat dan disimpan didalam lemari *Laminar Air Flow* hingga PDB (*Potato Dextrose Broth*) dingin. Setelah itu khamir murni dimasukkan kedalam erlenmeyer yang berisi PDB (*Potato Dextrose Broth*). Didiamkan di *shaker inkubator* selama 2 hari agar pertumbuhan bakteri merata (tidak mengendap).

Pembiakkan Khamir dengan Media Agar

Langkah-langkah yang dilakukan yaitu memasukkan 30 mL aquades kedalam gelas kimia. Ditambahkan PDA (*Potato Dextrose Agar*) sebanyak 1,08 g. Dipanaskan sambil diaduk setelah mendidih diangkat. Kemudian disiapkan 5 buah tabung reaksi. Kemudian memasukkan PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang telah mendidih ke dalam masing-masing tabung reaksi sebanyak 6 mL untuk setiap tabung. Setelah itu ditutup dengan kapas dan *aluminium foil*. Tabung dimiringkan. Setelah PDA (*Potato Dextrose Agar*) padat, gores dengan menggunakan jarum ose yang telah di celupkan kedalam PDB (*Potato Dextrose Broth*) yang telah dibiakan *Saccharomyces cerevisiae* selama 2 hari. *Saccharomyces cerevisiae* diinkubasi selama 7 hari.

Tahap Hidrolisis

Langkah awal yang dilakukan menimbang tepung tongkol jagung sebanyak 100 g. Kemudian dimasukan kedalam erlenmeyer 1.000 mL. Ditambahkan 1.000 mL larutan

H₂SO₄ dengan variasi konsentrasi 0,1 ; 0,3 M ; 0,5 M. Setelah itu dihidrolisis pada suhu 100°C selama 2 jam. Kemudian disaring untuk memisahkan filtrat dan residu.

Uji Kadar Glukosa

Langkah-langkah yang dilakukan yaitu mengambil 3 mL filtrat tepung tongkol jagung yang telah dihidrolisis. Kemudian diencerkan dengan 50 mL Aquades. Diambil 10 mL larutan. Ditambahkan 25 mL reagen *luff schoorl*, dimasukan batu didih. Setelah itu dipanaskan selama 2 menit, kemudian diangkat dan didinginkan. Kemudian ditambahkan 15 mL KI 30% dan 25 mL H₂SO₄ 25%. Setelah itu dititrasi dengan larutan Na₂S₂O₃ 0,1 N hingga terjadi perubahan warna menjadi cokelat muda. Ditambahkan 1 mL indikator amilum. Kemudian dititrasi kembali hingga larutan menjadi jernih. Dilakukan perlakuan yang sama pada blanko.

Tahap Fermentasi

Pada tahap ini, langkah-langkah yang dilakukan yaitu menambahkan 0,9 g Ammonium sulfat dan 0,48 g Urea sebagai nutrisi pada filtrat hasil hidrolisis yang memiliki kadar glukosa terbanyak dan mengatur pHnya 4-4,5. Kemudian menyiapkan 4 buah erlenmeyer. Pada masing-masing erlenmeyer masukkan 100 mL sampel. Setelah itu dimasukkan kedalam *autoclave* untuk disterilisi hingga suhu mencapai 121 °C. Kemudian diangkat dan didinginkan didalam lemari *Laminar Air Flow* selama 24 jam. Kemudian ditambahkan 2 ose *Saccharomyces cerevisiae* pada masing-masing tabung. Setelah itu sampel dimasukan kedalam inkubator selama variasi waktu yang telah ditentukan (3,5,7,dan 9 hari).

Tahap Destilasi

Pada tahap ini filtrat hasil fermentasi dengan variasi waktu tertentu dimasukkan kedalam labu leher tiga. Kemudian didestilasi pada suhu 78°C-80°C (suhu alkohol).

Pengukuran Kadar Alkohol menggunakan Alkoholmeter

Untuk mengukur kadar alkohol langkah awal yang dilakukan adalah mengukur kadar etanol standar. Kemudian mengukur alkohol hasil destilasi dengan cara memasukkan destilat

tersebut kedalam gelas ukur minimal 40 mL. Kemudian dimasukkan alkoholmeter kedalam gelas kimia. Didiamkan selama 5-10 menit. Dilihat skala yang terbaca pada alkoholmeter.

Analisis gugus OH alkohol dengan menggunakan spektrofotometer IR

Pada analisis menggunakan spektrofotometer infra merah ini beberapa langkah awal yang harus dilakukan yaitu menghidupkan alat spektrofotometer dan komputer kemudian ditunggu hingga komputer dan alat benar-benar siap untuk digunakan. Klik ganda pada aplikasi FTIR yang telah di instal pada komputer. Kemudian akan muncul beberapa menu pada jendela komputer dan diatur sesuai dengan pengaturan yang diharapkan. Setelah itu alkohol hasil destilasi dipipet dengan menggunakan pipet mikro ± 1 mL kemudian diteteskan diatas sampel holder (tempat sampel). Klik samplestart untuk memulai pengukuran. Ditunggu hingga diperoleh spektra. Hasil spektra kemudian diprint out.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Pra Penelitian (Preparasi Sampel)

Tongkol jagung yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 98 buah. Tepung tongkol jagung yang dihasilkan setelah pengolahan sebanyak 889,19 gr. Hasil pengolahan tongkol jagung menjadi tepung tongkol jagung dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tongkol jagung menjadi Tepung Tongkol jagung

Pengaruh Variasi Kosentrasi H_2SO_4 Pada Proses Hidrolisis terhadap Kadar Glukosa

Pada proses hidrolisis digunakan asam sulfat encer pada konsentrasi 0,1 M, 0,3 M, dan 0,5 M. Penggunaan asam sulfat dengan kosentrasi yang berbeda bertujuan untuk mencari kosentrasi yang tepat untuk menghasilkan gula yang tinggi dari substrat tongkol jagung. Waktu yang digunakan pada hidrolisis selama 120 menit dan dipertahankan pada suhu 100

°C. Menurut Idral dkk (2012) waktu hidrolisis yang baik adalah 120 menit, karena jika waktu hidrolisis terlalu lama maka glukosa akan terdegradasi dan bereaksi lebih lanjut membentuk asam format, sehingga menyebabkan kadar glukosa menurun. Menurut Feneiet, . at al dalam Anieto (2010), bahwa waktu hidrolisis selama 120 menit merupakan waktu yang optimum dalam menghasilkan glukosa terbanyak. Pada dasarnya prinsip hidrolisis adalah memutuskan rantai polimer bahan menjadi unit-unit monomer yang lebih sederhana dengan bantuan katalis. Pada penelitian ini proses pemutusan rantai (hidrolisis) tersebut dilakukan secara kimiawi yaitu dengan menggunakan larutan H₂SO₄. Fungsi H₂SO₄ pada proses hidrolisis ini adalah sebagai katalis. Menurut Balat, . at al (2008), pada proses hidrolisis H₂SO₄ akan bereaksi membentuk gugus H⁺ dan SO₄⁻. Gugus H⁺ memecah ikatan glikosidik pada selulosa maupun hemiselulosa, sehingga akan terbentuk monomer-monomer gula sederhana. Monomer yang dihasilkan masih dalam gugus radikal bebas, tapi dengan adanya OH⁻ dari air akan berikatan dengan gugus radikal membentuk gugus glukosa. Pada proses ini air berfungsi sebagai penstabil gugus radikal bebas. Semakin banyak air yang terkandung dalam larutan asam, maka semakin banyak juga yang menyetabilkan gugus radikal, sehingga glukosa-glukosa yang terbentuk akan semakin banyak. Begitu juga sebaliknya semakin tinggi konsentrasi asam, maka semakin sedikit kandungan air yang mengakibatkan glukosa yang terbentuk juga akan semakin sedikit. Keuntungan dari hidrolisis asam ini yaitu reaksi lebih cepat, bisa menghasilkan glukosa yang lebih banyak, serta biaya lebih murah dibandingkan dengan penggunaan enzim.

Pengukuran kadar glukosa dilakukan dengan menggunakan metode *Luff Schoorl*. Tujuan pengukuran kadar glukosa yaitu untuk mengetahui persentase glukosa pada masing-masing sampel. Pengukuran kadar glukosa dengan metode *Luff Schoorl* ini dihitung dengan rumus

$$\text{Kadarglukosa} = \frac{\text{mg glukosa} \times \text{faktor pengenceran}}{\text{Berat sampel} \times 1000} \times 100\%$$

Hasil perhitungan dengan menggunakan luff schoorl menunjukkan bahwa kadar glukosa paling banyak terdapat pada hidrolisis dengan menggunakan larutan 0,3 M sehingga hasil hidrolisis dengan menggunakan larutan H₂SO₄ 0,3 M inilah yang paling bagus digunakan untuk proses fermentasi. Semakin banyak kadar glukosa yang terkandung dalam sampel maka semakin banyak pula alkohol yang akan dihasilkan pada saat fermentasi.

Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol dan Jumlah *Saccharomyces cerevisiae*

Proses fermentasi dilakukan dengan variasi waktu 3, 5, 7, dan 9 hari. Tujuan dari variasi waktu fermentasi ini yaitu untuk mengetahui banyaknya kadar alkohol dan banyaknya jumlah mikroba yang tumbuh pada variasi hari tersebut.

Hasil perhitungan kadar alkohol dapat dilihat pada tabel 1.

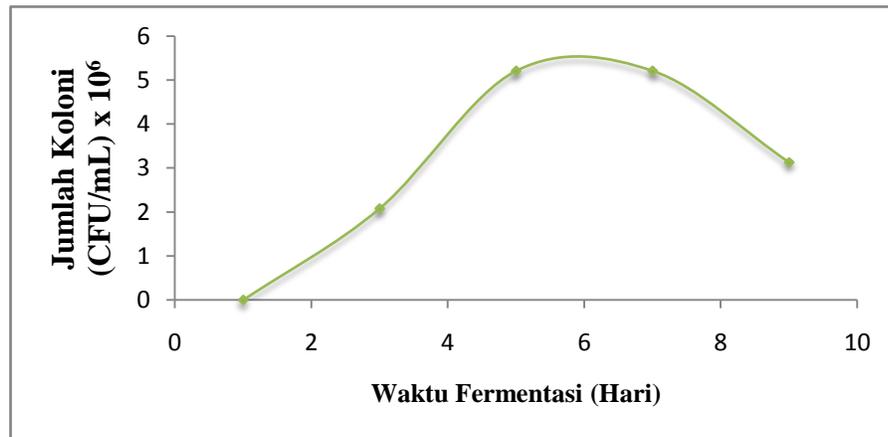
Tabel 1. Kadar Alkohol

Waktu fermentasi (Hari)	Kadar alkohol (%)
3	2,08
5	5,21
7	5,21
9	3,13

Pada tabel 1 menunjukkan bahwa pada fermentasi hari ke 5 dan ke 7 kadar alkohol yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan fermentasi hari ke 3 dan ke 9. Lama waktu fermentasi pada proses produksi alkohol sangat mempengaruhi kadar alkohol yang dihasilkan. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi alkohol yang dihasilkan. Namun, yang demikian itu juga tergantung dari banyaknya glukosa dalam sampel yang akan dikonversi oleh mikroba. Pada fermentasi hari ke 9 kadar alkohol yang dihasilkan menurun disebabkan karena nutrisi pada medium sudah mulai berkurang sehingga mikroba mengubah alkohol menjadi asam asetat yang mengakibatkan penurunan kadar alkohol.

Waktu fermentasi juga dapat mempengaruhi jumlah mikroba yang tumbuh. Banyaknya mikroba yang tumbuh dapat dihitung dengan menggunakan alat *colony counter*. Pada saat fermentasi hari ke 3 mikroba yang tumbuh hanya sedikit ($1,9 \times 10^6$ CFU/mL) dikarenakan *Saccharomyces cerevisiae* masih dalam fase lag. Fase lag merupakan fase dimana mikroba masih beradaptasi untuk tumbuh dan menyesuaikan diri. Pada fermentasi 5 hari ($2,8 \times 10^6$ CFU/mL) dan 7 hari ($3,0 \times 10^6$ CFU/mL) jumlah mikroba sudah semakin banyak. Menurut Idris (2012) glukosa di dalam media masih banyak sehingga proses pembelahan dan aktivitas fermentasi sel *Saccharomyces cerevisiae* berjalan dengan baik dan alkohol yang dihasilkan juga banyak. Pada saat fermentasi 9 hari ($1,2 \times 10^6$ CFU/mL) mikroba sudah mulai berkurang karena banyak yang mati, hal ini disebabkan karena ketersediaan nutrisi pada medium sudah mulai berkurang

sehingga mikroba mengubah alkohol menjadi asam asetat yang mengakibatkan penurunan kadar alkohol. Glukosa dan ketersediaan nutrisi didalam media sudah hampir habis sehingga proses pembelahan dan aktivitas fermentasi sel *Saccharomyces cerevisiae* terhambat yang akibatnya alkohol yang dihasilkan sedikit (Idral dkk, 2012). Banyaknya mikroba pada saat fermentasi dapat dilihat pada grafik 1.



Grafik 1. Pengaruh waktu fermentasi terhadap jumlah koloni (*Saccharomyces cerevisiae*)

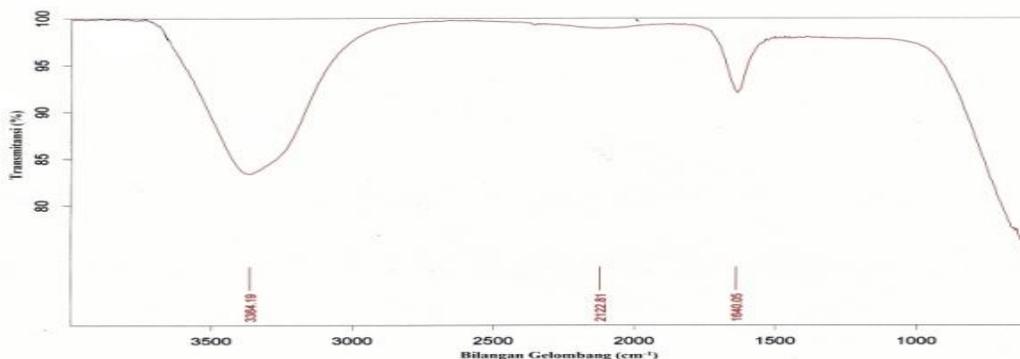
Proses Destilasi

Alkohol yang dihasilkan melalui proses fermentasi masih bercampur secara homogen dengan air. Oleh sebab itu, dilakukan proses destilasi. Proses destilasi didasarkan perbedaan titik didih air (100°C) dan titik didih alkohol (78°C), sehingga yang akan menguap terlebih dahulu adalah alkohol. Dengan menjaga suhu 78°C pada saat destilasi maka hanya komponen alkohol saja yang akan menguap. Sehingga destilat yang dihasilkan adalah alkohol. Setelah didestilasi, destilat diukur dengan menggunakan alkoholmeter. Sebelum dilakukan pengukuran pada sampel sebaiknya alkoholmeter dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan alkohol absolut/ alkohol standar. Tujuan kalibrasi ini yaitu untuk memastikan alat tersebut layak atau tidaknya untuk digunakan. Selain itu, persen kadar alkohol standar yang terbaca oleh alkoholmeter nantinya digunakan dalam perhitungan faktor koreksi. Masing-masing kadar alkohol pada sampel yang terukur dengan alkoholmeter yaitu pada fermentasi hari ke 3 (2%), hari ke 5 dan ke 7 (5%), dan pada hari ke 9 (3%).

Hasil Analisis Alkohol menggunakan Spektrofotometer Infra Red (IR)

Spektra IR untuk alkohol secara umum teridentifikasi dengan adanya puncak serapan OH pada daerah $3500-3300\text{ cm}^{-1}$ dan diperkuat dengan serapan C-O pada daerah serapan sekitar $1300-1000\text{ cm}^{-1}$ (Febriyanto, 2012). Hasil analisis dengan menggunakan spektrofotometer IR pada sampel yang dihasilkan dari fermentasi dapat ditunjukkan pada gambar 3.

Spektra di atas tidak menunjukkan bahwa sampel yang dihasilkan dari fermentasi adalah alkohol. Karena puncak yang muncul hanya pada daerah $3364,19\text{ cm}^{-1}$ dan $1640,05\text{ cm}^{-1}$. Daerah $3364,19\text{ cm}^{-1}$ memang menunjukkan adanya gugus O-H, namun gugus O-H tersebut bukan milik alkohol karena tidak diperkuat oleh gugus C-O dengan daerah serapan $1300-1000\text{ cm}^{-1}$. Ginting (2012) menjelaskan bahwa pada daerah $3500-3300\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan O-H untuk asam karboksilat. Supratman (2008) juga menyatakan bahwa pada asam karboksilat menunjukkan serapan pita yang sangat khas yaitu pada daerah sekitar 3330 cm^{-1} . Puncak serapan pada daerah $1640,05\text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah serapan gugus karbonil (C=O). Seperti yang dikemukakan oleh Febriyanto (2012), pada daerah serapan $1820-1600\text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah serapan gugus karbonil (C=O) yang puncaknya tajam dan sangat karakteristik. Supratman (2008) juga menyatakan bahwa pita kuat gugus karbonil (C=O) dijumpai pada daerah $1640-1820\text{ cm}^{-1}$ ($5,5-6,1\text{ }\mu\text{m}$) sehingga kesimpulan dari hasil spektra IR dan beberapa uraian di atas yaitu sampel hasil fermentasi adalah asam karboksilat. Kemungkinan terbentuknya asam karboksilat tersebut karena adanya bakteri/ mikroba lain seperti *Acetobacter aceti* yang masuk kedalam sampel yang kemudian mengubah alkohol tersebut menjadi asam karboksilat. Masuknya bakteri ini disebabkan oleh lamanya waktu penyimpanan alkohol ± 7 hari setelah proses destilasi. Menurut Raudah dkk (2011) diudara terbuka terdapat bakteri *Acetobacter* yang dapat mengubah alkohol (alkohol) menjadi asam karboksilat. Kwartiningsih dan Mulyati (2005) juga menyatakan bahwa fermentasi perubahan alkohol menjadi asam karboksilat dengan bantuan bakteri *Acetobacter aceti*.



Gambar 3. Daerah Serapan dari Spektrum IR sampel hasil fermentasi 5 hari

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan uraian pembahasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kadar glukosa terbanyak terdapat pada sampel yang dihidrolisis menggunakan H_2SO_4 0,3 M yaitu 0,161%.
2. Kadar alkohol terbanyak dihasilkan pada fermentasi hari ke 5 dan fermentasi hari ke 7.
3. Kadar alkohol yang dihasilkan pada fermentasi hari ke 3 (2,08%), fermentasi hari ke 5 (5,21%), fermentasi hari ke 7 (5,21%), dan fermentasi hari ke 9 (3,13%).

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, agar kadar alkohol yang dihasilkan lebih banyak disarankan pada saat melakukan fermentasi suhu pada inkubator lebih rendah dan bisa dicoba juga dengan menggunakan alat destilasi bertingkat pada saat proses destilasi. Jika ingin melakukan analisis menggunakan IR, alkohol hasil destilasi sebaiknya langsung diuji IR pada hari itu juga agar tidak terkonversi menjadi asam karboksilat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryaningrum. 2011. Kandungan kimia jagung dan manfaatnya bagi kesehatan. (online) <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/tmp/artikel-ppm-jagung2.doc> diakses 27 juni 2013 pukul 11:46
- BPIJ. 2010. Teknik Pengembangan Budidaya Jagung Gorontalo (Binthe Biluhuta). (online) <http://cybex.deptan.go.id/lokalita/binthe-biluhuta-jagung-gorontalo> diakses 18 februari 2013
- Dewati, Retno. 2008. Limbah Kulit Pisang Kepok sebagai Bahan Baku Pembuatan Ethanol. Skripsi. UPN "Veteran" Jatim: Surabaya
- Fessenden dan Fessenden. (1997). *Kimia Organik edisi ketiga*. PT Erlangga : Jakarta.
- Ginting, Inggrit. 2012. Spektroskopi IR. (online) <http://ingreat.blogspot.com/2012/06/spektroskopi-ir.html> diakses 17 juli 2013 pukul 4:43
- Idral, Salim, Mardiyah. (2012). *Pembuatan alkohol dari Ampas Sagu dengan Proses Hidrolisis Asam dan Menggunakan Saccharomyces cerevisiae*. Jurnal Kimia Unand, Volume 1 (No. 1).

- Ikmawati. 2011. Variasi Penambahan Ragi Pada Pembuatan Alkohol dari Kulit Umbi Kayu (*Monihot esculenta*) secara fermentasi. Skripsi. Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo: Gorontalo
- Kwartiningsih, Mulyati. 2005. Fermentasi sari buah nanas menjadi vinegar. *EKUILIBRIUM* Vol.4 (No.1) Hal: 2
- Raudah, Ernawati. 2012. *Pemanfaatan kulit kopi arabika dari proses pulping untuk pembuatan alkohol. Jurnal reaksi (Jurnal of science and Technology) Vol 1 (No.21)*
- Richana, Suwarni. (2007). *Teknologi Pengolahan Jagung*. (Online) <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/bppi/lengkap/bpp10249.pdf> diakses 22 februari 2013 pukul 17:00
- Sari, Ketut. (2009). *Produksi Alkohol dari Rumput Gajah Secara Kimia*. Jurnal Teknik Kimia Vol.4 (No.1).
- Soebagio. (2003). *Kimia Analitik II*. JICA : Malang.
- Soeprijanto. (2010). Biokonversi lignoselulosa dari residu limbah pertanian menjadi biofuel melalui hidrolisis enzim dan fermentasi. Pidato Pengukuhan untuk Jabatan Guru Besar. Kementrian Pendidikan Nasioanal Institut Teknologi Sepuluh November: Surabaya
- Soeprijanto. (2008). *Biokonversi Selulose dari Limbah Tongkol Jagung Menjadi Glukosa Menggunakan Jamur Aspergillus Niger*. Jurnal Purifikasi Vol. 9 (No . 2).
- Supratman, Unang. 2008. Elusidasi Struktur Senyawa Organik. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran. Jatinangor
- Sudarmaji, Haryono, Suhardi.1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty Yogyakarta Bekerja Sama dengan Pusat Antar universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta
- Thayib, Amar. 1989. *Petunjuk Praktikum Mikrobiologi Pengolahan*. Laboratorium Mikrobiologi Pengolahan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Teknologi Indonesi: Serpong
- Thenawijaya, Maggy. (1982). *Lehninger Dasar-dasar Biokimia Jilid 1*. Erlangga: Jakarta.
- Thenawijaya, Maggy. (1982). *Lehninger Dasar-dasar Biokimia Jilid 2*. Erlangga: Jakarta.
- Zuklfikar. (2010). *Destilasi*. (Online) http://www.Chem-is-try.org/materi_kimia/kimia-kesehatan/pemisahan-kimia-dan-analisis/destilasi/ diakses 22 februari 2013 pukul 21:05