



---

## Potensi Limbah Kulit Durian Sebagai Bahan Baku Pembuatan Energi Alternatif

Dwi Ana A, Harun Pampang dan Lois Yunita  
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, ITN Malang  
Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2 Malang 65145  
e-mail: [anggoro\\_dwiana@yahoo.com](mailto:anggoro_dwiana@yahoo.com)

### ABSTRAK

Bioetanol dapat diolah dari berbagai jenis tanaman berpati (ubikayu, jagung, sorgum biji, sagu), tanaman bergula (tebu, sorgum manis, bit) serta selulosa (jerami, serbuk kayu sisa penggergajian kayu, ampas tebu, kulit biji kacang kedelai). Selulosa merupakan penyusun utama sel tumbuh-tumbuhan dan merupakan senyawa organik yang melimpah di bumi. Bahan berselulosa yang bukan termasuk bahan pangan bisa digunakan sebagai bahan baku bioetanol. Salah satunya adalah limbah kulit durian. Penelitian ini bertujuan Memanfaatkan limbah kulit durian sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dan mengetahui jenis dan konsentrasi asam yang digunakan pada proses hidrolisis sehingga didapatkan kadar etanol terbaik. Variabel yang digunakan dalam penelitian antara lain : jenis asam yaitu Asam sulfat dan asam klorida, waktu fermentasi : 4, 5, 6, 7, dan 8 hari serta konsentrasi asam yaitu: 10, 15, 20, 25 dan 30%. Hasil Terbaik Hidrolisis selulosa menggunakan HCl lebih maksimal daripada H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi HCl terbaik yaitu 20 % sedangkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25%, sedangkan waktu Fermentasi terbaik diperoleh pada hari ke-6 dengan kadar etanol sebesar 3.38075%

**Kata Kunci:** bioetanol, kulit durian, limbah

### Pendahuluan

Salah satu sumber energi alternatif untuk mengatasi krisis atau ketergantungan terhadap bahan bakar minyak maupun untuk mengurangi dampak terhadap lingkungan yaitu bioetanol. Bioetanol dapat diolah dari berbagai jenis tanaman berpati (ubikayu, jagung, sorgum biji, sagu), tanaman bergula (tebu, sorgum manis, bit) serta selulosa (jerami, serbuk kayu sisa penggergajian kayu, ampas tebu, kulit biji kacang kedelai). Selulosa merupakan penyusun utama sel tumbuh-tumbuhan dan merupakan senyawa organik yang melimpah di bumi (Hambali, 2008). Bioetanol memiliki beberapa kelebihan dibandingkan energi alternatif lainnya. Etanol memiliki kandungan oksigen yang tinggi (35%) sehingga terbakar lebih sempurna, bernilai oktan lebih tinggi (118), dan ramah lingkungan karena mengandung emisi gas CO lebih rendah 19-25% (Indartono Y., 2005). Disamping itu substrat untuk produksi bioethanol cukup melimpah di Indonesia. Produk ini diharapkan nantinya bisa menggantikan bahan bakar minyak kendaraan dan mesin industri.

Beberapa penelitian tentang BBN telah dilakukan, misalnya biodiesel dari minyak sawit dan jarak pagar, bioetanol dari singkong dan tetes tebu. Hasil yang diperoleh juga sudah mampu menyumbangkan solusi bagi masalah kelangkaan minyak. Namun, keberadaan BBN juga menimbulkan beberapa masalah, seperti penebangan hutan untuk penanaman tumbuhan penghasil biodiesel, kenaikan harga bahan pangan seperti singkong akibat naiknya nilai jual. Permasalahan tersebut menimbulkan pemikiran-pemikiran baru untuk menggunakan bahan berselulosa yang bukan termasuk bahan pangan sebagai bahan baku bioetanol. Salah satunya adalah limbah kulit durian.



Gambar 1. Kulit buah durian

Tanaman durian (*Durio zibethinus Murray*) dikenal sebagai buah tropis basah asli Indonesia. Tanaman durian merupakan buah asli Indonesia yang menempati posisi ke-4 buah nasional dengan produksi yang tidak merata sepanjang tahun, lebih kurang 700 ribu ton per tahun. Bagian buah yang dapat dimakan (persentase bobot daging buah) tergolong rendah yaitu hanya 20,52%. Hal ini berarti ada sekitar 79,48% yang merupakan bagian yang tidak dimanfaatkan untuk dikonsumsi seperti kulit dan biji durian (Chaerul Novita, 2013). Sehingga, dapat diperkirakan limbah yang dihasilkan sekitar 556.360 ton per tahun. Dan kulit durian mempunyai komposisi kimia sebagai berikut.

Tabel 1. Komposisi Kimia Kulit Durian

Senyawa	Persentase (%)
Hemiselulosa	13,09
Selulosa	60,45
Lignin	15,45
Abu	4,35

Sumber: Jana L. dkk., 2010

Dari hasil penelitian yang ada, kulit durian dimanfaatkan dalam bentuk ekstrak kulit durian digunakan sebagai bahan pengusir nyamuk atau lalat, pengental dalam makanan pencegah kanker, dan sebagai bahan campuran dalam pembuatan material industri.

Pada proses pengolahan limbah kulit durian menjadi bioetanol sebagai bahan bakar nabati dengan variasi konsentrasi asam dan waktu fermentasi, mengacu pada penelitian Pratiwi, dkk., 2010 tentang pemanfaatan limbah kulit buah cokelat sebagai bioethanol. Dengan suhu fermentasi 30°C pH 4,5 volume fermentasi 200 mL, starter 10 %. Diperoleh hasil glukosa terbaik pada hidrolisis 25,5%, berat kulit cokelat 25 gr. Kondisi terbaik fermentasi 6 hari menghasilkan etanol 10,9% dan kadar glukosa sisa 1,05%. Berikutnya penelitian Nana Dyah, dkk., 2010 mengenai pembuatan Bioetanol dari limbah kulit kopi dengan proses fermentasi, menggunakan HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada proses hidrolisis, kondisi terbaik konsentrasi HCl 20% suhu 100°C selama 4 jam dengan berat kulit kopi 100 gr menghasilkan kadar glukosa 10,04% dan kondisi terbaik fermentasi dengan volume 500 mL starter 11% yaitu selama 7 hari menghasilkan etanol dengan kadar 9,04%. Dan penelitian mengenai Pembuatan ethanol dari sabut buah siwalan dengan proses hidrolisis fermentasi, oleh Bambang Wahyudi, 2002 dengan menggunakan treatment NaOH 10% dengan perbandingan 1:4(g/mL) dan dipanaskan 100°C selama 2 jam menghasilkan selulosa dari 5,94% menjadi 87,69% dan fermentasi 240 jam menghasilkan etanol dengan kadar 11,09%. Berikutnya penelitian Unhasirikul M, et al., 2012 tentang *Reducing sugar production from durian peel by hydrochloric acid hydrolysis*. Menggunakan treatment awal yaitu, kulit durian dicuci dan dipotong 1-2 cm dan dikeringkan dengan oven 60°C sampai berat konstan kemudian diblender. Diperoleh hidrolisis terbaik pada konsentrasi HCl 2% selama 45 menit menghasilkan glukosa 17,86 g/L.

Tujuan Penelitian ini antara lain :

1. Memanfaatkan limbah kulit durian sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.
2. Mengetahui jenis dan konsentrasi asam yang digunakan pada proses hidrolisis.
3. Mengetahui waktu fermentasi yang optimal
4. Mendapatkan kadar etanol terbaik dari kombinasi variabel penelitian.

### Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioenergi ITN Malang, dengan variabel tetap sebagai berikut:

Berat kulit durian 100 gram, volume air yang ditambahkan 1000 mL, konsentrasi NaOH 10%, waktu pemanasan pretreatment kimia 2 jam, suhu pemanasan pretreatment kimia 100°C, waktu hidrolisis 4 jam, suhu hidrolisis 100°C, suhu fermentasi 30 °C, pH fermentasi 4,5, starter 10%, volume fermentasi: 200 mL, ayakan 50 mesh, jenis mikroorganisme *Saccaromycess cereviceae*

Dan variabel berubahnya antara lain:

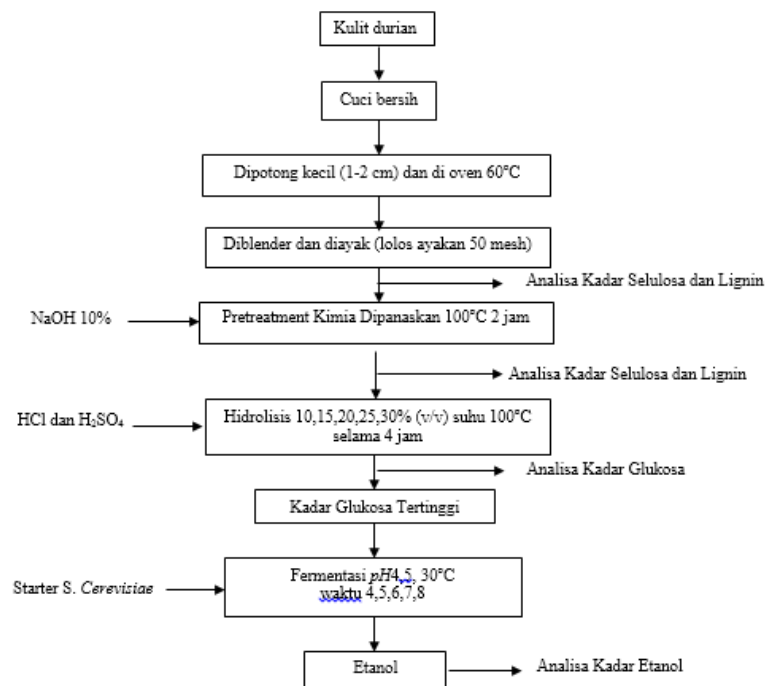
- Jenis Asam : Asam sulfat dan asam klorida
- Waktu fermentasi : 4, 5, 6, 7, dan 8 hari
- Konsentrasi asam : 10, 15, 20, 25, 30%

### Alat dan Bahan

Berikut alat-alat yang digunakan : *Autoclave* , Batang pengaduk, *Beakerglass*, Blender, Botol aquadest, Botol sampel, Cawan porselin, *Erlenmeyer*, Gas LPG, Gelas arloji, *Incubator*, Kompor, Labu leher tiga, Labu ukur, *Magnetic stirrer*, Mortar-stemplar, Oven, Panci, *pH meter*, Pipet tetes, Pisau, *Reflux* Termometer, Timbangan Digital, *Water bath*

Sedangkan Bahan – bahan yang digunakan antara lain : *Aquadest*, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, Kulit durian, NaOH, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, *Saccaromycess cereviceae*

### Prosedur Penelitian :



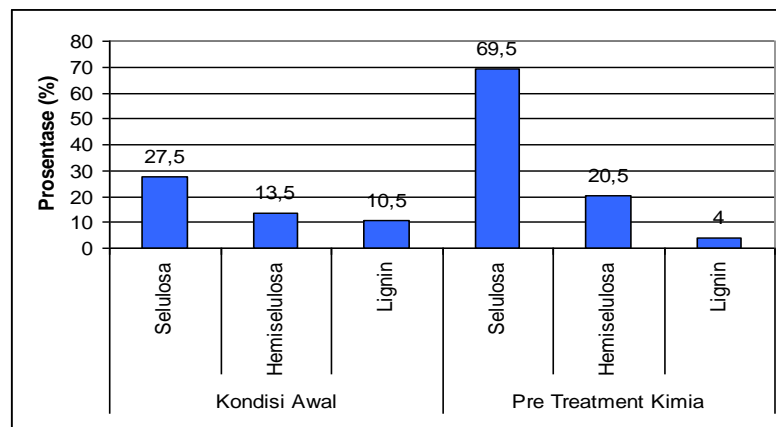
Gambar 2. Diagram Alir Proses Pembuatan Bioethanol dari Limbah Kulit Durian

## Hasil dan Pembahasan

### Pengaruh Pre Treatment Kimia Terhadap Kandungan Selulosa, Hemiselulosa dan Lignin pada Kulit Durian

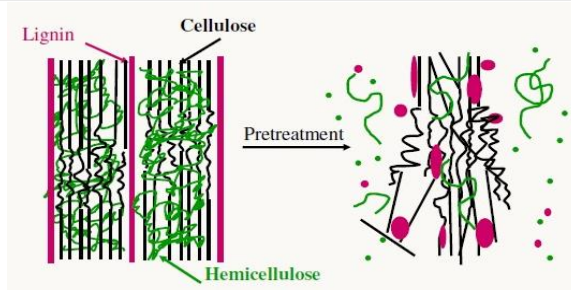
Selulosa secara alami diikat oleh hemiselulosa dan dilindungi oleh lignin. Adanya senyawa pengikat lignin inilah yang menyebabkan bahan-bahan lignoselulosa sulit dihidrolisa (Badger dkk., 2002). Oleh sebab itu, proses *pre-treatment* merupakan tahapan proses yang sangat penting yang dapat mempengaruhi jumlah yield ethanol. Proses *pre-treatment* dilakukan untuk mengkondisikan bahan-bahan lignoselulosa baik dari segi struktur dan ukuran dengan memecah dan menghilangkan kandungan lignin (sun dan cheng, 2002).

Setelah dilakukan proses Lignifikasi menggunakan NaOH 10% dengan perbandingan bahan dan larutan NaOH sebesar 1:4 (b/v) untuk 100 gram kulit durian, dan berdasarkan hasil analisa lignin, selulosa dan hemiselulosa sebelum dan sesudah treatment kimia dengan menggunakan metode Chesson didapatkan grafik pengaruh *pre-treatment* kimia terhadap kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin sebagai berikut.

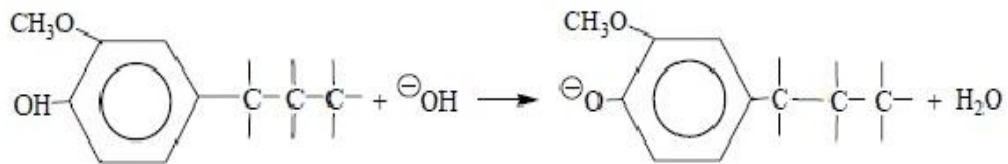


**Gambar 3.** Grafik Pengaruh Pre-Treatment Kimia Terhadap Kandungan Selulosa, Hemiselulosa Dan Lignin

Berdasarkan gambar 3 dapat diketahui bahwa kandungan lignin pada kulit durian setelah pretreatment kimia berkurang dari 10.5% menjadi 4% dan kandungan hemiselulosa dan selulosa bertambah dari 14% menjadi 20.5% sedangkan kandungan selulosanya dari 27.5 % menjadi 69.5%. Hal ini disebabkan karena adanya senyawa lignin yang melindungi lapisan selulosa dan hemiselulosa telah rusak sehingga pada saat dilakukan analisa, kadar lignin berkurang dan kadar selulosa dan hemiselulosa bertambah. Dengan adanya NaOH dapat mendegradasi ikatan lignin yang terdapat pada kulit durian. Penambahan basa akan menyebabkan tingginya konsentrasi ion hidroksil dalam larutan pemasak sehingga mempercepat pemutusan pada ikatan intra molekul lignin saat pretreatment dan mempercepat delignifikasi. Selama berlangsungnya proses pemasakan dengan larutan NaOH, polimer lignin akan terdegradasi dan kemudian larut dalam larutan pemasak. Larutnya lignin ini disebabkan oleh terjadinya transfer ion hydrogen dari gugus hidroksil pada lignin ke ion hidroksil seperti terlihat pada gambar 5. Dimana, pada saat dilakukan treatment kimia, komponen selulosa dan hemiselulosa didapatkan sebagai residu yang digunakan sebagai bahan untuk proses analisa sedangkan lignin didapatkan sebagai filtrat yang terbuang. Sehingga didapatkan komponen selulosa dan hemiselulosa yang meningkat dari kondisi sebelum treatment kimia. Menurut sun Cheng, 2002, proses perusakan lignin ditunjukkan seperti pada gambar 4.



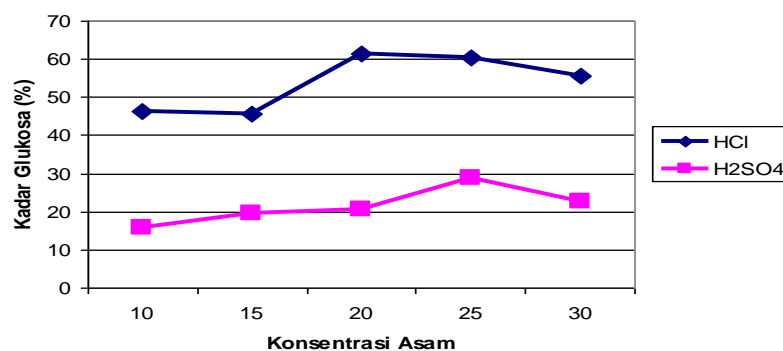
**Gambar 4.** Proses perusakan Lignin (sun Cheng, 2002)



**Gambar 5.** Reaksi Lignin dengan gugus hidroksil dari NaOH pada Proses Delignifikasi

### Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Asam pada Proses Hidrolisis terhadap Kadar Glukosa

Proses hidrolisis dilakukan menggunakan kulit durian yang telah ditreatment kimia menggunakan NaOH 10% dengan suhu hidrolisis 100°C dan volume 1000mL selama 4 jam. Hasil hidrolisis dianalisa kadar glukosanya menggunakan *Spektrofotometer UV-Vis*, sehingga diperoleh grafik pengaruh jenis dan konsentrasi asam pada proses hidrolisis terhadap kadar glukosa sebagai berikut.



**Gambar 6.** Grafik Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Asam terhadap Kadar Glukosa pada Proses Hidrolisis

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa kadar glukosa tertinggi yang diperoleh dari proses hidrolisis dengan menggunakan HCl konsentrasi 20% menghasilkan 61.4273% glukosa. dan menunjukkan bahwa kadar glukosa meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam dimana konsentrasi optimum hidrolisis untuk HCl yaitu konsentrasi 20% dan untuk H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada konsentrasi 25%. Semakin tinggi konsentrasi asam menyebabkan selulosa dan hemiselulosa lebih mudah terdegradasi menjadi glukosa dan senyawa gula lainnya, terlebih lagi waktu kontak yang lebih lama. Namun seiring dengan tingginya konsentrasi asam dan waktu reaksi, inhibitor yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini mengindikasikan bahwa dengan konsentrasi asam

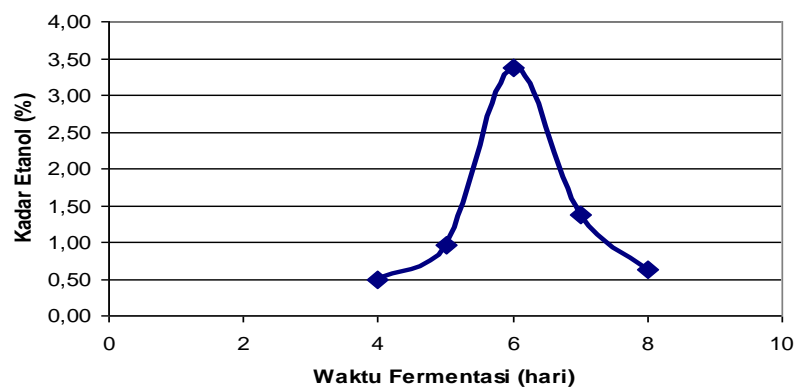
yang tinggi, glukosa dan senyawa gula lainnya akan lebih banyak terdegradasi membentuk HMF dan furfural (Palmvist and Hahn-Hagerdal, 2000).

Pada konsentrasi HCl 25% dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 30% kadar glukosa yang dihasilkan menurun. Hal ini disebabkan terjadi reaksi continue dari selulosa sehingga sebagian glukosa yang terbentuk langsung dikonversi menjadi senyawa furfural mengakibatkan kadar glukosa yang dihasilkan menurun (Graf dan Koehler, 2000). Selain itu hidrolisis dengan asam klorida menghasilkan kadar glukosa yang lebih besar dari asam sulfat, salah satu contohnya yaitu hidrolisis menggunakan HCl 20% menghasilkan kadar glukosa sebesar 61.4273% sedangkan hidrolisis dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25% menghasilkan kadar glukosa sebesar 28.9546%. Hal ini disebabkan karena H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memecah struktur hemiselulosa dan selulosa secara acak menjadi xylose, mannose, galaktosa dan glukosa sedangkan HCl hanya memecah struktur Selulosa (Graf dan Koehler, 2000).

### Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Etanol yang Dhasilkan

Proses fermentasi merupakan suatu proses pemecahan senyawa kompleks menjadi senyawa yang sederhana. Dalam Proses mikrobiologi, fermentasi dilakukan oleh mikroba yang menghasilkan atau mempunyai enzim yang sesuai dengan proses tersebut.

Kadar glukosa tertinggi yang didapatkan pada proses hidrolisis, digunakan sebagai bahan untuk fermentasi selama delapan hari dengan volume fermentasi 3000 mL, suhu 30°C dan starter 1%, maka berdasarkan data hasil analisa etanol menggunakan gas Chromatography (GC) didapatkan grafik hubungan antara lama fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan pada proses Fementasi.sebagai berikut :



**Gambar 7.** Grafik hubungan antara Lama Fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan pada proses Fementasi

Setelah dilakukan analisa kadar etanol dengan menggunakan Gas Chromatography (GC), kadar etanol terbesar yaitu 3,38075% pada fermentasi hari ke-6, dimana proses fermentasi dilakukan pada kondisi anaerob. Hal ini disebabkan pada waktu fermentasi hari ke-6 merupakan titik optimum dari *Saccharomyces cerevisiae* dalam mengkonversi glukosa menjadi etanol, selain itu antara hari ke-5 dan hari ke-6 juga merupakan fase eksponensial *Saccharomyces cerevisiae*. Fase eksponensial merupakan fase pembentukan produk etanol yang terbesar. Pada fase ini ditandai dengan terjadinya periode pertumbuhan yang cepat. Setiap sel dalam populasi membelah menjadi dua sel dimana laju pertumbuhan sel sebanding dengan konsentrasi substratnya. Variasi pertumbuhan pada fase eksponensial sangat dipengaruhi oleh kadar nutrient dalam media, suhu inkubasi dan kondisi pH. Sedangkan pada fermentasi hari ke-





4 didapatkan kadar etanol yaitu 0,49819 dan hari ke-5 yaitu 0,95634%, terlihat bahwa selisih kenaikan jumlah etanol yang dihasilkan masih kecil, hal ini menunjukkan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* masih dalam tahap pertumbuhan lambat atau fase lagdimana jumlah sel bertambah sangat sedikit sehingga glukosa yang diubah menjadi etanol masih sedikit. Pada fermentasi hari ke-7 dan hari ke-8 kadar etanol yang dihasilkan cenderung turun seiring dengan bertambahnya waktu, hal ini disebabkan perkembangan *Saccharomyces cerevisiae* memasuki death phase sehingga jumlah mikroba yang tumbuh semakin melambat mengakibatkan tidak adanya pembelahan sel lagi. Hal tersebut disebabkan kadar glukosa dan nutrient yang semakin berkurang sehingga mengakibatkan kadar etanol berkurang. Kadar etanol yang didapatkan dari penelitian ini belum maksimal, hal ini kemungkinan disebabkan karena hasil hidrolisis mengandung senyawa hydroxymethylfurfural (HMF), furfural yang bersifat toxic bagi *Saccharomyces cerevisiae* (Taherzadeh et al, 2000). Sehingga menghambat pertumbuhan dan perkembangan *Saccharomyces cerevisiae* dalam memproduksi enzim yang bisa mengkonversi glukosa menjadi etanol. Hal ini ditandai dengan adanya glukosa sisa hasil fermentasi yaitu 11,7164%.

Untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal sebaiknya konsentrasi asam yang digunakan lebih rendah untuk mencegah terbentuknya HMF. Menurut Palmqvist and Hahn-Hagerdal (2000), hidrolisis menggunakan konsentrasi asam berkisar 2-5% didapatkan adanya peningkatan terbentuknya hidroksi-metilfurfural dan furfural mencapai 17,64%.

### Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan data-data penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. Limbah Kulit durian dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol
2. Hidrolisis selulosa menggunakan HCl lebih maksimal daripada H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi HCl terbaik yaitu 20 % sedangkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25%
3. Waktu Fermentasi terbaik diperoleh pada hari ke-6
4. Kadar etanol terbaik dari hasil fermentasi adalah 3,38075%

Berdasarkan hasil percobaan, pengamatan dan analisa data yang telah dilakukan dapat disarakan bahwa:

1. Kadar etanol yang dihasilkan dari penelitian ini masih rendah sehingga perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui cara menghilangkan senyawa furfural yang terbentuk dari proses hidrolisis asam sehingga kadar etanol yang dihasilkan pada proses fermentasi bisa meningkat
2. Sebaiknya setelah hidrolisis asam, hidrolisat jangan dibiarkan terlalu lama agar glukosa yang dihasilkan tidak dikonversi menjadi senyawa furfural dan setelah dilakukan pengenceran sebaiknya kadar glukosa dicek sebelum dimasukkan fermentor

### Daftar Pustaka

1. *Badan Standarisasi Nasional tentang Buah Durian*. SNI 01-4482-1998.
2. Badger, D. C. 2002. Ethanol from cellulose: A General review in trend in new crops and new uses, J. Jannick and A. Whipkey (eds). Alexandria, VA: ASHS Press.
3. Chaerul Novita P. 2013 "Durian dan Kandungan Kulitnya More Benefit for Us", <http://lsp.fkip.uns.ac.id/durian-dan-kandungan-kulitnya-more-benefit-for-us/>, diakses tanggal 26 Juli 2013.
4. Chesson, A. 1981. Effects of sodium hydroxide on cereal straws in relation to the enhanced degradation of structural polysaccharides by rumen microorganisms. *J. Sci. Food Agric.* 32:745-758.
5. Demmers A. dkk. 2009. *Enzymatic Hydrolysis of Cellulosic Biomass for the Production of Second Generation Biofuels*. Worcester Polytechnic Institute.



6. Eka, A. P., dan Halim, A. 2012. *Pembuatan Bioethanol dari Nira Siwalan Secara Fermentasi Fase Cair Menggunakan Fermipan*. Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro.
7. Fujita, M. and H. Harada. 1991. Ultrastructure and formation of wood cell wall. P. 3 – 57. In D.N.S. Hon and N. Shiraishi (Ed). *Wood and cellulosic Chemistry*. Marcel Dekker, Inc., New York.
8. Graf A, Koehler T (2000). Oregon cellulose ethanol study, Oregon Office of Energy, Salem, OR, USA., pp. 1-36
9. Hambali, E., Mujdalifah, S., dkk. "Teknologi Bioenergi". Jakarta: Agromedia Pustaka, 2008.
10. Hermiati Euis, Mangunwidjaja D, Sunarti C. T, Suparno O, Prasetya B. 2010. *Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bioetanol*, Jurnal Litbang Pertanian, p. 121-130.
11. Indartono Y. 2005. Bioethanol, Alternatif Energi Terbarukan: Kajian Prestasi Mesin dan Implementasi di Lapangan. Fisika, LIPI.
12. Jana L., H. Oktavia, Wulandari D. 2010. *The using of durian peels trashes as a potential source of fiber to fiber to prevent colorectal cancer*. Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
13. Kultsum, U. 2009. *Pengaruh variasi nira tebu (Saccharumofficinarum) dari beberapa varietas tebu dengan penambahan sumber nitrogen (N) dari tepung kedelai hitam (Glycine Soja) sebagai substrat terhadap efisiensi fermentasi etanol*. UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang.
14. Nurfiana Fifi, Mukaromah U, Jeannisa C. V, Putra S. 2009. *Pembuatan Bioethanol dari Biji Durian Sebagai Sumber Energi Alternatif*, Seminar Nasional V. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir BATAN.
15. Palmqvist E, Hahn-Hagerdal A (2000a). Fermentation of lignocellulosic hydrolysates. I: Inhibitors and detoxification. *Bioresour. Technol.*, 74: 17-24.
16. Pratiwi, P. Eka, Yatim M., Edahwati L. 2010. *Pemanfaatan Limbah Kulit Cokelat Sebagai Bioetanol*. Jurnal. ISSN 1978-0427.
17. Sari, N. K. 2009. *Produksi Bioethanol dari Rumput Gajah secara Kimia*. JTKI Vol. 4(1), p. 265-273.
18. Siswati D. Nana, Yatim M, Hidayanto R. 2010. *Bioetanol Dari Limbah Kulit Kopi dengan Proses Fermentasi*. Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional.
19. Soebijanto, T., "HFS dan industri ubi kayu lainnya", Gramedia: Jakarta, 1986.
20. Sun Y., Cheng J. 2002. Hydrolysis of Lignin-cellulosic Material for Ethanol Production: A review. *Bioresour. Thecnol.*
21. Taherzadeh MJ, Karimi K (2008). Pretreatment of lignocellulosic wastes to improve ethanol and biogas production: A review *Int. J. Mol. Sci.*, 9: 1621-1651.
22. Unhasirikul M., Naranong N., Narkrugs W. 2012. *Reducing Sugar Production from Durian Peel by Hydrochloric Acid Hydrolysis*. Word Academy of Science, Engineering and Tecknology, Vol. V. p. 444-449.
23. Wahyudi Bambang. 2002. *Pembuatan bioethanol dari sabut buah siwalan dengan proses hidrolisis fermentasi*. Jurnal Kimia dan Teknologi. ISSN 0216-163X
24. Waller, J. C. dkk., "Feeding Value of Ethanol Production by products", National Academy Press, Washington D. C. 1981.