

PEMBUATAN BIOETANOL DARI KELADI LIAR (*Colocasia esculenta L schott var. antiquorum*) MELALUI HIDROLISIS DENGAN KATALIS ASAM KLOORIDA DAN FERMENTASI

Tri Kurnia Dewi*, Nancy Monica, Sixka Novalita

*Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya
Jalan Raya Prabumulih Km. 32, Inderalaya OI, Sumatera Selatan 30662

Abstrak

Keladi liar (*Colocasia esculenta L schott var. antiquorum*) yang memiliki kadar pati sebesar 18% digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dengan proses fermentasi melalui hidrolisis dengan katalis. Variabel penelitian meliputi pengaruh konsentrasi asam klorida sebagai katalis hidrolisis yaitu 0,0 N, 0,05 N, 0,10 N, 0,15 N, 0,20 N, pengaruh waktu hidrolisis yaitu 0 menit, 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, dan pengaruh waktu fermentasi yaitu 18 jam, 36 jam, 54 jam, 72 jam, dan 90 jam. Fermentasi dilakukan dengan penambahan ragi roti *Saccharomyces cerevisiae*. Etanol yang terbentuk dipisahkan dari hasil fermentasi lainnya melalui destilasi. Kadar etanol dianalisis dengan menggunakan Gas Chromatography. Kadar gula hasil hidrolisis dan fermentasi dianalisis dengan metode Luff-Schoorl. Hasil penelitian menunjukkan kadar etanol tertinggi yaitu 17,446% yang dihasilkan pada saat hidrolisis dengan konsentrasi asam klorida 0,1 N dalam waktu 45 menit dan fermentasi selama 72 jam.

Kata kunci : Bioetanol, *Colocasia esculenta L schott var. antiquorum*, hidrolisis, asam klorida, fermentasi

Abstract

Wild taro plant (*Colocasia esculenta L schott var. antiquorum*) which has starch content of 18% is used as raw material for bioethanol production by fermentation process via hydrolysis catalytic. Variate of research comprise variety hydrochloric acid as hydrolysis catalyst at a concentration of 0.0 N, 0.05 N, 0.10 N, 0.15 N, 0.20 N, time of hydrolysis within 0 minutes, 15 minutes, 30 minutes, 45 minutes, 60 minutes, and then continued fermentation within 18 hours, 36 hours, 54 hours, 72 hours, and 90 hours with the addition of baker's yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Ethanol formed is separated from other fermentation product through the distillation process. Ethanol levels were analyzed using Gas Chromatography. Levels of sugar that resulted by hydrolysis and fermentation were analyzed by the method of Luff-Schoorl. The results showed that the highest levels of ethanol about 17.446% that produced by the fermentation process through hydrolysis at a concentration of 0.1 N within 45 minutes and fermented for 72 hours.

Key words : Bioethanol, *Colocasia esculenta L schott var. antiquorum*, hydrolysis, hydrochloric acid, fermentation

1. PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhan nasional terhadap bahan bakar minyak, Indonesia melakukan kegiatan impor kurang lebih sebanyak 900 ribu barel ekuivalen/hari (Rubiandini, R., 2013). Besarnya angka kebutuhan impor tersebut mendorong pemerintah untuk mencari alternatif lain dalam pengembangan *biofuel* melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia No 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi Nasional serta Instruksi Presiden No 1 Tahun 2006 tanggal 25 Januari 2006 tentang penyediaan seta

pemanfaatan bahan bakar nabati (*biofuel*) sebagai Bahan Bakar Lain.

Bioetanol (C_2H_5OH) merupakan salah satu *biofuel* yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang mampu menurunkan emisi CO_2 hingga 18%, mengandung kadar oksigen 35% sehingga dapat terbakar lebih sempurna, mudah larut dalam air serta tidak mencemari air permukaan dan air tanah sehingga bioetanol disebut sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan. (Anggi, Y., 2013)

Pada penelitian "Pembuatan Bioetanol dari Umbi Talas melalui Metode Hidrolisa dan Fermentasi" dihasilkan kadar pati sebesar 24,4% dan kadar bioetanol sebesar 12,71%

(Napitupulu, J dan S. Leo., 2012, Hal.33). Penelitian ini dapat digunakan untuk menghasilkan bioetanol dengan metode yang sama dan bahan baku yang mengandung pati.

Keladi liar merupakan tanaman sepanjang tahun yang mengandung kadar pati sebesar 18%, mudah ditemukan, dan tidak termasuk tanaman pangan. Pada kondisi optimal, produktivitas keladi liar dapat mencapai 30 ton umbi/hektar (Anonim, 2011) sehingga tanaman ini sangat prospektif untuk menghasilkan bioetanol.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi Keladi Liar (*Colocasia esculenta* L. Schott var. *antiquorum*), aquadest, natrium klorida (NaCl), asam klorida (HCl) 3%, HCl (0,05 N, 0,1 N, 0,15 N, 0,2 N), CH₃COOH 3%, natrium tiosulfat 0,1 N (Na₂S₂O₇), larutan KI 20%, H₂SO₄ 25%, NaOH 30 %, NaOH 1N, indikator amilum, Na₂CO₃ anhidrat, CuSO₄.5 H₂O, asam sitrat, dan *Saccharomyces cereviceae* (Ragi Roti).

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat hidrolisis berupa *autoclave* dan fermentor.

Prosedur Penelitian

Pretreatment Umbi Keladi Liar

Umbi keladi liar dikupas hingga bersih dan diiris tipis. Umbi dicuci sampai bersih selama 5 menit menggunakan perbandingan umbi dan air 1:4. Umbi direndam selama 20 menit menggunakan NaCl sebanyak 20 gram untuk 1 kg umbi. Umbi dicuci kembali selama 5 menit dengan menggunakan air yang mengalir. Umbi direbus selama 20 menit kemudian didinginkan selama beberapa menit.

Pembentukan Tepung Umbi Keladi Liar

Umbi keladi liar yang telah berbentuk bubur dikeringkan di dalam oven dengan suhu 60 °C selama 24 jam. Bubur yang telah kering di haluskan menggunakan mortar dan diayak dengan ukuran 1 µmesh. Hasil pengayakan tersebut menghasilkan tepung umbi keladi liar.

Tahap Hidrolisis

Sebanyak 20 gram tepung umbi keladi liar dicampur dengan asam klorida (HCl) 0,2 N sebagai katalis hidrolisis dengan volume 200

ml di dalam erlenmeyer. Proses pemanasan larutan tepung keladi liar berlangsung di dalam *autoclave* dengan temperatur 120 °C selama 60 menit. Sampel mengalami proses pendinginan sampai suhunya mencapai suhu kamar (25-30 °C). Sampel disaring dan hasil saringan filtrat yang bersifat asam ditambah reagensia yaitu NaOH 1N hingga mencapai pH 4. Langkah di atas dilakukan kembali untuk asam klorida (HCl) 0,0 N, 0,05 N, 0,1 N, dan 0,15 N waktu hidrolisis 0 menit, 15 menit, 30 menit, 45 menit, dan 60 menit.

Pembuatan Larutan Luff-schoorl

Sebanyak 143,8 gram Na₂CO₃ dilarutkan ke dalam 300 ml aquadest. Larutan tersebut diaduk dan ditambahkan 50 gram asam sitrat yang telah dilarutkan dalam 50 ml aquadest dan 25 gram CuSO₄.5 H₂O yang telah dilarutkan dalam 100 ml air. Larutan yang telah dibuat dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 ml, lalu ditambah aquadest hingga mencapai tanda batas yang terdapat pada labu ukur kemudian aduk larutan tersebut hingga homogen. Larutan dibiarkan selama 1 malam.

Analisis Kadar Glukosa menggunakan metode Luff-schoorl

Hasil hidrolisis pati umbi keladi liar disaring dan diambil filtratnya kemudian diambil sebanyak 5 ml. Sampel tersebut ditambah 200 ml HCl 3% dalam gelas kimia berukuran 500 ml yang dilengkapi dengan *magnetic stirer* dan dipanaskan hingga mendidih kemudian didinginkan hingga mencapai suhu kamar (25°C - 30°C). Campuran yang telah di dinginkan diambil sebanyak 10 ml. Penetralan terhadap campuran tersebut menggunakan NaOH 30% dan sedikit larutan CH₃COOH 3% agar suasana campuran sedikit asam (pH=6) kemudian pindahkan ke dalam labu ukur 50 ml dan tambahkan aquadest hingga mencapai tanda batas pada labu ukur. Saring dengan menggunakan corong buchner dan pompa vakum. Sebanyak 10 ml diambil dari hasil penyaringan tersebut kemudian tambahkan 25 ml larutan Luff – Schoorl dan 15 ml aquadest dalam erlenmeyer 250 ml yang berisi batu didih.

Campuran tersebut dipanaskan hingga mendidih dengan menggunakan *hot plate* dan pipa kapiler pada erlenmeyer kemudian dinginkan dengan cepat dalam wadah yang berisi es. Setelah suhu mencapai suhu kamar (25°C - 30°C) tambahkan larutan KI 20% sebanyak 15 ml ke dalam larutan tersebut. Ditambahkan juga H₂SO₄ 25% sebanyak 25 ml kedalam larutan tersebut dengan hati-hati. Tambahkan larutan kanji 0,5% sebagai

indikator sebanyak 3 ml. Lakukan titrasi dengan menggunakan natrium tiosulfat 0,1 N hingga larutan berwarna putih susu. Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk pembuatan blanko sebanyak 15 ml aquadest ditambahkan 25 ml *Luff-schoorl* dan dikerjakan dengan cara yang sama seperti langkah-langkah diatas.

Tahap fermentasi

Sterilisasi alat menggunakan autoclave pada suhu 121°C dalam waktu 20 menit. Proses fermentasi dilakukan dengan mencampurkan ragi roti sebanyak 6 gram kedalam fermentor yang telah berisi larutan hasil analisis kadar glukosa. Tutup rapat fermentor yang berisi sampel dengan gabus yang dihubungkan dengan selang dan ujung selang dimasukkan ke dalam air agar tidak terjadi kontak langsung dengan udara luar dan mengeluarkan gas karbon dioksida. Fermentasi dilakukan dengan variabel waktu yaitu 18 jam, 36 jam, 54 jam, 72 jam, dan 90 jam.

Tahap Destilasi

Hasil fermentasi tersebut disaring untuk dipisahkan dengan filtratnya dengan menggunakan pompa vakum. Hasil fermentasi dipisahkan dengan metode destilasi. Temperatur uap dijaga pada suhu 78 °C dengan waktu destilasi selama 5-6 jam sehingga menghasilkan etanol yang di butuhkan. Untuk mengetahui kadar etanol digunakan alat *Gas chromatography*.

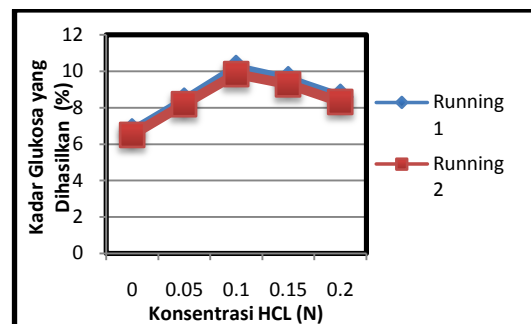
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Konsentrasi HCL Sebagai Katalis Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan

Tabel 1. Data Hasil Pengamatan Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan (20 gram sampel, temperatur hidrolisis = 120 °C, waktu hidrolisis = 60 menit)

Konsentrasi HCl (N)	Kadar Glukosa yang Dihasilkan (%)	
	Running 1	Running 2
0,00	6,705	6,510
0,05	8,385	8,183
0,10	10,185	9,835
0,15	9,555	9,275
0,20	8,588	8,318

Dari perhitungan dihasilkan grafik sebagai berikut :



Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan (20 gram sampel, temperatur hidrolisis = 120 °C, waktu hidrolisis = 60 menit)

Semakin meningkatnya konsentrasi katalis maka semakin meningkat juga laju hidrolisis karena konstanta kecepatan reaksi hidrolisis berbanding lurus dengan konsentrasi H^+ dalam suasana asam. Melalui grafik di atas dapat dilihat bahwa kadar glukosa yang dihasilkan meningkat dari HCl 0,0 N hingga 0,1 N sedangkan kadar glukosa pada konsentrasi 0,15 N dan 0,2 N mengalami penurunan. Semakin tinggi konsentrasi HCl sebagai katalis hidrolisis seharusnya dapat meningkatkan juga kadar (yield) glukosa yang dihasilkan tetapi hal tersebut berbeda dengan hasil penelitian.

Pada saat konsentrasi HCl 0,1 N dihasilkan kadar glukosa tertinggi karena perbandingan volume saat pengenceran antara aquadest sebagai reaktan dan HCl sebagai katalisator adalah sama yaitu 1:1, sehingga pati dapat terhidrolisis secara sempurna. Pada konsentrasi HCl 0,0 N, dihasilkan kadar glukosa yang rendah. Keadaan tersebut merupakan proses hidrolisis yang hanya menggunakan aquadest tanpa adanya penambahan HCl sebagai katalisator sehingga reaksi hidrolisis berjalan sangat sulit. Pada konsentrasi HCl 0,05 N terjadi peningkatan kadar glukosa pada *running 1* dan *running 2*. Peningkatan terhadap kadar glukosa tersebut karena adanya penambahan HCl sebagai katalis hidrolisis.

Peningkatan konsentrasi HCl ternyata menghasilkan kadar glukosa yang semakin sedikit. HCl dengan konsentrasi di atas 0,1 N dalam proses hidrolisis akan lebih cepat mengkatalisis reaksi dekomposisi senyawa glukosa dibandingkan reaksi pembentukan glukosa. Reaksi dekomposisi tersebut menghasilkan produk berupa hydroxymethylfurfural dan furfural yang

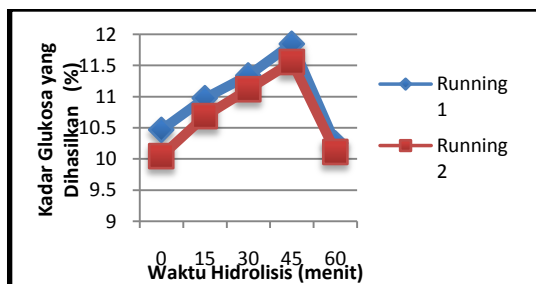
akhirnya membentuk asam formiat. Selain itu, produk lainnya berupa senyawa humin ($C_{125}H_{188}O_{80}$) yang dapat menyebabkan pembentukan pigmen yang sangat gelap yang hampir tidak larut dalam air. Seluruh senyawa yang dihasilkan dari reaksi dekomposisi glukosa tersebut menghambat pembentukan etanol pada saat fermentasi. Maka, dipilih konsentrasi HCl 0,1 N sebagai katalisator hidrolisis untuk proses selanjutnya.

Pengaruh Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan

Tabel 2. Data Hasil Pengamatan Pengaruh Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan (20 gram sampel, 0,1 N HCl, temperatur hidrolisis = 120 °C)

Waktu Hidrolisis (Menit)	Kadar Glukosa yang Dihasilkan (%)	
	Running 1	Running 2
0	10,470	10,045
15	10,978	10,688
30	11,340	11,123
45	11,848	11,558
60	10,255	10,115

Pada dasarnya, semakin lama waktu hidrolisis maka semakin tinggi juga kadar glukosa yang dihasilkan namun hal tersebut berbeda dengan hasil penelitian yang diperoleh. Dari perhitungan dihasilkan grafik sebagai berikut,



Gambar 2. Pengaruh Waktu Hidrolisis terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan (20 gram sampel, 0,1 N HCl, temperatur hidrolisis = 120 °C)

Melalui grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan kadar glukosa pada waktu hidrolisis 15 menit hingga 45 menit namun pada waktu 45 menit menuju 60 menit terjadi penurunan yang signifikan. Kondisi optimum untuk sampel *running 1* dan *running 2* terjadi pada waktu hidrolisis selama 45 menit karena kadar glukosa yang dihasilkan lebih tinggi yaitu 7,84% dan 6,72%.

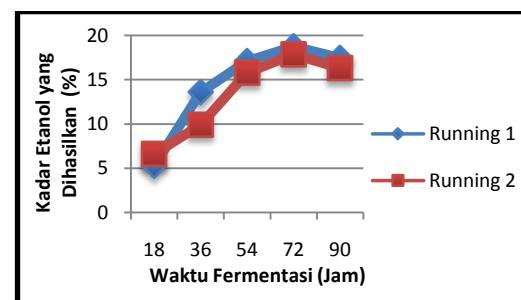
Kadar glukosa tertinggi dihasilkan pada waktu hidrolisis selama 45 menit bukan pada 60 menit. Hal tersebut dikarenakan semakin lama waktu hidrolisis dapat semakin mempercepat reaksi dekomposisi glukosa. Produk yang dihasilkan akibat semakin lamanya waktu hidrolisis lebih banyak dibandingkan pada saat penambahan konsentrasi HCl. Tidak hanya asam formiat dan senyawa humin tetapi juga membentuk asam levulinat (senyawa pembentuk warna).

Namun pada waktu hidrolisis 15 menit hingga 30 menit, kadar glukosa mengalami peningkatan meskipun belum mencapai kondisi optimum dikarenakan kontak antara aquadest sebagai reaktan dan HCl sebagai katalis hidrolisa belum optimum sehingga pati belum terpecah secara sempurna menjadi glukosa yang ditunjukkan dengan warna larutan hidrolisis yang berwarna coklat muda. Maka dipilih 0,1 N HCl sebagai katalisator hidrolisis dengan waktu hidrolisis 45 menit untuk proses selanjutnya.

Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol yang Dihasilkan Menggunakan Analisis Gas Chromatograph

Tabel 3. Data Hasil Pengamatan Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol yang Dihasilkan (20 gram sampel, 0,1 N HCl, temperatur hidrolisis = 120 °C, waktu hidrolisis = 45 menit, 6 gram ragi roti, ph fermentasi = 4)

Waktu Fermentasi (Jam)	Kadar Etanol yang Dihasilkan (%)	
	Running 1	Running 2
18	5,293	6,617
36	13,601	9,915
54	17,095	15,811
72	18,758	17,865
90	17,446	16,299



Gambar 3. Pengaruh Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol yang Dihasilkan (20 gram sampel, 0,1 N HCl, temperatur hidrolisis = 120 °C, waktu hidrolisis = 45 menit, 6 gram ragi roti, ph fermentasi = 4)

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa kadar etanol yang dihasilkan pada sampel running 1 dan running 2 dengan waktu fermentasi 18 jam hingga 72 jam mengalami peningkatan. Kadar etanol tertinggi dihasilkan pada waktu fermentasi 72 jam karena aktivitas perkembangbiakan khamir *Saccharomyces cerevisiae* (ragi roti) dalam proses fermentasi sudah maksimum. Hal tersebut dikarenakan pertumbuhan ragi pada waktu tersebut berada pada fase eksponensial yaitu fase perkembangan ragi yang meningkat sehingga ragi bekerja secara optimum untuk mengubah glukosa menjadi etanol. Selain itu, kadar glukosa yang dihasilkan melalui proses hidrolisis sebesar 11,848% cukup optimal (kadar glukosa optimum untuk fermentasi 10 – 18%) untuk menghasilkan etanol.

Kadar etanol rendah yang dihasilkan pada waktu fermentasi 18 jam sampai 54 jam disebabkan khamir *Saccharomyces cerevisiae* baru mulai memperbanyak diri dengan memanfaatkan glukosa hasil hidrolisis untuk pertumbuhan. Namun pada waktu fermentasi di atas 72 jam hingga 90 jam, grafik menunjukkan kadar etanol mengalami penurunan pada sampel *running 1* dan *running 2*. Penurunan disebabkan ragi mengalami tahap kematian sehingga ragi tidak mampu lagi bekerja untuk mengubah glukosa menjadi etanol. Selain itu, nutrisi yang dibutuhkan ragi untuk bertumbuh sudah habis akibatnya sel khamir (ragi) memakan alkohol untuk bertahan hidup yang ditunjukkan adanya pembentukan produk samping berupa asam asetat. Pembentukan asam asetat tersebut dapat terlihat dengan adanya gelembung – gelembung udara pada dinding fermentor.

KESIMPULAN

Semakin besar konsentrasi HCl sebagai katalis hidrolisis tidak menghasilkan kadar glukosa yang semakin meningkat juga, peningkatan kadar glukosa terjadi pada konsentrasi HCl 0,0 N sampai 0,1 N kemudian kadar glukosa mengalami penurunan pada konsentrasi 0,15 N sampai 0,2 N. Semakin lama waktu hidrolisis tidak menghasilkan kadar glukosa yang semakin besar, kadar glukosa yang dihasilkan semakin besar pada waktu hidrolisis 0 sampai 45 menit setelah itu waktu hidrolisis 45 menit sampai 60 menit menghasilkan kadar glukosa yang semakin kecil. Semakin lama waktu fermentasi tidak menghasilkan kadar etanol yang meningkat, peningkatan kadar etanol yang dihasilkan terjadi pada waktu fermentasi 18 jam sampai

72 jam kemudian mengalami penurunan pada waktu fermentasi 90 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Agra. 1973. *Hidrolisis Pati*. www.februadi.com/hidrolisis/987/. Diakses tanggal 15 November 2013, pukul : 19.30 WIB.
- Anonim. 2010. *Kromatografi Gas*. www.laskarvck.wordpress.com/kromatografi-gas. Diakses tanggal 16 November 2013, pukul : 20.15 WIB.
- Anonim. 2010. *Saccharomyces*. www.wikipedia.org/wiki/Saccharomyces. Diakses tanggal 27 September 2013, pukul : 18.00 WIB.
- Anonim. 2011. *Keladi liar*. [www.wikipedia.org/wiki/keladi liar](http://www.wikipedia.org/wiki/keladi_liar). Diakses tanggal 27 September 2013, pukul : 18.00 WIB.
- Anonim. 2013. *Etanol*. www.wikipedia.org/wiki/Etanol. Diakses tanggal 27 September 2013, pukul : 18.30 WIB.
- Badan Standarisasi Nasional. 1992. *Cara Uji Makanan dan Minuman*. SNI 01-2891-1992.
- Borglum, G.B. 2010. *Starch Hydrolysis For Ethanol Production*. Hal : 264 – 269. Elkhart : Miles Laboratories, Inc. Industrial Products Group.
- Brock dan Madigan. 1991. *Pertumbuhan Mikroba*. <http://www.slideshare.net/fienyun/pertumbuhan-mikroba>. Diakses tanggal 15 November 2013, pukul : 19.00 WIB.
- D., Endah Retno., E. Kriswiyanti A, dan A. Nur. 2009. *Bioetanol Fuel Grade Dari Talas (Colocasia esculenta)*. Jurnal Ekuilibrium Vol. 8 No.1 Hal : 1-6. Surakarta : Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Dewanti, R. 2008. *Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Bahan Baku Pembuatan Etanol*. ISBN : 978-602-9372-06-9. Surabaya : UPN Veteran
- Dosen Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. 2005. *Bioteknologi Fermentasi*. Materi Penataran Guru-Guru MGMP Bidang Biologi SMP Negeri 1 Yogyakarta Hal : 1 – 6. Yogyakarta.
- Francisca, S. dan F. Astin. 2009. *Pembuatan Etanol dari Bengkoang dengan Variasi Berat Ragi, Waktu dan Jenis Ragi*. Laporan Penelitian. Indralaya :

- Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- Hapsari, M.A. dan A. Pramashinta. 2013. *Pembuatan Bioetanol Dari Singkong Karet (Manihot glaziovii) Untuk Bahan Bakar Kompor Rumah Tangga Sebagai Upaya Mempercepat Konversi Minyak Tanah Ke Bahan Bakar Nabati*. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri Vol. 2 No. 2 Hal : 240 – 245. Semarang : Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Hastari, S. dan S. Grace. 2008. *Pengaruh Lama Fermentasi, Berat Ragi, dan Temperatur terhadap Kadar Etanol pada Proses Fermentasi*. Laporan Penelitian Indralaya : Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- Instruksi Presiden No.1 Tahun 2006. *Penyediaan Serta Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Biofuel) Sebagai Bahan Bakar Lain*. 25 Januari 2006. Jakarta.
- Irawan, D. dan Z. Arifin. 2012. *Proses Hidrolisis Sampah Organik Menjadi Gula Dengan Katalis Asam Klorida*. Jurnal Teknik Kimia : Vol. 6 No. 2 Hal : 36 – 40. Kalimantan Timur : Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda.
- Jayanti, R.T. 2011. *Pengaruh pH, Suhu Hidrolisis Enzim α -Amilase Dan Konsentrasi Ragi Roti Untuk Produksi Etanol Menggunakan Pati Bekatul*. Skripsi. Surakarta : Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret.
- Judoamidjojo, R.M., A.A. Darwis, dan E.G. Sa'id. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Bogor : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Dirjen Dikti, Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor.
- Komarayati, S. dan Gusmailina. 2010. *Prospek Bioetanol Sebagai Pengganti Minyak Tanah*. Laporan Penelitian. Bogor : Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Mailool, C.J., R. Molenaar, D. Tooy, dan I.A. Longdong. 2012. *Produksi Bioetanol Dari Singkong (Manihot utilissima) Dengan Skala Laboratorium*. Jurnal Penelitian. Manado : Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi.
- Mastuti, E. Dan D.A. Setyawardhani. 2010. *Pengaruh Variasi Temperatur Dan Konsentrasi Katalis Pada Kinetika Reaksi Hidrolisis Tepung Kulit Ketela Pohon*. Jurnal Ekuilibrium Vol. 9 No. 1 Hal : 23 – 27. ISSN : 1412 -9124. Surakarta : Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Mursyidin. 2007. *Prosepek Bioetanol Sebagai Pengganti Minyak Tanah*. http://www.indobioethanol.com/sumbu_er_lain.php. Diakses tanggal 27 September 2013, pukul : 19.00 WIB.
- Omri, J. dan L.W. Simamora. 2012. *Pembuatan Bioetanol Dari Umbi Talas Dengan Menggunakan Metode Hidrolisis-Fermentasi*. Laporan Penelitian. Indralaya : Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006. Kebijakan Energi Nasional. Jakarta.
- Purseglove, J.W. 1972. *Tropical Crops Monocotyledons 1st Edition*. Singapore : Longman Singapore Publishers.
- Purwani, Arik. 2008. *Cara Menghilangkan Rasa Gatal Pada Umbi Talas*. <http://anekakeripikmalang.com/2012/11/05/cara-menghilangkan-rasa-gatal-pada-umbi-talas/>. Diakses tanggal 27 September 2013, pukul : 18.30 WIB.
- Putri, L.S.E. dan D. Sukandar. 2008. *Konversi Pati Ganyong (Canna edulis Ker.) Menjadi Bioetanol Melalui Hidrolisis Asam dan Fermentasi*. Jurnal Biodiversitas Vol. 9 No.2 Hal : 112 – 116. Tangerang : Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Retno, D.T. dan Wasir Nuri. 2011. *Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”, Pengembangan Teknologi Kimia Untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, E11-1 – E11-7.. ISSN : 1 693-4393. Yogyakarta : UPN Veteran.
- Rikana, H. dan R. Adam. 2010. *Pembuatan Bioetanol Dari Singkong Secara Fermentasi Menggunakan Ragi Tape*. Jurnal Penelitian. Semarang : Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Rubiandini, Rudi. 2012. *Bahan Bakar Minyak (BBM)*. <http://forum.kompas.com/ekonomi->

- umum/273034-sadarkah-kita-bangsa-boros-bbm.html. Diakses tanggal 27 September 2013, pukul : 17.30 WIB.
- Safitri, Aurhyna. 2009. *Analisis Pati*. www.scribd.com/doc/117592729/Analisis-Pati. Diakses tanggal 27 September 2013, pukul : 18.30 WIB.
- Sari, N.K. 2009. *Pembuatan Bioetanol Dari Rumput Gajah Dengan Destilasi Batch*. Jurnal Teknik Kimia Indonesia Vol. 8 No. 3 Hal : 94 - 103. Surabaya : Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional.
- Sastrohamidjojo, H. 2005. *Hidrolisis Dengan Menggunakan Asam Klorida*. 2005. <http://www.scribd.com/doc/135791539/Jurnal-Biokim-i>. Diakses tanggal 27 September 2013, pukul : 19.00 WIB.
- Setiasih, A. 2011. *Pemanfaatan Talas (Colocasia Esculenta L. Schott) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol*. Skripsi. Semarang : Program Studi Diploma III Teknik Kimia, Universitas Diponegoro.
- Shakti, Yella. 2008. *Penghilang Rasa Gatal Pada Talas*. <http://yellashakti.wordpress.com/2008/01/30/penghilangan-rasa-gatal-pada-talas/>. Diakses tanggal 27 September 2013, pukul : 18.00 WIB.
- Suprihatin. 2010. *Teknologi Fermentasi*. ISBN : 978-602-8915-50-2. Surabaya : UNESA Press.
- Suri, A., Y. Yusak, dan R. Bulan. 2013. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Dari Fermentasi Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jack) Dengan HCl 30 % Menggunakan Ragi Roti*. Jurnal Saintia Kimia Vol. 1 No. 2. Medan :Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara.
- Taherzadeh, M.J. dan K. Karimi. 2007. *Acid-Based Hydrolysis Process for Ethanol from Lignocelulosic Materials*. A Review Bioresources 2(3) Page : 472 – 499.
- Tindall, H.D. 1983. *Vegetables In The Tropics*. London : Macmillan Education LTD.
- Varnam and Sutherland. 1994. *Dasar-Dasar Proses Fermentasi*. <http://lordbroken.wordpress.com/2009/12/29/dasar-dasarfermentasi/>. Diakses tanggal 28 September 2013, pukul : 18.30 WIB.
- Yunita. Anggi. 2013. *Bioetanol*. <http://yunitaanggianggraeni.blogspot.com/2013/05/pengertian-bioetanol.html>. Diakses tanggal 27 September 2013, pukul : 18.00 WIB.