

PRODUKSI BIOETANOL BERBASIS MENIR DAN ONGGOK LIMBAH TAPIOKA

Edi Mulyadi, Soemargono dan Rudy Laksmono

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Jawa Timur
Alamat : Jl. Raya Rungkut Madya , Gunung Anyar Surabaya 60294
Telp./Fax. (031) 8706369/ (031) 8782179

Abstrak

Limbah padat Proses Pembuatan tapioca berwujud onggok dari proses ekstraksi pati dan menir berasal dari pencucian singkong yang jumlahnya mencapai dua kali dari kapasitas produksi. Pengolahan limbah itu menjadi bioetanol terkendala pada proses hidrolisis. Untuk itu pengembangan proses hidrolisis menggunakan reaktor osilasi dengan paten P00201200184. Pemurnian kaldu fermentasi menjadi bioetanol menggunakan refluks distilasi model desain produk IDD-0000034253. Pengaruh dosis enzim nocook dan enzim nova pada berbagai waktu proses hidrolisis terhadap kadar glukosa dipelajari untuk optimasi proses fermentasi. Kadar glukosa maksimum yang dapat dicapai 146 g/L dan kaldu fermentasi maksimum yang dihasilkan 8,9% alkohol. Pemurnian bioetanol dikerjakan dalam prototipe distilator, dengan debit produk prototipe 10L/jam. Kadar kaldu fermentasi rata-rata 7,2%, suhu reflux terbaik terjadi pada 88 °C, dan kemurnian bioetanol yang dapat dicapai 98%

Kata Kunci: Bio Etanol, glukose, kaldu fermentasi, Refluk distilasi.

Abstract

Solid waste Process tangible tapioca cassava starch extraction process and menir from washing cassava which amounts to twice the production capacity. The waste processing into bioethanol constrained in the process of hydrolysis. For the development process using a reactor oscillation hirolisis P00201200184 patents. Purification into bioethanol fermentation broth using a reflux distillation product design models IDD-0000034253. Effect of enzyme nocook and enzyme nova at various times of hydrolysis of glucose levels studied for the optimization of the fermentation process. The maximum glucose levels that can be achieved 146 g/L and the maximum fermentation broth produced 8.9% alcohol. Purification of bioethanol done in the prototype distilator, with discharge product prototype 10L/h. Levels of fermentation broth average of 7.2%, the best reflux temperature occurred at 88 °C, and the purity of ethanol that can be achieved 98%

Keywords: Bio Ethanol, glucose, fermentation broth, reflux distillation.

PENDAHULUAN

Sumber bahan baku selalu menjadi pijakan penentuan pengembangan bahan bakar alternatif di Indonesia. Bahan bakar alternative yang memungkinkan adalah etanol, tetapi pemanfaatannya masih sangat kecil. Hal ini disebabkan oleh penerapan kebijaksanaan subsidi harga energi fosil yang selama ini diberlakukan. Bahan baku

bioethanol bisa didapatkan dari berbagai sumber, baik yang mengandung gula, pati, atau selulose. Penelitian ini menggunakan onggok dan menir singkong limbah industri tapioka berasal dari PT Tunas Jaya Lautan di Lampung sebagai bahan baku. Dengan mencari formula penggunaan enzim dan ragi yang efektif dan juga penetapan kondisi operasi distilasi yang optimum, maka efisiensi proses produksi dapat dicapai. Jumlah limbah

onggok mencapai 35% dari kapasitas bahan baku atau hampir dua kali kapasitas produksi tapioka. Proses produksi bioetanol berbasis onggok dan menir singkong dikerjakan dalam skala pilot-plan. Dengan mempelajari pengaruh dosis enzim pada pembentukan glukose yang ditambahkan pada berbagai suhu dan waktu proses. Reaktor hidrolisis menggunakan Reaktor osilasi yang dilengkapi pengendali suhu dan unit ekstraktor. Untuk pemurnian kaldu fermentasi menjadi bioetanol menggunakan refluks distilasi yang dilengkapi multitube kondensor

Adanya krisis energi, peran etanol sebagai sumber bioenergi menjadi lebih meningkat. Etanol yang berkadar 50-80% dapat dipakai sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah (mitanol) (mulyadi, dkk.,2009). Bioethanol sangat menarik untuk dikembangkan, apalagi dengan diversifikasi bahan baku yang berasal dari onggok yang kuantitasnya relatif besar dan sudah terkomunal. Berkenaan dengan itu, perlu dikaji "Optimasi Produksi Bioetanol dari limbah industri modified starch", limbah itu berwujud onggok dan menir singkong, untuk meningkatkan nilai tambah limbah industri tapioka. Dengan mempelajari pengaruh dosis enzim pada pembentukan glukose dan optimasi proses fermentasi, maka diperoleh parameter perancangan proses. Data yang diperoleh digunakan sebagai dasar desain alat produksi bioetanol untuk perancangan operasi sinambung pada skala industri bioetanol.

Onggok adalah limbah padat yang dihasilkan oleh industri tapioka. Onggok merupakan selulose atau ampas ekstraksi pada proses pemungutan pati. Jumlah onggok yang dihasilkan oleh industri tapioka setara dengan kapasitas produksinya. Sebagian besar pabrik termasuk PT Tunas Jaya Lautan di Lampung menjual onggok setengah kering kadar air >40% yang pengolahan melalui proses *pulp press* dan sebagian lagi yang tidak bisa diperas dijual dalam wujud onggok benyek (kadar air >60%) dengan harga Cuma Rp 60,-/kg. Selama ini onggok dibeli oleh masyarakat sekitar pabrik dan untuk meningkatkan nilai tambah dilakukan pengeringan dengan cara penjemuran, akibatnya menimbulkan pencemaran akibat bau yang menyengat dan meresap ke air tanah menyebabkan sumur penduduk tercemar. Penelitian pemanfaatan onggok yang banyak dilakukan masih sebatas untuk pakan ternak (Tarmuji, 2004). Anindyawati dan Sukardi (2011), melakukan penelitian pemungutan pektin dari onggok. Pengembangan selanjutnya, Sutiyono dkk.(2012) melakukan hidrolisis onggok dengan katalis asam hasil terbaik berlangsung pada

suhu 90C, waktu proses 80 menit dengan konsentrasi slurry onggok 3%.

Menir, adalah limbah padat berwujud butiran yang berasal dari cucian singkong yang bercampur kulit ari. Limbah ini jumlahnya cukup besar 6 sampai 12 ton/hari, untuk pengolahan 100ton singkong/hari. Proses pembuatan glukosa dari selulose (polisakarida) pada umumnya menggunakan hidrolisis enzim atau katalis asam. Walaupun Jenis Hidrolisis ada 5 macam, yaitu hidrolisis murni (hanya dengan H₂O), hidrolisis asam menggunakan asam kuat sebagai katalis, hidrolisis basa dengan katalisator basa, hidrolisis fusiion dilakukan dengan atau tanpa H₂O pada suhu tinggi, hidrolisis enzim (menggunakan katalis enzim, sehingga mencegah reaksi samping). Kelebihan lain hidrolisis enzim adalah (1) dapat meningkatkan produk; (2) bekerja pada pH netral dan suhu rendah; dan (3) bersifat spesifik dan selektif terhadap substrat (mulyadi, dkk.,2009). Enzim yang banyak digunakan misalnya, amilase, glukosa-isomerase, papain, bromelin, lipase, dan protease. Berbagai jenis enzim yang dijual dipasar bebas dengan diberi nama sesuai merk dangangnya. Enzim dapat diisolasi dari hewan, tumbuhan dan mikroorganisme.

Hidrolisis onggok merupakan rangkaian reaksi kimia heterogen yang memiliki karakteristik tertentu yang memenuhi kaidah reaksi padat-cair. Oleh karenanya kinerja reaktor diperlukan suatu formulasi yang menunjukkan bentuk alat yang ditunjukkan dimensi yang ada pada alat itu, mekanisme reaksi hidrolisis dan parameter kinetika reaksi, dan hidrodinamika proses. Dari hasil proses hidrolisis tersebut yang nantinya akan dilakukan proses fermentasi untuk menghasilkan bioetanol (Sutiyono, dkk.2012).

Glukosa merupakan monosakarida yang membentuk sukrosa (gula), sehingga merupakan karbohidrat penting pembentuk tenaga. Proses Fermentasi, dimaksudkan untuk mengubah glukosa menjadi alkohol dengan menggunakan fermipan. Bioetanol yang diperoleh dari proses fermentasi ini, berkadar maksimum 12% dan sering disebut kaldu fermentasi atau beer. Pemurnian hasil fermentasi umumnya dilakukan dengan proses distilasi. Hasil proses distilasi (bioetanol) berkadar alkohol maksimum 93%. Hal itu dikarenakan titik azeotrop campuran alkohol air terjadi pada nilai pencampuran 93%. Karena itu, Mulyadi dkk (2009) dan Trianna, dkk.(2012) menggunakan pola fraksinasi sehingga produk bioetanol yang dihasilkan dari proses refluks distilasi mencapai >97% alkohol.

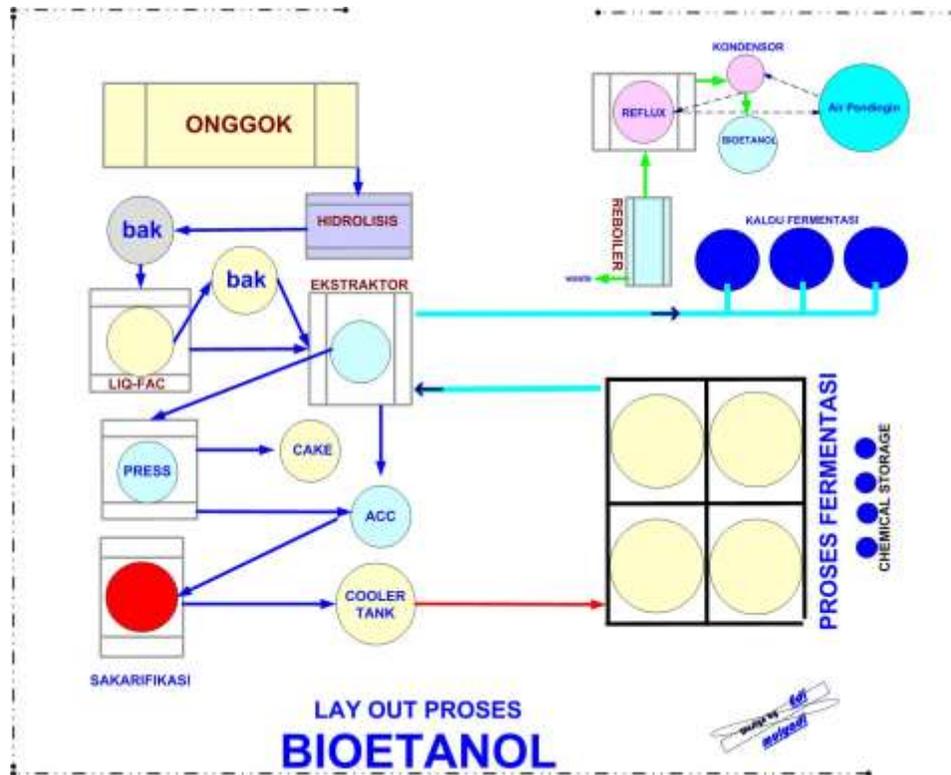
METODE PENELITIAN

Bahan baku. dalam penelitian ini yang digunakan adalah onggok singkong yang berasal dari PT Tunas Jaya Lautan di Lampung. Enzym serta ragi (yeast) yang dipakai berasal dari bantuan APBI (Asosiasi Pengusaha Bioetanol Indonesia).

Variabel penelitian yang dilakukan adalah penambahan dosis enzym nocook (ppm), yaitu : (50), (100), (150), (200), (250) pada proses hidrolisis. Waktu proses fermentasi selama 5 hari. Dalam penelitian ini digunakan onggok basah dengan kadar air rerata 65%; Proses Hidrolisis berlangsung pada suhu kamar selama 24 jam.

Peralatan proses produksi Bio etanol berbahan onggok singkong dijalankan secara semi otomatis dan semua peralatan dirancang dan dirakit sendiri. Komponen peralatan prototipe proses produksi Bio etanol yang digunakan terdiri dari : Tangki Hidrolisis 120 L ; Ekstraktor berdimensi D = 38 cm, T = 120 cm , 100 mesh ; Fermentor 250 liter ; Press Hidrolik bertekanan Max.30 ton ; Reflux berukuran 11X150 cm SS-304 ; Kondensor multi tube 12 - 90 ; Reboiler/Evaporator berdimensi P 60 cm, T:40 cm, L 100 cm ; Tangki air pendingin 150 liter ; Pompa sirkulasi ; Tungku pemasak ; Kompor LPG ; Panel pengendali yang dilengkapi dengan Termokontrol, timer, pressure control.

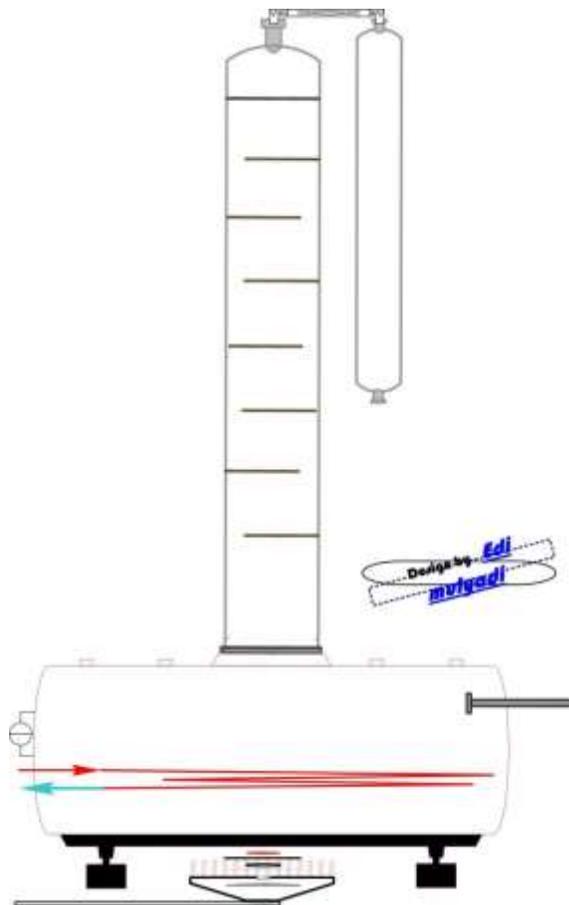
Rangkaian Skematik Peralatan Proses Produksi Bio Etanol berbahan baku onggok, dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram Proses

Alat proses produksi bioetanol dijalankan secara semi otomatis dan semua peralatan dirancang dan dirakit sendiri. Gambar 2 menun-

jukan unit distilasi dengan reflux yang dilengkapi multi tube kondensor yang berfungsi untuk memurnikan produk fermentasi.



Gambar 2. Rangkaian Unit distilasi

Prosedur penelitian

Ongkok basah diaduk dan ditambah kan sejumlah Enzym nocooke sesuai dosis yang dipelajari. Proses berlangsung selama 24 jam. Glukose yang telah diperoleh dilanjutkan dengan proses fermentasi dengan menambahkan ragi fermipan. Proses ini dilakukan dalam fermentor dan berlangsung selama 6 hari. Kaldu hasil fermentasi mempunyai kadar alkohol maksimum 8,9%. Selanjutnya, kaldu fermentasi dimurnikan menggunakan alat refluks distilasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

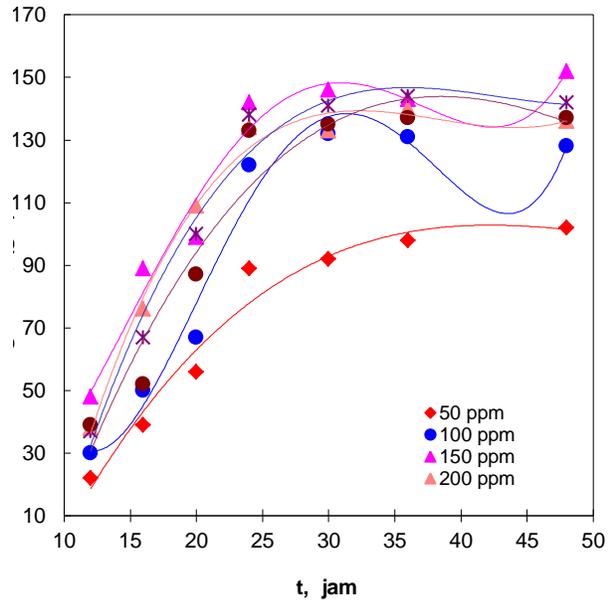
Analisis bahan baku, campuran menir dan onggok singkong yang digunakan dalam penelitian ini memiliki perbandingan campuran yang setara (1:1). Hasil hidrolisis dianalisis kadar glukosanya dengan menggunakan refraktometer. Hasil fermentasi (kaldu fermentasi) dianalisis menggunakan vinometer. Hasil percobaan pengaruh waktu

sakarifikasi pada berbagai dosis terhadap konsentrasi produk glukosa ditunjukkan dalam Tabel 1. Pada variasi itu penelitian dilakukan pada suhu kamar dengan enzim *nocooke*. Dari data-data yang tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Waktu dan dosis enzym Terhadap kadar glukose (g/L)

Waktu (t), (jam)	Dosis enzym, ppm					
	50	100	150	200	250	300
12	22	30	48	38	37	39
16	39	50	89	76	67	52
20	56	67	99	109	100	87
24	89	122	142	134	138	133
30	92	132	146	133	141	135
36	98	131	143	140	144	137
48	102	128	152	136	142	137

Biokonversi menjadi glukosa sangat dipengaruhi oleh waktu sakarifikasi. Semakin lama waktu proses, maka kesempatan pati melakukan dekomposisi lebih panjang, sehingga kadar glukose naik. Begitu juga pada variasi dosis enzim, semakin tinggi dosis enzim yang digunakan maka semakin besar pula kadar glukose yang diperoleh. Tetapi perubahan sudah tidak begitu nyata jika dosis diatas 200 ppm, dan kadar glucose mulai konstan setelah mencapai waktu diatas 24 jam. Dosis enzim berhubungan dengan laju reaksi. Semakin tinggi dosis enzim, maka hidrolisis akan berlangsung lebih cepat. Hal ini disebabkan konstanta laju reaksi meningkat dengan meningkatnya frekuensi tumbukan. Penambahan waktu reaksi, makin besar konversi yang dicapai. Perbandingan pelarut terhadap bahan baku terbaik (Mulyadi dan Heru, 2007) adalah 1:3 (1 bagian pati singkong + 3 bagian Air) karena selulose lebih homogen. Perbandingan yang terlalu besar akan menimbulkan pemborosan penggunaan energi, sedangkan perbandingan yang terlalu kecil dapat menyebabkan selulose dalam larutankurang homogen. Berdasar persamaan Arrhenius pencampuran yang sempurna dapat memperbesar faktor frekuensi tumbukan dan meningkatkan konstanta laju reaksi. Turbulensi sangat penting dalam proses hidrolisis karena akan meningkatkan difusi sehingga meningkatkan transfer material dari permukaan partikel ke *bulk solution*. Pada Gambar 3 menjelaskan bahwa semakin lama waktu hidrolisis kadar glukosa semakin naik. Kenaikan itu nampak nyata sampai dengan dosis enzim glukose 200 ppm. Dari gambar itu terlihat bahwa pada waktu sakarifikasi lebih dari 24 jam dan dosis diatas 200 ppm kenaikan kadar glukosa sudah tidak begitu nyata. Dengan demikian menunjukkan bahwa kemampuan mikroorganisme dalam mengkonversi pati menjadi glukosa sudah tidak efektif. Oleh karenanya waktu yang terbaik adalah 24 jam dosis enzim 200 ppm dan suhu kamar 33 °C.



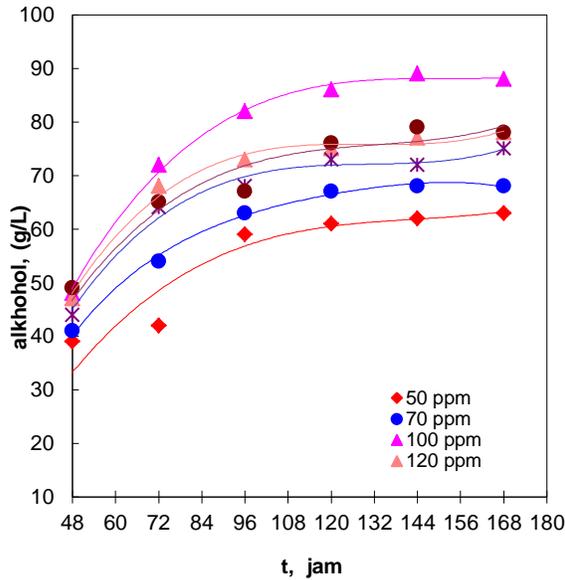
Gambar 3. Hubungan Konsentrasi Glucose dengan waktu dan dosis enzim

Sebelum tahap fermentasi glukose terlebih dahulu dilakukan airasi. Hasil fermentasi disajikan dalam Tabel 2 dan jenis ragi yang digunakan adalah fermipan

Tabel 2. Pengaruh dosis ragi dan waktu fermentasi

Waktu (t), (jam)	Dosis yeast fermipan,(ppm)					
	50	70	100	120	150	200
24	7	11	14	16	15	17
48	39	41	48	47	44	49
72	42	54	72	68	64	65
96	59	63	82	73	68	67
120	61	67	86	75	73	76
144	62	68	89	77	72	79
168	63	68	88	78	75	78

Dari Tabel 2 dan Gambar 4, terlihat bahwa konversi glukose menjadi alkohol sangat dipengaruhi oleh waktu fermentasi. Semakin lama waktu fermentasi, maka kesempatan glukose melakukan reaksi lebih panjang, sehingga kadar alkohol naik. Tetapi



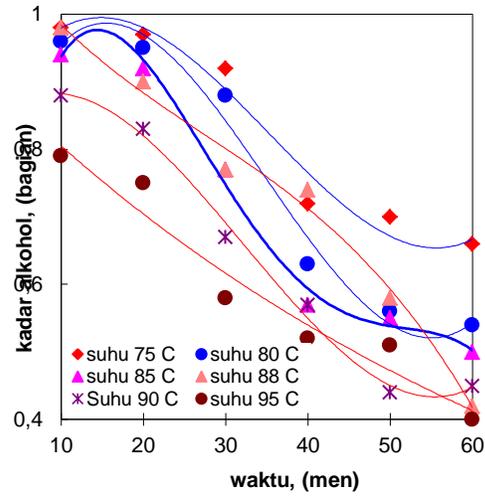
Gambar 4. Hubungan biokonversi dengan waktu dan dosis fermipan

Kenaikan itu sudah tidak begitu nyata setelah waktu fermentasi mencapai 120 jam. Begitu juga pada variasi dosis ragi, semakin tinggi dosis katalis yang digunakan maka semakin besar pula kadar alkohol yang diperoleh. Tetapi perubahan sudah tidak begitu nyata jika dosis telah mencapai 100 ppm, dan kadar alkohol mulai konstan setelah mencapai dosis yeast diatas 100 ppm dan waktu 120 jam.

Tabel 3. Pengaruh Waktu dan suhu refluks distilasi terhadap kadar alkohol(%) dalam produk bioetanol

Waktu (t), (menit)	Suhu fraksinasi,(C)					
	75	80	85	88	90	95
10	98	96	94	98	88	79
20	97	95	92	90	83	75
30	92	88	77	77	67	58
40	72	63	57	74	57	52
50	70	56	55	58	44	51
60	66	54	50	42	45	40

Kadar alkohol rerata dari hasil fermentasi adalah 6,2% (diukur menggunakan vino meter). Hasil fermentasi dimurnikan menggunakan refluks distilasi. Hasil-hasil pemurnian kaldu fermentasi ditunjukkan dalam Tabel 3 dan dijelaskan dalam Gambar 5. Hasil refluks distilasi terbaik yang dapat dicapai yaitu 98% yang terjadi pada saat 10 menit setelah produk awal dan suhu refluks kurang dari 88C. Untuk penetapan kadar alkohol produk ditilasi menggunakan alkohol meter.



Gambar 5. Hubungan kadar alkohol dengan waktu dan suhu refluks

KESIMPULAN

Biokonversi onggok menjadi glukosa yang optimum terjadi pada waktu hidrolisis 24 jam suhu 33 °C, dosis enzim nocook 200 ppm, konsentrasi Onggok 0,3 kg/liter, diperoleh konsentrasi glukosa maksimum 146 g/L. Kadar etanol hasil fermentasi glukose menjadi kaldu fermentasi maksimum yang dapat dicapai 8,8% terjadi pada waktu fermentasi 120 jam suhu 33 °C, dosis fermipan 100 ppm. Pemurnian kaldu fermentasi dengan sekali langkah proses menggunakan refluks distilasi diperoleh hasil 98% alkohol.

Ucapan Terima Kasih

Penulis sangat berterima kasih atas dukungan keuangan dari DP2M DIKTI (skema RAPID), Demikian pula dengan PT LWS yang telah menyediakan tempat untuk pelaksanaan kegiatan penelitian di industri skala. Mudah-mudahan apa yang telah dilakukan akan berguna bagi tim kelembagaan peneliti, industri, dan bangsa Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindyawati, T dan Sukardi, (2011). "Reaksi Hidrolisis dengan Katalisator Enzim: Study Awal Pemanfaatan Onggok sebagai Sumber Pektin", <http://www.biotek.lipi.go.id>.
- Anonim, (2006). "Kelayakan Tekno-Ekonomi Bio-Ethanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbaru" Balai Besar Teknologi Pati, Jakarta.
- Chalifah A. (2007). Mengubah singkong menjadi bioetanol : Sebuah Upaya Meningkatkan Nilai Tambah Singkong di Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta.
- Mulyadi, E dan Heru, D, (2007). "Rancang Bangun Pabrik Bio fuel kapasitas 2 ton/hari". Laporan Proyek Rancang Bangun Pabrik biofuel di Pening- Mojokerto
- Muljadi, E, Billah, M, dan Karaman, N., (2009). Proses Produksi Bioetanol berbasis Singkong Sontrot, Prosiding Research month 2009. Semnas LPPM UPN Veterran jatim.
- Purba, Elida, (2009). "Hidrolisis Pati Ubi Kayu (*Manihot Esculenta*) dan Pati Ubi Jalar (*Ipomonea batatas*) menjadi Glukosa secara Cold Process dengan Acid Fungal Amilase dan Glukoamilase", Universitas Lampung, Lampung.
- Sutiono, Soemargono, Edahwati, L, Dyah, N., (2012). Hidrolisis Onggok, Prosiding Semnas, Pemanfaatan hasil Riset untuk Menunjang Pemberdayaan Ekonomi Lokal dan Industri, ISBN 978-602-9372-496
- Triana, N.W., Dewati, R., Utami, I., dan Astuti, D.H., (2012). Optimasi Pembentukan kaldu Fermentasi Nira Limbah Tebu, Prosiding Semnas, Pemanfaatan hasil Riset untuk Menunjang Pemberdayaan Ekonomi Lokal dan Industri, ISBN 978-602-9372-496

