

BIOETANOL DARI LIMBAH CAIR TEPUNG TERIGU DENGAN PROSES FERMENTASI MENGGUNAKAN TURBO YEAST

Sofi Bachtiar ¹⁾, Retno Wahyuningtyas ²⁾, Ni Ketut Sari ³⁾

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UPN "Veteran" Jawa Timur
Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294
Telepon (031) 8782179, faks (031) 8782257
E-mail: ketutsari.tk@upnjatim.ac.id

Abstrak

Kebutuhan akan tepung terigu di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya, menyebabkan industri tepung terigu meningkatkan kapasitas produksinya sehingga jumlah limbah yang dihasilkan juga semakin meningkat, solusi adalah dengan mengubah limbah cair tepung terigu menjadi produk bioetanol. Bioetanol adalah etanol yang dibuat dari biomassa yang mengandung komponen pati atau selulosa. Bahan yang digunakan untuk pembuatan bioetanol dalam penelitian ini yaitu limbah cair tepung terigu serta ragi yang digunakan yaitu Alcotec 48 Turbo Yeast. Pada penelitian pembuatan bioetanol dari limbah cair tepung terigu dengan proses fermentasi menggunakan Turbo Yeast akan menghasilkan suatu bioetanol yang akan dianalisis kadar alkoholnya menggunakan refraktometer alkohol. Kandungan glukosa limbah cair tepung terigu setelah proses hidrolisis sebesar 11% (v/v). Hasil terbaik pada proses fermentasi yaitu pada kadar turbo yeast 10% dan berlangsung pada hari ke 5 yang menghasilkan kadar bioetanol sebesar 37% (v/v). Setelah dilakukan proses optimasi hasil dengan metode Response Surface Methodology (RSM) menggunakan aplikasi Minitab 17 didapatkan kadar turbo yeast optimum sebesar 11.6569% dan waktu optimum fermentasi 5 hari dihasilkan kadar alkohol sebesar 37.2073%.

Kata kunci: bioetanol; fermentasi; hidrolisis; limbah cair tepung terigu; turbo yeast

BIOETHANOL FROM WHEAT FLOUR WASTE BY FERMENTATION PROCESS USING TURBO YEAST

Abstract

The need for wheat flour in Indonesia is increasing every year, causing the wheat flour industry to increase its production capacity so that the amount of waste produced is also increasing, the solution is to change the liquid waste of wheat flour into bioethanol products. Bioethanol is ethanol made from biomass which contains starch or cellulose components. The materials used for the manufacture of bioethanol in this study are liquid waste of wheat flour and yeast used, namely Alcotec 48 Turbo Yeast. In the research of making bioethanol from wheat flour wastewater by fermentation using Turbo Yeast, it will produce a bioethanol which will be analyzed for its alcohol content using an alcohol refractometer. It was found that the liquid waste content of wheat after the hydrolysis process was 11% (v/v). The best results in the fermentation process are at 10% turbo yeast levels and take place on day 5 which produces bioethanol levels of 37% (v/v). After optimizing the results with the Response Surface Methodology (RSM) method using the Minitab 17 application, the optimum turbo yeast content was 11.6569% and the optimum fermentation time was 5 days which resulted in an alcohol content of 37.2073%.

Key words: bioethanol; fermentation; hydrolysis; turbo yeast; wheat flour wastewater

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan tepung terigu cukup besar di Indonesia, pada tahun 2013 kebutuhan tepung terigu di Indonesia mencapai 6744 ton dan mengalami peningkatan setiap tahunnya. Semakin meningkatnya

kebutuhan akan tepung terigu menyebabkan industri tepung terigu meningkatkan kapasitas produksinya sehingga secara otomatis menyebabkan jumlah limbah yang dihasilkan juga semakin meningkat. Oleh karena itu untuk menanggulangi jumlah limbah semakin meningkat yang berpotensi merusak ling-

kungan salah satu solusi adalah dengan mengubah limbah cair tepung terigu tersebut menjadi produk bioetanol (Najafpour, 2007). Bioetanol adalah etanol yang dibuat dari biomassa yang mengandung komponen pati atau selulosa. Bahan baku bioetanol dapat diperoleh dari berbagai tanaman yang menghasilkan gula (seperti tebu dan molase), tepung/pati seperti jagung, sugu (Murtias, 2015), (Riska, 2018), dan umbi-umbian seperti singkong (Risnoyatiningsih, 2011), (Handayani, 2016). Dari hasil analisa laboratorium, kandungan pati pada limbah cair tepung terigu rata-rata adalah 9,282%. Selain pati, dalam limbah cair tepung juga terdapat kandungan glukosa, pada 100gram limbah cair tepung terigu dapat dihasilkan hingga maksimal 3.786 liter glukosa. Mengingat kandungan nutrisi dan pati yang dimilikinya, limbah cair pabrik tepung terigu tersebut berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol

Sari, 2013 melakukan penelitian produksi bioetanol dari limbah cair tepung pada proses hidrolisis menggunakan *bacillus* dihasilkan kadar glukosa sebesar 5%-10%, pada proses fermentasi menggunakan *saccharomyces cerevisiae* selama 6 hari dihasilkan kadar etanol sebesar 11%-16%. Arifiyanti, 2020 melakukan penelitian pembuatan bioetanol dari biji nangka dengan proses likuifikasi dan fermentasi menggunakan *saccharomyces cerevisiae* didapatkan hasil bahwa kadar alkohol tertinggi 40% dengan waktu 60 jam. Anders, 2012 melakukan penelitian fermentasi jerami 80 gr/L menggunakan *Turbo Yeast* didapatkan hasil penelitian yaitu kadar *Turbo Yeast* optimum yang ditambahkan sebanyak 6 gr/L.

Penelitian yang akan dilakukan merupakan pengembangan dari penelitian Sari, 2016 tentang pembuatan bioetanol dari limbah cair tepung terigu, dimana pada penelitian ini pada proses hidrolisis digunakan katalis asam sulfat dan pada proses fermentasi yeast yang mempunyai kualitas lebih baik yaitu *Alcotec 48 Turbo Yeast* sehingga diharapkan bisa mendapatkan hasil kadar etanol yang lebih tinggi. *Turbo yeast* adalah campuran *dry wine yeast* (*Saccharomyces Cerivisae*) dan nutrisi yang dioptimalkan untuk memberikan kombinasi yang tepat antara nitrogen, vitamin, dan trace mineral yang dibutuhkan ragi dalam berbagai tahap fermentasi alkohol. Pada penelitian ini dicari kadar bioetanol dari limbah cair tepung terigu dan waktu optimum dalam proses fermentasi, serta pengaruh kadar *Turbo Yeast* yang optimum terhadap kadar etanol yang dihasilkan.

Pada proses pembuatan bioetanol dari limbah cair tepung terigu terdapat dua proses yang digunakan. Pertama yaitu proses hidrolisis, hidrolisis merupakan suatu proses antara reaktan dengan air untuk memecah atau menguraikan suatu senyawa. Pati dihidrolisis akan menghasilkan glukosa melalui hidrolisis polisakarida atau disakarida baik menggunakan asam atau enzim (Sita, 2016). Limbah cair tepung terigu dihidrolisis guna memecah senyawa pati yang terkandung di

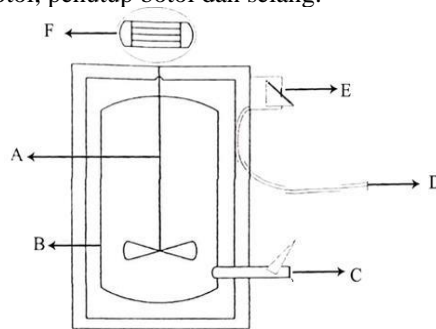
dalamnya menjadi senyawa glukosa guna memudahkan proses selanjutnya. Pada penelitian ini digunakan proses hidrolisis dengan katalisator asam sulfat, karena proses hidrolisa menggunakan katalisator asam sulfat memberikan perolehan kadar yang lebih besar daripada penggunaan katalisator asam klorida (Roosdiana, 2014). Hal ini dapat terjadi karena asam sulfat memiliki jumlah ion H⁺ yang lebih banyak daripada asam klorida sehingga pemutusan ikatan menjadi monomer-monomer berlangsung lebih baik. Proses selanjutnya yaitu proses fermentasi, fermentasi berasal dari kata kerja latin *fevere*, mendidih, dengan demikian menggambarkan munculnya kegiatan ragi (*yeast*) pada ekstrak buah atau biji malt (Novia, 2011). Fermentasi yang menghasilkan alkohol umumnya menggunakan khamir *Saccha-romyces cerevisiae*, merupakan mikroba yang paling baik untuk fermentasi etanol karena relatif lebih efisien mengubah gula menjadi etanol dan lebih toleran terhadap etanol. Mikroorganisme *Saccharomyces Cerevisiae* terdapat beberapa merek yang beredar di masyarakat diantaranya yaitu *fermiol*, *red star*, *baker's yeast*, *alltech*, dan *gert strand* (Martha, 2017).

Dalam penelitian ini digunakan yeast dengan merk *Alcotec 48 Turbo Yeast* untuk mengubah glukosa menjadi etanol. *Alcotec 48 Turbo Yeast* dapat menghasilkan kadar alkohol diatas 20% karena mengandung ragi *Alcotec Ethanol TT* yang sangat aktif bercampur dengan *Nutrient Alcotec* untuk fermentasi alkohol tinggi.

METODE PENELITIAN

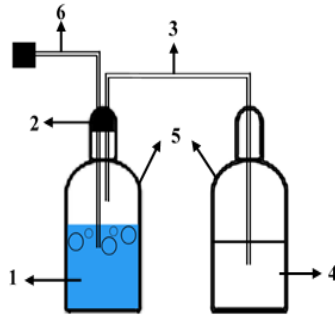
Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah cair tepung terigu yang didapatkan dari PT. Bogasari Flour Mill. *Saccharomyces cerevisiae* (*Alcotec Turbo Yeast 48*) dibeli secara online. Asam Sulfat (H₂SO₄) 98%, *Aquadest* (H₂O), dan Natrium Hidroksida (NaOH) didapatkan dari toko kimia kawasan Surabaya. NPK dan Urea didapatkan dari toko pupuk kawasan Surabaya.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat alat hidrolisis yang terdiri dari tangki hidrolisis, pengaduk, motor penggerak pengaduk, dan termometer. Seperangkat alat fermentasi yang terdiri dari botol, penutup botol dan selang.



Gambar 1. Rangkaian alat hidrolisis

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa (A) adalah Pengaduk, (B)Tangki Hidrolisis, (C) Kran, (D) Kabel Listrik, (E) Tombol penggerak pengaduk, dan (F) adalah Motor Penggerak Pengaduk.



Gambar 2. Rangkaian alat fermentasi

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa (1) adalah Limbah cair tepung terigu, (2) Penutup botol, (3) Selang penghubung, (4) Aquadest, (5) Botol, dan (6) adalah selang sampling.

Penelitian dilakukan dalam 3 tahap yaitu tahap persiapan bahan, tahap hidrolisis, dan tahap fermentasi. Limbah cair tepung terigu di pre-treatment dengan cara menyaring limbah cair tepung terigu menggunakan kain kasa beberapa kali, limbah yang sudah bebas dari impuritis dilakukan proses hidrolisis.

Proses Hidrolisis

Limbah cair tepung terigu yang sudah bersih dari impuritis sebanyak 4 liter dimasukkan ke dalam tangki hidrolisis. Limbah cair tepung dihidrolisis dengan larutan H₂SO₄ 5% (v/v) (Mardiana, 2014) sambil diaduk selama 1 jam dengan kecepatan 1500 rpm pada suhu ± 30°C. Hasil hidrolisis disaring untuk mengambil filtratnya yang akan digunakan untuk proses fermentasi dan residu dapat digunakan untuk kompos. Glukosa yang didapatkan kemudian dianalisa dengan menggunakan refraktometer glukosa atau Gas Chromatografi (Khak, 2008).

Proses Fermentasi

Filtrat hasil proses hidrolisis yang sudah bebas impuritis diatur pH larutan ±4,5 dengan cara menambahkan NaOH 8N. Filtrat diambil sebanyak 500ml, dimasukkan ke dalam masing-masing botol. Botol yang berisi filtrat disterilkan dalam inkubator yang dilengkapi dengan UV selama 30 menit. Matikan lampu UV, masukkan *Turbo Yeast* sesuai variabel yaitu 2 g/l, 4 g/l, 6 g/l, 8 g/l, dan 10 g/l ke dalam masing-masing botol yang sudah steril, tambahkan NPK dan Urea masing-masing 0,1 gr/100 ml. Siapkan *aquadest* dalam botol terpisah secukupnya, tutup rapat-rapat kedua botol, sambungkan selang penghubung pada botol 1 dan botol aquadest untuk indikator adanya CO₂ dan sambungkan selang sampling pada botol 1 untuk pengambilan sampel dan penambahan nutrisi. Setelah botol tertutup rapat dan semua selang sudah diatur, proses fermentasi dilakukan dengan waktu sesuai variabel yaitu selama 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, dan

7 hari. Etanol yang didapatkan kemudian dianalisa dengan menggunakan refraktometer alkohol.

Optimasi Hasil

Dalam melakukan eksperimen percobaan, hasil yang didapatkan terkadang tidak sesuai dengan hasil yang tidak optimum. Maka, untuk menentukan kondisi optimum dalam suatu perancangan eksperimen dapat dilakukan dengan optimisasi (Otto, 2005) menggunakan metode yang disebut *Response Surface Methodology*. Menurut (Montgomery, 2009) *Response Surface Methodology* merupakan suatu metode gabungan antara teknik matematika dan teknik statistika, digunakan untuk membuat model dan menganalisa suatu respon y yang dipengaruhi oleh beberapa variabel bebas (faktor x) guna mengoptimalkan respon tersebut.

Hubungan antara respon y dan variabel bebas x adalah:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k) + \epsilon \tag{1}$$

Keterangan:

Y = variabel respon

X₁, X₂, ..., X_k = variabel bebas / faktor

ε = error

Persamaan dan hasil optimasi didapatkan dengan menggunakan software Minitab. Dalam software ini hasil optimal akan ditunjukkan dengan menggunakan grafik serta angka hasil perhitungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah cair tepung terigu di pre-treatment terlebih dahulu dengan cara menyaring limbah cair tepung terigu menggunakan kain kasa beberapa kali. Limbah cair tepung terigu yang sudah bersih dari impuritis sebanyak 4 liter dihidrolisis dengan larutan H₂SO₄ 5% (v/v) sambil diaduk selama 1 jam menggunakan motor pengaduk dengan kecepatan 1500 rpm, dan didapatkan kadar glukosa hasil hidrolisis sebesar 11%.

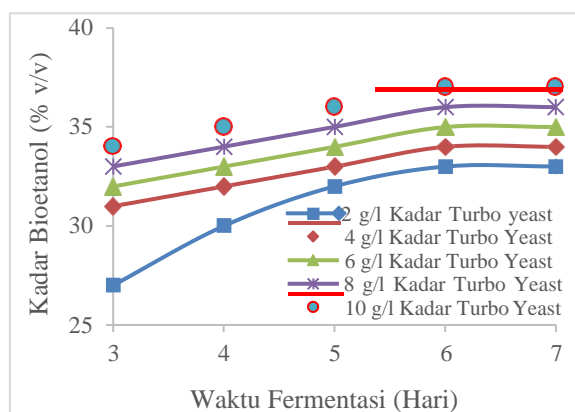
Tabel 1. Analisis Kadar Bioetanol Pada Proses Fermentasi

Kadar <i>Turbo Yeast</i> (g/l)	Kadar Bioetanol (%v/v)				
	Waktu Fermentasi (Hari)				
	3	4	5	6	7
2	28	30	32	33	33
4	31	32	33	34	34
6	32	33	34	35	35
8	33	34	35	36	36
10	34	35	36	37	37

Filtrat hasil proses hidrolisis yang sudah bebas impuritis diatur pH larutan ±4,5 dengan cara menambahkan NaOH 8N. Filtrat diambil sebanyak 500ml, dimasukkan ke dalam masing-masing botol disterilkan dalam inkubator yang dilengkapi dengan UV selama 30 menit. Selanjutnya dilanjutkan dengan dengan proses fermentasi menggunakan *turbo yeast* sebagai sumber *Saccharomyces Cerevisiae*, urea dan NPK 0,5g/500ml sebagai nutrisi mikroorganisme.

Proses fermentasi berlangsung selama 7 hari dengan variabel *turbo yeast* 2, 4, 6, 8, 10 (g/l), diperoleh data sebagai berikut:

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar bioetanol tertinggi yang didapatkan yaitu sebesar 37% dengan kondisi operasi terbaik yaitu kadar *turbo yeast* 10 g/l dan waktu fermentasi selama 5 hari. Hal ini disebabkan penggunaan *Alcotec 48 Turbo Yeast* mengandung ragi *Alcotec Ethanol TT* yang sangat aktif bercampur dengan *Nutrient Alcotec* untuk fermentasi alkohol tinggi sehingga dapat menghasilkan kadar bioetanol yang lebih tinggi dari penggunaan *Saccharomyces cerevisiae* biasa atau penggunaan mikroorganisme yang lain (Khurniawati, 2019).

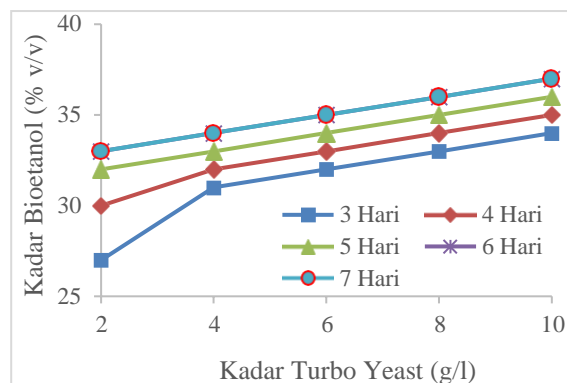


Gambar 3. Hubungan Antara Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Dengan Waktu Fermentasi

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa pada hari ke-3 mikroorganisme telah mencapai fase logaritmik, sehingga kadar bioetanol akan mengalami kenaikan seiring bertambahnya waktu dan pada suatu saat kadar bioetanol akan konstan, hal ini disebabkan karena mikroorganisme telah mengalami fase stasioner. Namun, waktu untuk mencapai fase stasioner ini berbeda - beda pada setiap perlakuan. Pada perlakuan kadar *turbo yeast* 2% fase stasioner terjadi pada hari ke-6 sampai ke-7. Pada perlakuan *turbo yeast* 10% fase stasioner terjadi dari hari ke-5 sampai ke-7. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan kadar *turbo yeast* terlalu tinggi dapat mempercepat fase stasioner dan fase kematian, dikarenakan jumlah mikroorganisme yang terbentuk lebih banyak dibandingkan dengan jumlah makanan yang tersedia pada awal fermentasi.

Berdasarkan Gambar 4 untuk pengaruh kadar *turbo yeast* didapatkan semakin banyak kadar *turbo yeast* yang digunakan maka kadar bioetanol yang dihasilkan semakin besar. Hasil tersebut didukung dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Anders, 2012) dimana kandungan ragi yang tinggi dapat dengan mudah memfermentasi lebih baik daripada kandungan ragi yang rendah. Konsentrasi bahan yang tinggi memberikan konsentrasi inhibitor yang lebih

tinggi dan konsentrasi ragi (Jayanti, 2011) yang lebih besar dapat membuat detoksifikasi lebih cepat dan kadar alkohol yang dihasilkan semakin besar.



Gambar 4. Hubungan Antara Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Dengan Kadar Turbo Yeast

Optimasi Hasil dengan *Response Surface Methodology* (RSM)

Setelah diperoleh hasil analisis dan perhitungan data bioetanol dilakukan optimasi hasil untuk mengetahui hasil optimum dari bioetanol dengan Metode Respon Permukaan menggunakan aplikasi software Minitab 17 yang dilakukan sesuai acuan landasan teori mengenai Optimasi Hasil. Hasil optimisasi dari Minitab 17 menunjukkan keseluruhan data merupakan orde dua. Hasil optimisasi akan menunjukkan fungsi persamaan respon terhadap kondisi yang diubah seperti kadar turbo yeast dan waktu fermentasi. Bentuk model persamaan yang dihasilkan berupa kadar alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi. Berikut persamaan yang dihasilkan dari hasil optimisasi.

$$\text{Kadar bioetanol} = 21.22 + 1.258 \text{ kadar } turbo \text{ yeast} + 2.55 \text{ waktu fermentasi} - 0.0188 \text{ kadar } turbo \text{ yeast} * \text{kadar } turbo \text{ yeast} - 0.138 \text{ waktu fermentasi} * \text{waktu fermentasi} - 0.0937 \text{ kadar } turbo \text{ yeast} * \text{waktu fermentasi}$$

atau

$$\text{Kadar bioetanol} = 21.22 + 1.258X_1 + 2.55X_2 - 0.0188X_1^2 - 0.138X_2^2 - 0.0937 X_1X_2$$

Keterangan: X_1 = kadar *turbo yeast*

X_2 = waktu fermentasi

Hasil Optimasi

Setelah perlakuan dengan penggambaran plot kontur dan plot permukaan dengan optimisasi menggunakan Metode Respon Permukaan dalam aplikasi software Minitab 17 dapat dilakukan sebuah optimisasi hasil yang diinginkan dengan parameter tertentu. Parameter dari hasil optimisasi diatur untuk menghasilkan kadar alkohol yang paling optimum.

Response Optimization: kadar alkohol

Parameters

Response	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Importance
kadar alkohol	Maximum	28	37		1	1

Solution

Solution	kadar turbo yeast	waktu fermentasi	kadar alkohol Fit	Composite Desirability
1	11.6569	5.31427	37.2073	1

Multiple Response Prediction

Variable	Setting
kadar turbo yeast	11.6569
waktu fermentasi	5.31427

Response	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
kadar alkohol	37.21	1.01	(34.81, 39.61)	(33.36, 41.05)

Gambar 5. Output Hasil Optimisasi dengan Software Minitab 17

Berdasarkan Gambar 5 didapatkan hasil optimisasi menggunakan Metode Respon Permukaan memiliki hasil yang optimum pada kadar *turbo yeast* 11.6569% dan waktu fermentasi 5 hari dihasilkan kadar alkohol sebesar 37.2073%.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian serta pembahasan pada penelitian “Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Cair Tepung Terigu Dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Turbo Yeast*” dapat diambil kesimpulan bahwa Setelah limbah cair tepung terigu dilakukan proses hidrolisis kandungan glukosa yang didapatkan sebesar 11% (v/v). Hasil terbaik pada proses fermentasi yaitu pada kadar *turbo yeast* 10% dan berlangsung pada hari ke 5 yang menghasilkan kadar bioetanol sebesar 37% (v/v). Hasil optimasi dengan *Response Surface Methodology* (RSM) menggunakan aplikasi Minitab 17 didapatkan hasil yang optimum pada kadar *turbo yeast* 11.6569% dan waktu fermentasi 5 hari dihasilkan kadar alkohol sebesar 37.2073%.

SARAN

Sebaiknya proses fermentasi dilakukan di dalam incase yang menyala, sehingga tidak dikhawatirkan ada mikroba lain yang masuk selama proses fermentasi berlangsung dan proses fermentasi menjadi lebih steril. Sebaiknya kadar NaOH yang digunakan untuk pengaturan pH larutan konsentrasinya lebih tinggi karena hidrolisis menggunakan asam kuat yang mengakibatkan nilai pHnya sangat rendah, sehingga dalam proses pengaturan pH larutan tidak menghabiskan waktu yang lama. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengganti bahan baku utama untuk difermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

Arifiyanti, Nanda Ayu, Dewi Nafisatul Aqliyah Kartini dan Mu'tasim Billah. 2020. Bioetanol dari Biji Nangka Dengan Proses Likuiifikasi dan Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*. *ChemPro Journal*, vol. 01, no. 01, hal. 51-55.

Anders, T., Lasse Vahlgren¹, Jens Heller Frederiksen¹, William Linnane dan Mette H. Thomsen. 2012. SSF Fermentation of Rape Straw and the Effects of Inhibitory Stress on Yeast 1(10). *IntechOpen*. Croatia.

Handayani, S.S., Surya Hadi dan Haryanti Patmala. 2016. Fermentasi Glukosa Hasil Hidrolisis Buah Kumbi Untuk Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Pijar MIPA*, Vol. XI, No.1, Hal. 28-33.

Jayanti, R. T. 2011. Pengaruh pH, Suhu Hidrolisis Enzim α -Amilase Dan Konsentrasi Ragi Roti Untuk Produksi Etanol Menggunakan Pati Bekatul. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Khak, M. dan Rini Nuraini Rohmatningsih. 2008. Optimalisasi Fermentor Untuk Produksi Etanol dan Analisis Hasil Fermentasi Menggunakan Gas Chromatografi. *Jurnal Matematika, Saint, dan Teknologi*, vol. 15, no.1, hal. 14.

Khurniawati, Muhammad Uman Fathoni dan Ni Ketut Sari. 2019. Pembuatan Bioetanol Berbasis Glukosa off Grade dengan Proses Fermentasi menggunakan Fermiol. *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 13, no. 2, hal. 48-52.

Mardina, P., Hendry Agusta P. Dan Deka Mardiana H. 2014. Pengaruh Waktu Hidrolisis Dan Konsentrasi Katalisator Asam Sulfat Terhadap Sintesis Furfural Dari Jerami Padi. *Jurnal Konversi*, vol. 3, no. 2, hal. 1-8.

Martha, B., Li Felix Y. Dan Tri Widjaja. 2017. Optimasi Fermentasi Produksi Etanol Dari Nira Siwalan (*Borassus flabellifer*) Menggunakan Mikroorganisme *Saccharomyces Cerevisiae* dan *Pichia stipitis* Dengan Metode Respon Permukaan. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Murtias, Karlina Dwi, Ade Heri Mulyati dan Agus Budiyanto. 2015. Optimasi Produksi Gula Cair Dari Pati Sagu (*Metroxylon spp.*) Asal Sulawesi Tenggara. *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 04, no. 01, hal. 30-41.

Najafpour, G.D., 2007, *Biochemical Engineering and Biotechnology*, United Kingdom, Elsevier.

Novia, M. Faizal, M. F Anko dan D. H. Yogamina. 2011. Hidrolisis Enzimatik dan Fermentasi TKKS yang didelignifikasi dengan Asam Sulfat dan NaOH untuk Produksi Etanol. *Prosiding seminar nasional AvoER ke-3*.vol. 3, hal. 451-462.

Sofi Bachtiar ¹⁾, Retno Wahyuningtiyas ²⁾, Ni Ketut Sari ³⁾: Bioetanol dari limbah cair tepung terigu dengan proses fermentasi menggunakan turbo yeast

- Otto, E. dan Jose Escovar-Kousen. 2005. Ethanol Production by Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF). United States Patent Application Publication, 0026261 A1.
- Riska. 2018. Pengaruh Komposisi Tepung Terigu, Tepung Dangke Dan Tepung Sagu Terhadap Nilai Gizi Dan Kesukaan Biskuit. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Risnoyatiningsih, S. 2011. Hidrolisis Pati Ubi Jalar Kuning Menjadi Glukosa Secara Enzimatis. Jurnal Teknik Kimia, vol. 5, no. 02, hal. 417-424.
- Roosdiana, Muin, Dwi Lestari, dan Tri Wulan Sari. 2014. Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Yang Dihasilkan dari Biji Alpukat. Jurnal Teknik Kimia, vol. 20, No. 4, hal 1-7
- Sari, NK. dan . Pudjiastuti. 2013. Study of Bioethanol Production from Liquid Waste of Bogasari Factory in Mini Plant Scale. Proceeding 19th Regional Symposium Chemical Engineering RSCE 2012. November 7-8. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: A-31-1.
- Sari, NK., Sutiyon S, Luluk E, Ernawati D, Wesen P dan Tatik SH. 2016. Bioethanol Production From Liquid Waste Of Rice Flour With Batch Process. MATEC Web of Conferences 01003, vol. 58, no. 10, hal. 1-5.
- Sita, T.V. 2016. Optimalisasi Proses Fermentasi Pada Produksi Bioetanol Dari Umbi Uwi Dengan Menggunakan Mikroba *Saccharomyces Cerevisiae*. Skripsi. Politeknik Negeri Ujung Pandang. Makassar.