

PEMBUATAN BIOETANOL DARI TEBU

Jandri Fan HT Saragi

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar
Email: jandrifan@gmail.com

Jhon Sufriadi Purba

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin
Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar
Email: jhonsufriadi@gmail.com

ABSTRAK

Biaya yang digunakan untuk membeli bahan bakar minyak bumi semakin meningkat, hal ini belum termasuk dengan biaya lain yang dikeluarkan. Meningkatnya biaya penggunaan bahan bakar fosil dan persediaannya yang semakin terbatas menyebabkan banyak penelitian sains, teknik, dan teknologi untuk mencari sumber bahan bakar alternatif lainnya. Salah satu alternatif yang telah ditemukan adalah penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif. Bioetanol merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan karena terbuat dari bahan bakar nabati serta memiliki angka oktan yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar fosil seperti premium. Salah satu tanaman yang dapat digunakan untuk menghasilkan bioetanol dari proses fermentasi dan destilasi adalah tanaman tebu. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan pengganti bahan bakar yang berasal dari bahan bakar alternatif yang dapat membantu mengurangi krisis dari bahan bakar minyak bumi, mengetahui proses pengolahan tebu menjadi bioetanol, dan mengetahui besarnya nilai oktan atau RON (Research Octane Number) pada bioetanol. Pada penelitian ini dilakukan empat kali percobaan dengan menguji komposisi masing-masing komponen pengujian dan nilai oktan yang didapatkan tiap masing-masing pengujian adalah 114, 115, 116, dan 117.

Kata kunci: bahan bakar, bioetanol, nilai oktan

ABSTRACT

The cost used to buy petroleum fuel is increasing, this does not include other costs incurred. The increasing costs of using fossil fuels and their increasingly limited supply have led to a great deal of scientific, engineering, and technological research looking for other alternative fuel sources. One alternative that has been found is the use of bioethanol as an alternative fuel. Bioethanol is an environmentally friendly fuel because it is made from biofuels and has a higher octane number compared to fossil fuels such as premium. One of the plants that can be used to produce bioethanol from fermentation and distillation processes is sugarcane. The purpose of this research is to find a substitute for fuel derived from alternative fuels that can help reduce the crisis from petroleum fuels, to know the processing of sugarcane into bioethanol, and to know the value of octane or RON (Research Octane Number) on bioethanol. In this study, four experiments were conducted by testing the composition of each component of the test and the octane values obtained for each test were 114, 115, 116, and 117.

Keywords: fuel, bioethanol, octane value

1. PENDAHULUAN

Populasi dunia dan peningkatan urbanisasi secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi permintaan energi saat ini di sebagian besar negara di dunia, masalah yang terkait dengan sumber minyak bumi dan bahan bakar fosil adalah bahwa pasokan terbatas dan tidak dapat diperbarui sehingga

menghabiskan penggunaan. Ketergantungan pada minyak bumi tetap menjadi faktor terpenting yang mempengaruhi distribusi kekayaan di seluruh dunia, konflik global, dan kualitas lingkungan [1]. Menurut penelitian dan pengembangan bahan baku energi terbarukan untuk menggantikan atau melengkapi sumber bahan bakar fosil telah diintensifkan oleh pertumbuhan populasi dan permintaan terkait untuk bahan bakar dan barang ditambah dengan lingkungan yang lebih ketat [2].

Cadangan minyak bumi yang semakin menipis, maka perlu dipikirkan bahan bakar terbaru pengganti dari minyak bumi agar pergerakan dibidang otomotif terus beroperasi. Untuk mencegah kekurangan bahan bakar minyak bumi yang dapat mengancam transportasi dan pabrik industri dapat berhenti beroperasi [3]. Maka pengolahan tebu menjadi bioetanol (C_2H_5OH) sebagai bahan bakar alternatif sangat berguna dan membantu untuk mengatasi kekurangan bahan bakar yang semakin menipis, ditambah kebutuhan akan bahan bakar semakin meningkat dikarenakan jumlah transportasi yang terus meningkat baik dari transportasi umum maupun pribadi sehingga perlu diteliti bahan bakar yang dapat diperbaharui untuk menggantikan bahan bakar dari minyak bumi [4]. Untuk itu dilakukan penelitian dari tebu menjadi bahan bakar bioetanol (C_2H_5OH) yang sangat penting untuk diteliti guna mendapatkan bahan bakar terbarukan yang dapat membantu mengatasi permasalahan dari minyak bumi [5].

Selain itu bioetanol (C_2H_5OH) merupakan bahan bakar ramah lingkungan karena memiliki angka oktan yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar yang dihasilkan oleh minyak bumi seperti premium (C_nH_{2n+2}) dan pertamax yang berguna untuk menyempurnakan pembakaran dalam mesin. Bioetanol (C_2H_5OH) sebagai bahan bakar alternatif diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar yang semakin meningkat setiap tahunnya, oleh karena itu pengolahan tebu menjadi bioetanol (C_2H_5OH) sangat berperan penting untuk menyelesaikan permasalahan kelangkaan minyak bumi [6].

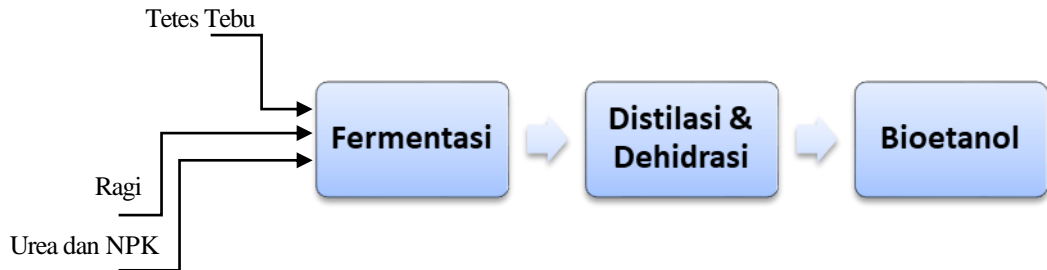
Sejak implementasi program alkohol Brasil, bioetanol skala besar telah digunakan sebagai biofuel [7]. Produksi bioetanol dari bahan lignoselulosa disebut juga bioetanol generasi kedua, diusulkan sebagai alternatif tanpa efek merugikan tersebut. Material lignoselulosa meliputi residu pertanian, limbah padat perkotaan, limbah pabrik pulp, alang-alang dan limbah kebun bisa menjadi alternatif yang ramah lingkungan. Etanol merupakan bahan bakar alternatif yang berasal dari sumber daya hayati terbarukan. Ini adalah pengganti bensin yang baik pada mesin pengapian busi [8]. Ampas tebu (SCB) adalah limbah pertanian yang paling melimpah di dunia, menghasilkan 540 juta ton biomassa per tahun [9]. Bioetanol secara sederhana adalah etanol adalah sumber energi terbarukan yang dibuat dengan memfermentasi gula dan komponen pati tanaman. Ragi paling sering digunakan dalam proses fermentasi dan memperoleh energi dari berbagai sumber karbon. Ragi adalah mikroorganisme yang paling umum untuk fermentasi etanol. Di antara kerajaan ragi, *S. cerevisiae* adalah salah satu penghasil etanol yang terkenal. Etanol adalah bahan kimia penting yang telah digunakan sebagai bahan mentah untuk berbagai aplikasi termasuk bahan kimia, bahan bakar (bioetanol), minuman, farmasi, dan kosmetik. *S. cerevisiae* memiliki waktu perkecambahan yang singkat dan mudah dikultur dalam proses skala besar [10][11].

Keuntungan lingkungan utama menggunakan etanol adalah keberlanjutan saat menggunakan sumber daya terbarukan sebagai bahan baku, karenanya menggembirakan kemandirian bahan bakar fosil, karena tidak memberikan tambahan bersih karbon dioksida ke atmosfer [12]. Bahan bakar nabati telah menjadi sumber energi yang digunakan manusia sejak zaman kuno, meningkatkan penggunaan bahan bakar nabati untuk tujuan pembangkit energi dengan minat khusus [13]. Saat ini karena mereka memungkinkan migrasi gas rumah kaca, memberikan sarana kemandirian energi dan bahkan mungkin setelah kemungkinan pekerjaan baru. Bahan bakar bio sedang diselidiki sebagai pengganti potensial untuk bahan bakar berpolusi tinggi yang diperoleh dari sumber konvensional. Penelitian mengenai bioetanol sebagai bahan bakar alternatif telah banyak dilakukan diantara oleh Syawala D (2013), Kabbashi N, Alam M, Mokhtar SFS, Gani M, Abdulkadir N, Usman SB, et al (2012), Amores I, Ballesteros I, Manzanares P, Sáez F, Michelena G, Ballesteros M (2013) dan Dodo CM, Mamphweli S, Okoh O (2017).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Desain Acak Sempurna yaitu perlakuan secara acak kepada variable penelitian. Tidak terdapat batasan terhadap pengacakan. Unit-unit eksperimen bersifat homogen. Peralatan yang perlu digunakan pada penelitian ini adalah Drum Fermentor yang berfungsi untuk mengencerkan kadar gula dalam tetes tebu (molasses) dengan cara fermentasi; Distilator yang berfungsi

untuk menyuling atau memisahkan kadar air dalam molasses yang telah di fermentasikan; Kompor Pemanas yang berfungsi untuk melarutkan bahan kimia hasil dari fermentasi molasses, hingga uap etanol keluar; sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tetes tebu (molasses); NPK dan urea yang berfungsi sebagai nutrisi ragi; dan ragi (yeast) merupakan semacam tumbuh-tumbuhan bersel satu yang tergolong dalam keluarga cendawa. Ragi akan bekerja jika ditambahkan dengan air hangat-hangat kuku secukupnya dan kandungan karbondioksida yang dihasilkan akan membuat suatu adonan akan mengembang dan berbentuk pori-pori



Gambar 1. Tahapan Utama Pembuatan Bioetanol dari Tetes Tebu

Untuk pelaksanaan penelitian pengolahan tetes tebu (molasses) menjadi bioetanol, ada beberapa proses yang harus dilakukan. Adapun proses tersebut adalah pengenceran air tebu dimana kandungan gula dalam air tebu sangat tinggi untuk proses fermentasi dan kadar gula yang diinginkan kurang lebih 14%, penambahan urea dan NPK, penambahan ragi, fermentasi, distilasi dan dehidrasi.

2.1. Perhitungan dan Pelaporan Analisis Metode Uji Bioetanol

Luas puncak (A_i) dikali factor respon relative berbasis massanya (R_i). Tentukan persen masa relative tiap alkohol (RM_i) dengan persamaan dibawah:

$$RM_i = \frac{A_i R_i \times 100}{\sum_i^n A_i R_i} \quad (1)$$

Dimana n adalah banyaknya puncak yang terdeteksi

Dapatkan nilai persen masa air didalam contoh yang analisis, dimana persen masa alkohol (M_i) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$M_i = \frac{RM_i \times (100 - \text{Persen masa air di dalam contoh})}{100} \quad (2)$$

Persen volume alkohol (V_i) dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$V_i = \frac{M_i \times D_c}{D_i} \quad (3)$$

Dimana D_c adalah Berat jenis contoh yang dianalisa pada kondisi 15,56/15,56°C, D_i adalah berat jenis komponen i pada kondisi 15,56/15,56°C dan i adalah alcohol. Perbedaan relative dari hasil-hasil berurutan yang diperoleh dari hasil analisa pada contoh yang sama tidak lebih dari 0,22%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses awal pengambilan data sebesar 25 kg larutan tebu dicampurkan air dengan perbandingan 1 : 2,571 dan diproses di fermentor hingga kadar gula mencapai 14% dari total larutan. Setelah kadar gula dalam larutan tercapai, 40 gr urea dan 11 gram NPK di masukkan ke dalam larutan dan diaduk rata. Masukkan ragi roti sebesar 0,2% dari kadar gula dalam larutan molasse yaitu sebanyak 25 gr, Kemudian ragi roti yang sudah berbentuk buih dimasukkan ke dalam fermentor drum. Fermentasi memerlukan waktu beberapa jam setelah semua bahan dimasukkan ke dalam fermentor. Selama proses fermentasi suhu idealnya 36°C dan 4,5 – 5 untuk pH. Proses fermentasi berlangsung selama 2 - 3 jam dan apabila terdapat gelembung udara, maka fermentasi telah selesai. Kadar etanol dalam cairan fermentasi kurang lebih 7 - 10%. Cairan fermentasi dimasukkan kedalam evaporator ketika proses fermentasi selesai dengan mempertahankan suhu evaporator sebesar 81°C. Uap etanol dialirkan ke distilator dan pada proses distilasi yang pertama kandungan etanol sebesar 92%. Kadar etanol pada pengujian pertama lebih kecil dari 95% maka proses destilasi dilakukan kembali dengan menambahkan komposisi tetes tebu, urea dan NPK serta ragi sampai kadar etanolnya 95%. Pengujian keempat dengan jumlah tetes tebu sebesar 28 kg, urea dan NPK masing-masing 70 gr dan 14 gr serta ragi sebesar 28 gram melalui proses fermentasi dan destilasi hingga diperoleh kandungan etanol sebesar 95%. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 1**.

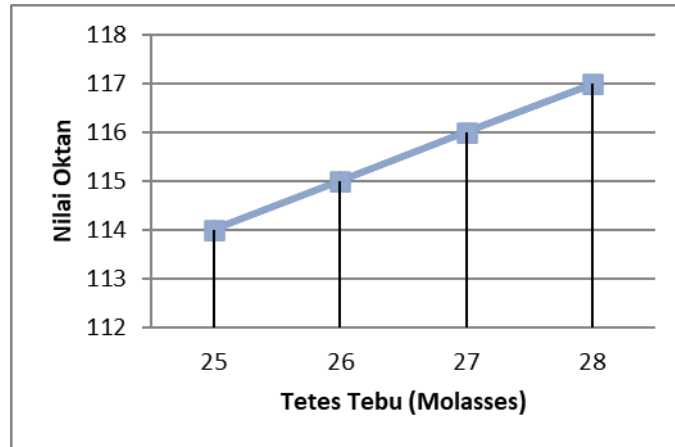
Tabel 1. Data Pengamatan Untuk Desain Acak Sempurna (Tiap Perlakuan Berisi n Pengamatan)

No		Variabel					Jumlah
		1	2	3	4	5	
1	Persentase hasil pengujian penelitian	28	70 dan 14	28	7	95	
		27	60 dan 13	27	6	94	
		26	50 dan 12	26	5	93	
		25	40 dan 11	25	4	92	
2	Jumlah	106	276	106	22	374	884
3	Banyak Pengamatan	4	4	4	4	4	20
4	Rata-rata	26,5	69	26,5	5,5	93,5	221

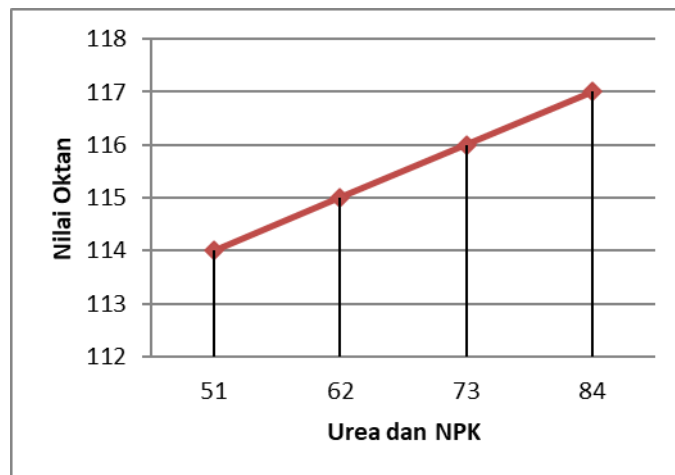
Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dapat kita lihat bahwa nilai oktan yang dihasilkan dari proses Fermentasi selama 3 jam dan proses destilasi dan dehidrasi dengan mempertahankan suhu evaporator sebesar 81°C di peroleh nilai oktan sebesar 117 yang memerlukan Molasses 28 kg, Urea dan NPK 70 gr dan 14 gr, Ragi 28 gr, nilai oktan 116 memerlukan Molasses 27 kg, Urea dan NPK 60 gr dan 13 gr, ragi 27 gr, nilai oktan 115 memerlukan Molasses 26 kg, Urea dan NPK 50 gr dan 12 gr, Ragi 26 gr, nilai oktan 114 memerlukan Molasses 25 kg, Urea dan NPK 40 gr dan 11 gr, Ragi 25 gr. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Gambar 2, 3, dan 4**.

Table 2. Tabel Hasil Penelitian Proses Pembuatan Bioetanol

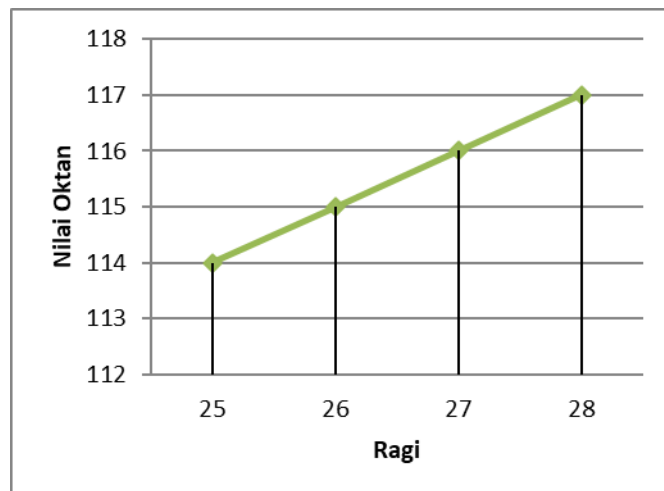
No	Nilai Oktan	Hal Yang Mempengaruhi Pengolahan Bioetanol				
		Jumlah Tetes Tebu (Molasses)	Urea dan NPK	Ragi	Fermentasi	Distilasi dan Dehidrasi
1	117	28 kg (22,5liter)	70 gr dan 14 gr	28 gr	2 – 3 jam	79 – 81°C
2	116	27 kg (21,5liter)	60 gr dan 13 gr	27 gr	2 – 3 jam	79 – 81°C
3	115	26 kg (20,5liter)	50 gr dan 12 gr	26 gr	2 – 3 jam	79 – 81°C
4	114	25 kg (19,5liter)	40 gr dan 11 gr	25 gr	2 – 3 jam	79 – 81°C



Gambar 2. Hubungan Antara Nilai Oktan Terhadap Jumlah Tetes Tebu (Molasses)



Gambar 3. Hubungan Antara Nilai Oktan Terhadap Jumlah Urea dan NPK



Gambar 4. Hubungan Antara Nilai Oktan Terhadap Jumlah Ragi

Analisis statistik varians (ANOVA) sangat penting untuk menguji perbedaan yang signifikan antar mean secara statistik. Mendeteksi efek interaksi antar variabel; umumnya efek dimodifikasi oleh efek lain. Efek dan interaksi antar faktor diamati dan dianalisis berdasarkan hasil ANAVA seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Daftar Anava Dari Pengolahan Bioetanol

Sumber Variasi	Dk	JK	KT	EKT	F
Rata-rata	1	39.072,8	39.072,8		
Bahan	5	20.679,2	4.135,84	$\sigma_e^2 + \theta(M)^*$	0,8991
Kekeliruan	14	4.600	328,58	σ_e^2	
Jumlah	20	64.352	42.880,06	4.135,84	-

^{*)} EKT ditulis dengan symbol θ (.), Disini $\theta(M) = (4t_1^2 + 4t_2^2 + 4t_3^2 + 4t_4^2) / 5$. Dimana M menyatakan bahan.

Statistik F memberikan

$$F = 4.135,84 / 4.600 = 0,8991$$

Dari Tabel 3, F_{table} dengan dk 1 : 20 pada taraf signifikansi 5% adalah 4,35 sedangkan F_h yang diperoleh 0,8991. Ternyata F_h < F_t (0,8991 < 4,35) sehingga dapat disimpulkan bahwa persamaan regresi adalah linier. Hal ini berarti semakin tinggi komposisi tetes tebu, urea dan NPK serta ragi maka akan semakin tinggi pula nilai oktan yang diperoleh, sebaliknya semakin rendah komposisi tetes tebu, urea dan NPK serta ragi semakin rendah pula nilai oktan yang dihasilkan.

Dari hasil penelitian dan pengujian terhadap jumlah tetes tebu (molasses), urea (NPK), ragi, fermentasi dan disitilasi (dehidrasi) dapat menghasilkan jumlah nilai oktan yang berbeda. Untuk angka oktan, bahan bakar bioetanol jauh lebih tinggi dari pada angka oktan dari bensin yaitu untuk FGE sekitar 118 dan untuk bensin (premium) 88.

4. KESIMPULAN

Bioetanol dapat diperoleh dari tetes tebu (molasses) dengan proses pengenceran tebu, penambahan urea dan NPK, penambahan ragi, fermentasi dan distilasi (dehidrasi). Tetes tebu (molasses) sebagai bahan baku bioetanol dapat dikembangkan oleh berbagai pihak seperti pemodal besar maupun industry rumah tangga (home industry) dikarenakan tetes tebu (molasses) mudah didapat dari pabrik-pabrik gula. Bioetanol memiliki angka oktan atau RON (Research Octane Number) yang lebih tinggi dibandingkan dengan bensin, sehingga pembakaran lebih sempurna yang berdampak pada semakin meningkatnya daya yang dihasilkan oleh engine. Pada penelitian ini nilai oktan yang didapatkan tiap masing-masing pengujian adalah 114, 115, 116, dan 117.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syawala D. Production Of Bioethanol From Corncob And Sugarcane Bagasse With Hydrolysis Process Using Aspergillus niger and Trichoderma viride. IOSR J Environ Sci Toxicol Food Technol. 2013;5(4):49–56.
- [2] Kabbashi N, Alam M, Mokhtar SFS, Gani M, Abdulkadir N, Usman SB, et al. Production and characterization of bioethanol from sugarcane bagasse as alternative energy sources. Malaysian Int Conf Trends Bioprocess Eng 2012. 2018;207(1):876–80.
- [3] Suleiman B, Abdulkareem SA, Afolabi EA, Musa U, Mohammed IA, Eyikanmi TA. Optimization of bioethanol production from nigerian sugarcane juice using factorial design. Adv Energy Res. 2016;4(1):69–86.
- [4] Ragauskas AJ, Williams CK, Davison BH, Britovsek G, Cairney J, Eckert CA, et al. The path

- forward for biofuels and biomaterials. *Science* (80-). 2006;311(5760):484–9.
- [5] Gani M, Abdulkadir N, Usman SB, Maiturare HM, Gabriel S. Production of Bioethanol from Sugarcane Bagasse Using *Saccharomyces Cerevisiae*. *Biotechnol J Int*. 2018;22(1):1–8.
- [6] Akpan UG, Alhakim AA, Ijah UJJ. Production of ethanol fuel from organic and food wastes. *Leonardo Electron J Pract Technol*. 2008;7(13):001–11.
- [7] Dodo CM, Mamphweli S, Okoh O. Bioethanol production from lignocellulosic sugarcane leaves and tops. *J Energy South Africa*. 2017;28(3):1–11.
- [8] Amores I, Ballesteros I, Manzanares P, Sáez F, Michelena G, Ballesteros M. Ethanol Production from Sugarcane Bagasse Pretreated by Steam Explosion. *Electron J Energy Environ*. 2013;1(1):25–36.
- [9] Dwianto W, Fitria A, Wahyuni I, Adi DS, Hartati S, Kaida R, et al. A method for producing bioethanol from the lignocellulose of *Shorea uliginosa* Foxw. by enzymatic saccharification and fermentation. *J Math Fundam Sci*. 2014;46(2):169–74.
- [10] Siqueira PF, Karp SG, Carvalho JC, Sturm W, Rodríguez-León JA, Tholozan JL, et al. Production of bio-ethanol from soybean molasses by *Saccharomyces cerevisiae* at laboratory, pilot and industrial scales. *Bioresour Technol*. 2008;99(17):8156–63.
- [11] Tibayrenc P, Preziosi-Belloy L, Roger JM, Ghommidh C. Assessing yeast viability from cell size measurements? *J Biotechnol* [Internet]. 2010;149(1–2):74–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiotec.2010.06.019>
- [12] Kartini AM, Dhokhikah Y. Bioethanol Production from Sugarcane Molasses with Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF) Method using *Saccharomyces cerevisiae*-*Pichia stipitis* Consortium. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 2018;207(1).
- [13] Purwadi R. Continuous ethanol production from dilute-acid hydrolyzates: Detoxification and fermentation strategy. *Doktorsavhandlingar vid Chalmers Tekniska Hogskola*. 2006. 1–72 p.