



e-ISSN Number
2655 2967

Available online at <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JCPE/index>

Journal of Chemical Process Engineering

Volume 5 Nomor 2 (2020)



SINTA Accreditation
Number 28/E/KPT/2019

Pengaruh Konsentrasi Enzim Silanase Dan *Saccharomyces Cerevisiae* Dalam Pembuatan Bioethanol Dari Limbah Kulit Singkong Dengan Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan

(The Effect Of Xylanase Enzyme and Saccharomyces Cerevisiae Concentration In The Production Of Bioethanol From Waste of Cassava Peel Using Simultaneous Saccharification And Fermentation (SSF) Process)

Dwinda Anggriani, Ummu Kalsum, N Nurjannah

*Program Studi Magister Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia
Jln. Urip Sumoharjo Km. 05, Kampus II UMI, Fax (0411)447562 Makassar 90231*

Inti Sari

Bioethanol merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak, atas dasar tersebut maka dilakukan penelitian untuk membuat bioethanol dari bahan baku yang mengandung lignoselulosa seperti kulit singkong dengan melihat pengaruh konsentrasi enzim silanase dan jumlah ragi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sakarifikasi dan fermentasi serentak dengan menggunakan dua variabel. Variabel pertama, konsentrasi enzim silanase yaitu 30, 50 dan 75 unit. Variabel kedua, jumlah ragi *Saccharomyces Cerevisiae* yaitu 5% dan 10% b/v. Proses pertama dilakukan persiapan sample dengan mengeringkan dan menghaluskan sample, setelah itu dilakukan proses delignifikasi untuk mengurangi kadar lignin dan dilanjutkan dengan metode sakarifikasi dan fermentasi serentak, proses sakarifikasi dilakukan selama 18 jam dan fermentasi selama 96 jam. Hasil akhir dianalisa menggunakan kromatografi gas. Hasil yang diperoleh pada pemakaian enzim 75 unit dengan jumlah ragi 10% merupakan hasil dengan kadar etanol tertinggi yaitu 3.018% sedangkan kadar etanol terkecil diperoleh dari hasil pemakaian enzim 30 unit dengan jumlah ragi 5%. Dari data yang diperoleh dapat terlihat bahwa pemakaian enzim tertinggi menghasilkan kadar etanol yang tinggi pula, begitu juga dengan jumlah ragi *Saccharomyces Cerevisiae* 10% menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi daripada jumlah ragi 5%.

Kata Kunci: Bioethanol, Kulit singkong, silanase, SSF

Key Words : *Bioethanol, cassava peel, xylanase, SSF*

Abstract

Bioethanol is an alternative to reduce the use of fuel oil, based on this, research was carried out to make bioethanol from raw materials that contain lignocellulose such as cassava peel by looking at the effect of xylanase enzyme concentration and the amount of yeast. Saccharification and simultaneous fermentation were used as the method in this research and using two variables. The first variable, the enzyme silanase concentration, were 30, 50 and 75 units. The second variable, the amount of Saccharomyces Cerevisiae yeast, were 5% and 10% b/v. The first process was carried out by preparing the sample which had been dried and refined, after that the delignification process was conducted to reduce lignin levels and then continued to the process of saccharification and

Published by
Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address
Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Corresponding Author
dwindaanggriani36@gmail.com



Journal History
Paper received : 10 October 2020
Received in revised : 08 December 2020
Accepted : 18 December 2020

simultaneous fermentation methods, those processes were carried out 18 hours for saccharification and 96 hours for fermentation. The final results were analyzed by using gas chromatography. The use of enzyme 75 units with the amount of yeast 10% resulted highest ethanol content i.e. 3.018% while the smallest ethanol content were obtained from the use of enzymes 30 units with the amount of yeast 5%. The data showed that the use of the highest enzyme resulted the high ethanol content, as well as the amount of 10% Saccharomyces Cerevisiae yeast produces ethanol content higher than the amount of 5% Saccharomyces Cerevisiae yeast.

PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil saat ini menjadi masalah di seluruh dunia karena merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui sehingga mengalami penurunan jumlah. Sehingga para peneliti melakukan beberapa penelitian untuk mendapatkan energi alternatif yang dapat terus diperbaharui. Di Indonesia tingkat penggunaan BBM semakin meningkat sehingga mengakibatkan pemerintah harus memangkas subsidi BBM [5]. Salah satu bahan bakar alternatif yang dapat diperoleh dari tumbuhan adalah bioetanol, yang memiliki keunggulan untuk menurunkan emisi CO₂ hingga 18% [14]. Bioetanol yang dihasilkan dari bahan-bahan berpati tersebut biasa dikenal dengan sebutan bioetanol generasi pertama. Namun, karena bahan baku yang digunakan juga merupakan sumber bahan pangan, maka bioetanol generasi pertama ini mulai ditinggalkan karena berpotensi dapat mengganggu kestabilan pasokan pangan. Untuk menghindari hal tersebut, saat ini mulai dikembangkan bioetanol generasi kedua yang memanfaatkan limbah-limbah padat agroindustri yang mengandung lignoselulosa sebagai bahan bakunya seperti bagas tebu, jerami padi, tandan kosong kelapa sawit [11]. Selain bahan-bahan tersebut, bahan baku bioetanol generasi kedua yang sudah dapat dikonversi menjadi bioetanol salah satunya adalah kulit singkong.

Produksi singkong di Indonesia mengalami fluktuasi setiap tahunnya, perkiraan produksi singkong pada tahun 2018 adalah sebesar 19,341,233 ton, data diperoleh dari angka ramalan pada hasil rakor Solo [1]. Meningkatnya konsumsi singkong menyebabkan tingginya limbah kulit singkong, persentase kulit bagian luar singkong sebesar 0,5% - 2,0% sedangkan kulit bagian dalam 10% - 20% dari total berat singkong [12]. Kandungan Serat Kasar (SK) dalam kulit ubi kayu sebesar 28-31%. Serat kasar termasuk didalamnya lignin, selulosa dan hemiselulosa [7]. Kandungan hemiselulosa pada kulit singkong sebesar 29.81%, selulosa 3.05% dan lignin 2.65% [9].

Beberapa metode dalam pembuatan bioetanol yaitu dengan proses *simultaneous saccharification and fermentation* (SSF) maupun dengan proses *Separate Hydrolysis and Fermentation* (SHF). Metode SSF mempunyai keunggulan dibanding proses SHF yaitu meningkatkan

kecepatan hidrolisis, mengurangi kebutuhan enzim, meningkatkan rendemen produk, mengurangi kebutuhan kondisi steril karena glukosa langsung dikonversi menjadi etanol, waktu proses lebih pendek [3].

Ada beberapa hasil penelitian terdahulu mengenai pembuatan bioetanol dari kulit singkong yaitu penelitian yang dilakukan Jay Jayus (2017), produksi bioetanol secara SHF & SSF menggunakan *Aspergillus niger*, *trichoderma viride* dan *new aule instant dry yeast* pada media kulit ubi kayu. Hasil dari penelitian tersebut Penggunaan metode SSF mampu menghasilkan etanol lebih tinggi yaitu sebesar 2,93 g/l dibandingkan dengan metode SHF yang hanya mampu menghasilkan 2,58 g/l [8]. Peneliti yang lain yaitu Witantri (2017) yaitu Pembuatan Bioetanol dari limbah kulit singkong melalui proses hidrolisis enzimatik dan mikrobiologi, penelitian ini menggunakan multi enzim (selulase) dengan proses fermentasi menggunakan fermipan sebanyak 2% dalam waktu 2 hari dapat menghasilkan etanol sebesar 3.67% [10].

Berdasarkan latar belakang di atas, dilakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi enzim silanase dan *saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan bioetanol dari limbah kulit singkong dengan proses *simultaneous saccharification and fermentation* (SSF). Kelebihan penelitian ini dibandingkan peneliti sebelumnya adalah jenis enzim yang digunakan hanya satu berasal dari enzim silanase (*trichoderma viride*) dan diharapkan dapat menghasilkan etanol lebih tinggi dari peneliti sebelumnya.

METODE PENELITIAN

Bahan utama pada penelitian ini merupakan Kulit singkong (lapisan putih/cortex) yang diperoleh dari daerah Sudiang Makassar, Ragi *Saccharomyces cerevisiae* (Yeast Malt), Urea (merck), Ammonium sulfat (Merck), Kalium dihidrogen pospat (Merck), Enzim Silanase, Buffer citrat pH 5, Sodium Hidroksida (Merck),

Aquadest.

Alat yang digunakan yaitu Grinder (Retsch), Oven (Memmert), Ayakan 40 mesh (Retsch), erlenmeyer 250ml, Timbangan Digital (Ohaus), Autoclave, Hotplate Stirrer, Shaker waterbath, Fiber analyzer (velp), Kromatografi gas (shimadzu).

Variabel yang digunakan dalam proses pembuatan bioetanol ini terdiri dari variabel tetap dan tidak tetap yaitu :

Variabel Tetap

- Jumlah bahan baku setelah *pretreatment* yaitu 5 gram
- Jenis enzim & bakteri yaitu enzim silanase dan *Saccharomyces Cerevisiae*
- Waktu Fermentasi yaitu 96 jam

Variabel tidak tetap

- Jumlah Enzim Silanase (30,50,75 unit)
- Jumlah *Saccharomyces Cerevisiae* (5% & 10% b/v)

Prosedur penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

Persiapan Bahan Baku

Persiapan bahan baku dilakukan sesuai metode Erna *et al* (2017) Kulit singkong sebanyak 1 kilogram dicuci dan dipotong menjadi bagian-bagian yang lebih kecil lalu dikeringkan dalam oven selama 2 jam pada suhu 105⁰C. Kemudian dihaluskan dengan grinder kemudian diayak dengan ukuran 40 mesh. Sampel dengan ukuran 40 mesh lebih baik digunakan agar selulosa yang dikonversi menjadi etanol lebih optimal. Setelah itu, sample yang telah halus dikeringkan dalam oven pada suhu ± 105⁰C selama 2 jam [2].

Proses Delignifikasi

Sebelum melakukan proses hidrolisis, terlebih dahulu dilakukan optimalisasi teknologi proses produksi pendahuluan berupa proses delignifikasi lignoselulosa, Proses *pretreatment* pada delignifikasi dapat meningkatkan hasil gula yang diperoleh [4].

Proses delignifikasi dilakukan dengan menimbang sebanyak 180 gram serbuk kulit singkong yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan NaOH 10% hingga 2500ml, disimpan selama 24 jam kemudian dipanaskan pada suhu 160⁰C dan diaduk dengan kecepatan 100 rpm. Selanjutnya larutan disaring dan residu hasil penyaringan dicuci dengan aquadest sampai pH netral lalu

dioven pada suhu 105⁰C selama 2 jam [2].

Analisa Lignin, selulosa & Hemiselulosa

Dengan menggunakan metode *Chesson*, ditimbang sebanyak 1 gram sampel kemudian direfluks selama 2 jam dengan 150 ml H₂O pada suhu 100⁰C, Residu sampel yang telah dikeringkan direfluks selama 2 jam dengan 150 ml H₂SO₄ 0,5 M pada suhu 100⁰C, Residu sampel yang telah dikeringkan, ditambahkan 10 mL H₂SO₄ 72% (v/v) dan disimpan pada suhu kamar selama 4 jam, kemudian diencerkan menjadi H₂SO₄ 0,5 M, dan direfluks pada suhu 100⁰C selama 2 jam, Residu sampel yang telah dikeringkan kemudian diabukan. sample yang telah mengalami perlakuan diatas kemudian dihitung untuk mengetahui kandungan komponen lignoselulosa menggunakan perhitungan berikut :

$$\text{Hemiselulosa (\%)} = \frac{b - c}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Selulosa (\%)} = \frac{c - d}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Lignin (\%)} = \frac{d - e}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

a = Berat kering awal sampel tempurung kelapa

b = Berat kering residu sampel direfluk dengan air panas

c = Berat residu sampel setelah direfluk dengan 0,5 M H₂SO₄

d = Berat residu sampel setelah diperlakukan dengan 72% H₂SO₄

e = abu dari residu sampel [6]

Persiapan medium SSF

Persiapan media nutrisi dengan menimbang 0.5 gram urea, 3 gram KH₂PO₄ dan 3 gram (NH₄)₂SO₄ dilarutkan dengan buffer sitrat pH 5 hingga 1 liter.

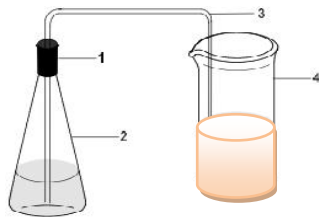
Produksi Bioetanol

Pembuatan bioetanol dengan menggunakan proses SSF dilakukan menurut metode Ningsih (2017) yang dimodifikasi. Ditimbang sampel 5 gram hasil delignifikasi ke dalam tabung erlemeyer 250mL, ditambahkan media nutrisi 80 mL pH 5.0, kemudian sample disterilkan pada autoclave dengan suhu 121⁰C selama 15 menit. Sample kemudian didinginkan sampai suhu ruang, substrat ditambah enzim silanase dengan beberapa konsentrasi berbeda (30, 50, 75 unit). Sampel

tersebut diinkubasi selama 18 jam dalam *shaker waterbath* dengan kecepatan 150 rpm pada suhu 50°C kemudian didinginkan sampai suhu kamar. Selanjutnya, ditambahkan 5% & 10% (b/v) ragi *Saccharomyces cerevisiae*, diinkubasi pada suhu ruang selama 96 jam. Setelah inkubasi, sample disentrifuge untuk memisahkan endapan dan filtrat pada kecepatan 2700 rpm selama 5 menit. Filtrat diambil dan diukur konsentrasi etanol dengan menggunakan *Gas Chromatograph* (GC).

Analisa kadar etanol dengan *Gas Chromatograph* (GC)

Sebanyak 1 μ L etanol standar dengan kemurnian 0, 20%, 40%, 60% dan 80% masing-masing diinjeksikan sehingga diperoleh kromatogram yang berisi data waktu retensi dan area (luas puncak) etanol standar. Selanjutnya 1 μ L masing-masing etanol sampel (produk bioetanol) juga diinjeksikan sehingga diperoleh data waktu retensi dan area masing-masing sampel. Dengan membandingkan area masing-masing etanol, kadar etanol pada sampel dapat ditentukan.



Gambar 1. Rangkaian alat fermentasi

Keterangan :

1. Aluminium foil
2. Erlenmeyer 250 ml
3. Selang CO₂
4. Gelas piala berisi aquadest

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pretreatment

Sample kulit singkong memiliki kadar air awal 72% melalui proses persiapan sample dengan cara dikeringkan dan dihaluskan sampai ukuran 40 mesh kemudian dikeringkan lagi dengan oven pada suhu 105°C selama 2 jam dan diperoleh kadar air sebesar 10.75%.

Sample didelignifikasi dengan NaOH, kemudian dikeringkan kembali menggunakan oven dan diperoleh kadar air sebesar 11.31%.

Sample kemudian dianalisa kandungan lignin, selulosa dan hemiselulosa menggunakan metode chesson. Hasil analisa lignin, selulosa dan hemiselulosa pada sample sebelum dan setelah proses delignifikasi dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Hasil analisa lignin, selulosa dan hemiselulosa

Parameter	Sebelum delignifikasi	Setelah delignifikasi
Hemiselulosa (%)	23.40%	41.19%
Selulosa (%)	19.22%	9.08%
Lignin (%)	17.77%	7.48%

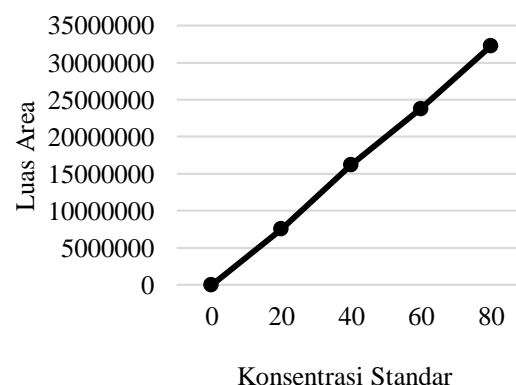
Hasil analisa kadar etanol

Kadar etanol diukur dengan menggunakan GCMS. Pada pengukuran standar digunakan 5 standar baku etanol mulai dari 0, 20%, 40%, 60% dan 80%. Hasil pengukuran area dan konsentrasi standar etanol ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran area dan konsentrasi standar etanol

Konsent rasi standar (%)	Area	Konsentras i terukur (%)	Recovery (%)
0	0	0	-
20	7569957	19.83	99.15%
40	16249390	39.36	98.40%
60	23789605	59.29	98.82%
80	32242741	80.33	100.41%

Nilai koefisien korelasi (r) = 0,99977 mendekati +1 menunjukkan adanya korelasi positif yang kuat antar yaitu luas area dan konsentrasi standar. Linearitas luas area dan konsentrasi standar dapat ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik linearitas standar etanol

Hasil pembacaan luas area sample dengan GCMS ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Luas area sample

Jumlah enzim (Unit/gram sample)	Jumlah ragi (% b/v)	Luas area
30	5	615739
30	10	642214
50	5	561700
50	10	1026072
75	5	1025208
75	10	1046997

Berdasarkan tabel di atas, dapat dihitung konsentrasi (%) etanol dengan menggunakan rumus :

$$y = a + b.x \dots\dots\dots (4)$$

keterangan :

y = luas area sample

a = intercept

b = slope

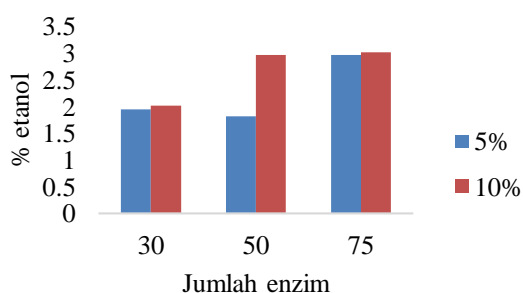
x = konsentrasi sample

Kadar etanol yang diperoleh dari hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4 :

Tabel 4. Hasil perhitungan kadar etanol sample

Jumlah enzim (Unit/gram sample)	Jumlah ragi (% b/v)	Kadar etanol (%)
30	5	1.949
30	10	2.014
50	5	1.815
50	10	2.966
75	5	2.964
75	10	3.018

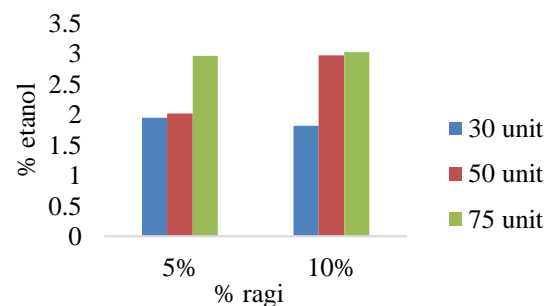
Pengaruh konsentrasi enzim silanase terhadap kadar etanol dapat digambarkan dalam grafik pada gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh jumlah enzim silanase terhadap kadar etanol

Gambar 3 menunjukkan kadar etanol tertinggi dalam penelitian ini adalah hidrolisis dengan menggunakan enzim silanase sebanyak 75 unit yaitu 3.018% setelah proses fermentasi selama 96 jam. Pemberian dosis enzim silanase rendah menghasilkan kadar etanol yang rendah pula. Hal ini dikarenakan aktifitas enzim yang tinggi dapat menghasilkan gula yang tinggi yang akan terdegradasi menjadi etanol [13]. Tapi pada konsentrasi enzim 50 unit dengan jumlah ragi 5% terjadi penurunan kadar etanol jika dibandingkan penggunaan enzim 30 unit, hal ini dapat dipengaruhi oleh volume enzim yang terlalu kecil sehingga memungkinkan tidak semua enzim yang dimasukkan kontak dengan sample.

Pada variabel kedua yaitu pengaruh jumlah ragi *saccharomyces cerevisiae* terhadap kadar etanol dengan membandingkan hasil antara pemberian ragi *s. Cerevisiae* 5% dan 10%. Hasil tersebut dapat ditunjukkan berdasarkan gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh jumlah ragi terhadap kadar etanol

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa jumlah ragi *s. cerevisiae* 10% menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi dibandingkan jumlah ragi *s. cerevisiae* 5% dengan waktu fermentasi 96 hari, hal ini dapat disebabkan karena persediaan nutrisi dalam substrat masih tersedia sehingga memungkinkan aktivitas dari *saccharomyces cerevisiae* bekerja secara optimal.

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian mengenai variasi konsentrasi enzim silanase dan jumlah *saccharomyces cerevisiae* pada pembuatan bioetanol dari kulit singkong dengan proses SSF, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh konsentrasi enzim silanase yang digunakan dalam penelitian ini berbanding lurus terhadap kadar etanol yang dihasilkan,

sehingga semakin besar enzim yang digunakan semakin besar pula kadar etanol yang dihasilkan. Dengan menggunakan kromatografi gas kadar etanol tertinggi diperoleh dari sample yang dihidrolisis dengan enzim silanase 75 unit sebesar 3.018%.

- 2 Pemberian jumlah ragi *saccharomyces cerevisiae* 10% menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah ragi 5%, dengan proses fermentasi selama 96 jam dan jumlah nutrisi yang mencukupi selama proses fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. (2018). Luas Panen Ubi Kayu Menurut Provinsi, 2014 - 2018. *Badan Pusat Statistik*, 7, 1–25.
- [2] Erna, E., Said, I., & Abram, P. H. (2017). Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong (*Manihot Esculenta Crantz*) Melalui Proses Fermentasi. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(3), 121. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2016.v5.i3.8045>
- [3] Euis Hermiati (2019). Pengembangan Teknologi Konversi Biomassa Menjadi Bioetanol Dan Bioproduk Sebagai Substitusi Produk Berbahan Baku Fossil. *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*. Jakarta.
- [4] Fatmayanti & Nur Asma Deli (2017). Delignifikasi Batang Sawit Nonproduktif secara Organosolv dengan Asam Formiat. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. Kampar, Riau.
- [5] Fitriyatus, A., Fauzi, A., & Juanda, B. (2018). Prediction of Fuel Supply and Consumption in Indonesia with System Dynamics Model. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 17(2), 118–137.
- [6] Ika Kurniaty, Ummul Habibah, Devi Yustiana, Isnaini Fajriah (2017). Proses Delignifikasi Menggunakan NaOH Dan Amonia (NH₃) Pada Tempurung Kelapa. *Jurnal Integrasi Proses*. *Jurnal Integrasi Proses Universitas Muhammadiyah Jakarta*.
- [7] Irawati, E., Fitri, L., Adelina. T., & Elviriyadi, E. (2017) Kandungan Fraksi Serat Kulit Ubi Kayu (*Manihot Utilissima*) yang difermentasi ragi tape (*Saccharomyces Cerevisiae*) Dengan Lama Fermentasi Yang Berbeda. *Jurnal Peternakan*, 14(2), 48.
- [8] Jayus, J., Suwasono, S., & Wijayanti, I. (2017). Produksi Bioetanol Secara SHF Dan SSF Menggunakan *Aspergillus Niger*, *Trichoderma Viride* Dan New Aule Instant Dry Yeast Pada Media Kulit Ubi Kayu. *Jurnal Agroteknologi*, 11(1), 61.
- [9] Onyelucheya Okechukwu Elechi, Nwabanne Joseph Tagbo, Onyelucheya Chioma Mary, Adeyemo Oluseun Emmanuel (2016). Acid Hydrolysis of Cassava Peel. *International Journal Of Scientific & Technology Research Volume 5, Issue 01*.
- [10] R G Witantri, T Purwoko, Sunarto, E Mahajoeno (2017). Bioethanol Production By Utilizing Cassava Peels Waste Through Enzymatic And Microbiological Hydrolysis. *International Conference on Green and Renewable Energy Resources*. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- [11] Sudiyani, Y., Triwahyuni, E., Burhani, D., Mryanto, Aiman, S., Mansur, D., Amriani, F., Simanungkalit, S. P., Abimanyu, H., Dahnum, D., Mansur, D., Laksmana, J. A., Waluyo, J., Irawan, Y., Sari, A. A., & Puteri, A. M. H. (2019). Perkembangan Bioetanol G2: Teknologi dan Perspektif. *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*.
- [12] Syazwani Mohd Asharuddin, Norzila Othman, Nur Shaylinda Mohd Zin and Husnul Azan Tajarudin (2017). A Chemical and Morphological Study of Cassava Peel: A Potential Waste as Coagulant Aid. *MATEC Web of Conferences 103*. Penang, Malaysia.
- [13] Taufik Aryadi (2019). Pengaruh Konsentrasi Enzim Dan Waktu Hidrolisis Terhadap Produktifitas Gula Total Dan Gula Reduksi Pada Polong Trembesi (*Samanea Saman*). Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [14] Wusnah, Samsul bahri, Dwi hartono (2016). Proses Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok (*musaacuminata b.c*) Secara Fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. Universitas Malikussaleh Lhokseumawe.