AGITASI

AGITASI: JURNAL TEKNIK KIMIA
Vol.1 No.2 (2025)

OPTIMASI PRODUKSI BIOETANOL DARI LIMBAH AMPAS SAGU (*METROXYLON SP)* DI PAPUA BARAT DAYA DENGAN ASAM NITRAT

Restu Hasanah[1], Samuel Nernere[2], Mellyanus Korue[3], Ainul Alim Rahman[4*]
[1,2,3,4]Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong, Indonesia

**Corresponding Author: ainulalim24@gmail.com*

ABSTRAK

Provinsi Papua Barat Daya sebagai salah satu provinsi yang memiliki luas lahan sagu terbesar kedua setelah Provinsi Papua memiliki beberapa aksesi sagu yang produktivitasnya di atas 200 kg per tahun. Limbah ampas sagu berpotensi sebagai sumber selulosa. Ampas sagu memiliki kandungan ekstraktif 8,26%, lignin 42,021%, holoselulosa 47,072%, α-selulosa 24,564% dan hemiselulosa 22,508%. Bioetanol (C_2H_5OH) merupakan salah satu sumber bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan, dengan keunggulan mampu menurunkan emisi CO_2 hingga 18%. Untuk membuat bioetanol dari ampas sagu melalui beberapa proses, yaitu *pre-treatment* ampas sagu, *pre-treatment* ampas sagu dengan NaOH, hidrolisis, fermentasi, pemisahan dengan destilasi, dan tahap yang terakhir yaitu analisis menggunakan uji GC. Berdasarkan hasil yang diperoleh pengaruh *pre-treatment* terhadap kadar lignin dan selulosa diperoleh bahwa kadar lignin mengalami penurunan sebesar 14,552% dan kadar selulosa naik sebesar 4,104%. Konsentrasi hidrolisis Asam Nitrat (HNO_3) menghasilkan *yield* glukosa tertinggi pada variasi konsentrasi 3M sebesar 90%. Sedangkan pada konsentrasi 1M dan 2M *yield*-nya sebesar 75% dan 65%. Konsentrasi hidrolisis Asam Nitrat (HNO_3) juga mempengaruhi konversi bioetanol dimana konversi tertinggi pada variasi konsentrasi 3M sebesar 44,44%. Sedangkan pada konsentrasi 1M dan 2M konversinya sebesar 33,33% dan 23,08%. Pada proses produksi bioetanol diperoleh kondisi optimum yaitu pada ukuran ayakan 100 mesh, konsentrasi hidrolisis HNO_3 3M pada suhu 100◦C selama 3 jam diperoleh *yield* sebesar 90%, fermentasi pada hari ke-5 mendapatkan konversi bioetanol sebesar 44,44% dengan kadar bioetanol sebesar 7,088% (v/b) pada HNO_3 3M.

Kata kunci: Bioetanol, Limbah Ampas Sagu, Asam Nitrat

ABSTRACT

Southwest Papua Province as one of the provinces that has the second largest sago land area after Papua Province has several sago accessions whose productivity is above 200 kg per year. Sago pulp waste has potential as aextractive 8,26%, lignin 42,021%, holocellulose 47,072%, α-cellulose 24,564% and hemicellulose22,508%. Bioethanol (C_2H_5OH) is one of the alternative fuel sources processed from plants, which has the advantage of being able to reduce CO_2 emissions by up to 18%. To make bioethanol from sago pulp through several processes, namely pre-treatment of sago pulp, pre-treatment of sago pulp with NaOH, hydrolysis, fermentation, separation by distillation, and the last stage is analysis using the GC test. Based on the results obtained, the effect of pretreatment on lignin and cellulose levels obtained that lignin levels decreased by 14.552% and cellulose levels increased by 4.104%. The hydrolysis concentration of Nitric Acid (HNO_3) produced the highest glucose yield in the 3M concentration variation of 90%. While at concentrations of 1M and 2M the yields were 75% and 65%. The hydrolysis concentration of Nitric Acid (HNO3) also affects the conversion of bioethanol where the highest conversion in the 3M concentration variation is 44.44%. While at concentrations of 1M and 2M the conversion was 33.33% and 23.08%. In the bioethanol production process, the optimum conditions were obtained at a sieve size of 100 mesh, hydrolysis concentration of 3M HNO_3 at a temperature of 100◦C for 3 hours obtained a yield of 90%, fermentation on day 5 obtained a bioethanol conversion of 44.44% with bioethanol content of 7.088% (v/w) at 3M HNO_3.

***Keywords**: Bioetanol, Sago Pulp Waste, Nitric Acid*

ISSN 2776-513X

1. Pendahuluan

Perkembangan kebutuhan energi dunia yang meningkat seiring terbatasnya cadangan energi fosil yang berasal dari minyak bumi dan gas alam, serta kepedulian terhadap kelestarian lingkungan menyebab perlu Upaya pengembangan energi alternatif hampir seluruh komoditas budidaya sektor pertanian dapat menghasilkan biomassa. Sebagai sumber bahan yang dapat diubah menjadi enegi terbarukan. Biomassa adalah semua bahan-bahan organic berumur relatif muda dan berasal dari tumbuhan dan hewan, produk dan limbah industri budidaya (pertanian, perkebunan, kehutanan, peternakan dan perikanan) yang dapat di proses menjadi bioenergi. Salah satu bioenergi yang dihasilkan bahan bakar nabati (Soeriawidjaja 2006).

Kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) sebagai sumber energi yang tidak dapat di perbaharui akan semakin meningkat, kebutuhan bahan bakar minyak di indonesia di prediksi akan mengalami peningkatan hingga tahun 2025 yaitu mencapai 830 juta barel sementara produksi minyak bumi yang di perkirakan 130 juta barel pada tahun 2025 (Permana dkk, 2011). Salah satu energi alternatif yang mulai dikembangkan baik di Indonesia maupun di berbagai negara di dunia adalah biofuel. Bioetanol merupakan salah satu jenis biofuel ramah lingkungan dan berasala dari biomassa yang dikembangkan dengan teknologi bioproses. Salah satau biomassa limbah argoindustri yang berpotensi sebagai sumber bahan baku sebagai pembuatan bioetanol adalah limbah ampas sagu.

Limbah ampas sagu yang berupa serat empulur merupakan sisa dar pemerasan pati sagu memiliki selulosa yang apabila diberikan enzim selulosa dapat dijadikan gula yang selanjutnya dapat dimanfaatkan dalam pembuatan etanol. Ampas sagu juga memiliki kandungan selulosa sebesar 39,5%, lignin 10,35%, hemiselulosa 17,8% (Siswati et al., 2021). Mengubah pati dan selulosa menjadi gula dapat dilakukan dengan teknik hidrolisis enzim dalam produksi gula yang dapat difermentasi Aditiya et al., 2016; Derman et al., 2018). Pentingnya menggunakan ampas sagu merupakan salah satu sumber bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan, dimana memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi CO2 hingga 18% (Wusnah dkk., 2016). Bioetanol dapat dibuat dari karbohidrat yang berupa gula dengan bantuan mikroorganismdapat diubah menjadi etanol melalui proses fermentasi. Limbah padat sagu merupakan biomassa berpati berserat yang dihasilkan dari pohon sagu (*Metroxylon Sp*) setelah penghilangan pati,yang dapat digunakan sebagai bahan baku lignoselulosa pati yang menguntungkan untuk menghasilkan bioetanol. Provinsi Papua Barat Daya sebagai salah satu provinsi yang memiliki luas lahan sagu terbesar kedua setelah Provinsi Papua memiliki beberapa aksesi sagu yang produktivitasnya di atas 200 kg per tahun (Bintoro et al. 2018; Dewi et al. 2016).

Di daerah ini terdapat pengolahan sagu yang menghasilkan produksamping berupa ampas sagu. Ampas sagu belum dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat setempat. Limbah ampas sagu hanya ditumpuk dan dikumpulkan lalu dibuang dan sebagiannya dibakar. Selain itu limbah ini juga dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Dengan limbah sagu yang masih cukup banyak ini sangat berpotensi untuk diolah menjadi bioetanol pengolahan ampas sagu menjadi bioetanol akan memberikan manfaat kepada masyarakat.

Berdasarkan uraian diatas maka akan dilakukan penelitian tentang pembuatan bioetanol dengan mikroba *Saccharomyces Cerevisiae* dan Asam Nitrat (HNO_3) untuk mengetahui kadar bioetanol yang dihasilkan dengan pengujian Kromatografi Gas (GC).

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium terpadu Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong. Penelitian dilakukan dengan lima tahap, tahap pertama pre-treatment bahan baku, tahap kedua Degradasi lignin, tahap ketiga hidrolisis asam, tahap keempat fermentasi dan tahap terakhir destilasi. Berikut penjelasan dari masing-masing tahapan.

ISSN 2776-513X

2.1 *Pre-treatment* Ampas Sagu

Penelitian ini menggunakan bahan ampas sagu yang diperoleh dari Kota Sorong. Bahan baku dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan pasir dan abu. Kemudian dijemur selama 2 hari dan dikeringkan dengan oven pada suhu 105^{o}C (Amalia, 2014). Setelah itu diblender dan diayak sampai ukuran ampas menjadi 100 mesh (Amalia, 2014

2.2 Delignifikasi

Ampas sagu yang telah ditreatment kemudian dilakukan proses delignifikasi dengan menggunakan larutan NaOH 1M (1;10 b/v). Larutan

dihomogenisasi menggunakan *hotplate* dan *magnetic stirer* dengan kecepatan 200 rpm dan dipanaskan pada suhu 100^{o}C selama 60 menit. Setelah itu, ampas sagu dicuci dan dibilas mengunakan air suling hingga pH netral dan dikeringkan dalam oven pada temperatur 105oC hingga beratnya konstan. (Septiyani, 2011).

2.3 Hidrolisis Ampas Sagu

Ampas sagu dihidrolisis menggunakan HNO_3 dengan variasi konsentrasi 1 M, 2 M, dan 3 M. Perbandingan ampas sagu dengan HNO_3 (1:20 b/v) kondisi operasi pada suhu 100^{o}C selama 3 jam. Hasil hidrolisis disaring diambil filtratnya dan residunya dibuang. Filtrat tersebut merupakan larutan yang mengandung glukosa hasil konversi ampas sagu. Selanjutnya, larutan dinetralkan menggunakan NaOH 50% hingga pH mencapai 4,5.

Larutan hasil hidrolisis akan dianalisa kadar glukosa menggunakan refraktometer dan masuk ketahap selanjutnya yaitu difermentasi menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*.

2.4 Fermentasi

Fermentasi dilakukan dengan menggunakan ragi roti sebagai sumber *saccharomyces cerevisiae*. Sebelum difermentasi sampel terlebih dahulu dicek pH kemudian dinaikkan nilai pH hingga 5. Proses fermentasi dilakukan dengan cara menambahkan hidrolisat masing-masing variasi konsentrasi asam nitrat dengan ragi roti 0,17 gram dan NPK 3 gram. Kemudian difermentasi selama 5 hari menggunakan alat yang telah didesain.

2.5 Destilasi

Hasil fermentasi selama 5 hari kemudian disaring terlebih dahulu. kemudian dipisahkan dari mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae,* nutrisi dan larutan gula sisa dengan cara menguapkan campuran bioetanol dan air pada suhu 78◦C sesuai dengan titik didih etanol.

2.6 Uji Kadar Etanol

Pengujian kromatografi gas (GC) dilakukan di laboratorium Universitas Muslim Indonesia (UMI) Makassar. Analisis sampel GC yang digunakan adalah GC merek shimadzu QP 2010 SE dengan kondisi kolom yang digunakan adalah Rtx-5MS 30 mm dengan diameter interrnal 0.2 mm. Fase gerak yang digunakan adalah helium. GC banyak digunakan untuk analisis minyak atsiri, biodiesel, senyawa alkohol, aldehid, keton dan lain-lain (Asra etal., 2019).

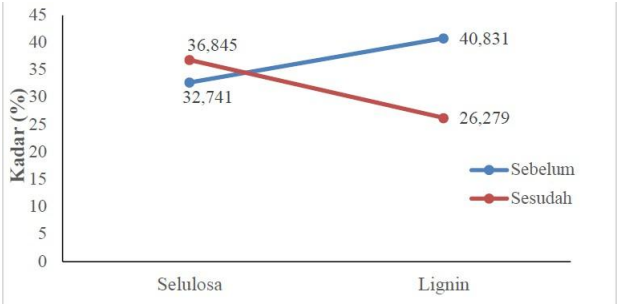
3. Hasil dan Pembahasan

Pre-treatment ampas sagu dalam pembuatan bioetanol terbagi menjadi dua tahap diantaranya *pre-treatment* ampas sagu dan *pre-treatment* ampas sagu dengan NaOH. *Pre-treatment* ampas sagu bertujuan untuk menghilangkan kotoran dan kemudian diayak untuk memperoleh ukuran 100 mesh yang bertujuan untuk memperkecil ukuran agar proses konversi gula reduksi dan alkohol berjalan dengan sempurna yaitu dengan memperluas permukaan bahan hingga proses reaksi konversi gula lebih tinggi (Taihuttu dkk,2019), sedangkan *pre-treatment* sagu dengan NaOH dilakukan bertujuan untuk mendegradasi lignin.

Proses degradasi lignin (delignifikasi) akan membuka struktur lignoselulosa sehingga selulosa lebih mudah diperoleh. Delignifikasi bertujuan untuk mengurangi jumlah lignin supaya tidak mengganggu proses hidrolisis yang merupakan rangkaian pada pembuatan bioetanol. Proses delignifikasi dapat meningkatkan jumlah selulosa yang dikonversi menjadi glukosa, sehingga turut meningkatkan

ISSN 2776-513X

jumlah bioetanol yang diperoleh (Z.Fadly, 2015).

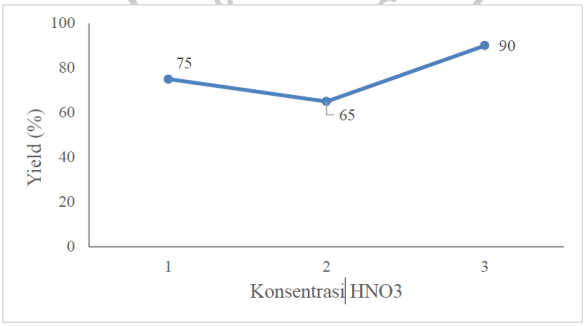


Gambar 1: Hubungan pengaruh *pre-treatment* terhadap kadar Lignin dan Selulosa

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat perubahan kandungan lignin dan selulosa setelah melalui proses *pre-treatment.* Kadar lignin mengalami penurunan sebesar 14,552% sedangkan kadar selulosa mengalami peningkatan sebesar 4,104%. Komposisi lignin yang menurun ini dikarenakan penggunaan NaOH yang merupakan senyawa alkali yang dapat menyebabkan pecahnya struktur lignin sehingga kadar lignin berkurang sedangkan komposisi selulosa meningkat dikarenakan rusaknya senyawa lignin oleh NaOH. Lignin yang terlarut ditandai dengan warna hitam pada larutan yang disebut lindi hitam (*black liquor)*, lindi yang hitam tersebut menunjukkan lapisan lignin terpisah dari selulosa (Sutarno dkk,2020). Ikatan lignin dan selulosa yang diberi perlakuan alkali akan menyebabkan ikatan eter pada lignoselulosa terputus dan lignin akan bereaksi dengan alkali membentuk senyawa lignin-alkali yang mudah larut dalam air (Asip dkk, 2016).

3.1 Pengaruh Hidrolisis Konsentrasi HNO_3 Terhadap *Yield G*lukosa

Produksi glukosa dilakukan dengan cara menghidrolisis ampas sagu hasil *pretreatment*. Salah satu upaya untuk mempercepat laju reaksi hidrolisis adalah penggunaan katalisator. Katalisator yang digunakan pada penelitian ini yaitu asam nitrat (HNO_3) dengan penambahan konsentrasi larutan asam 1M, 2M, dan 3M dengan waktu proses 3 jam pada suhu 100◦C. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada pembuatan bioetanol dari limbah ampas sagu pada proses hidrolisis menggunakan Asam Nitrat (HNO3), didapatkan hasil sebagai berikut:



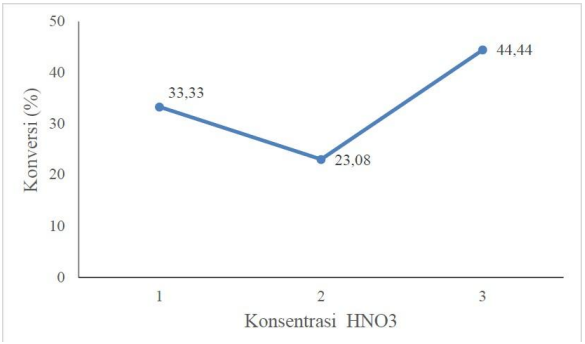
Gambar 2. Hubungan pengaruh konsentrasi HNO_3 terhadap *yield* glukosa

Berdasarkan Gambar 4.2 hubungan pengaruh konsentrasi HNO3 terhadap *yield* glukosa dari hasil hidrolisis dapat dilihat bahwa *yield* glukosa tertinggi terdapat pada konsentrasi 3M menghasilkan *yield* sebesar 90% sementara pada konsentrasi 1M dan 2M menghasilkan *yield* sebesar 75% dan 65%. Dapat diketahui bahwa variasi konsentrasi HNO3 tidak memberikan pengaruh yang linear seiring dengan peningkatan ion H+ terhadap *yield* glukosa yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi hidrolisis mampu menghasilkan *yield* glukosa tinggi (Susmiati, dkk 2011). Kelemahan penggunaan katalis dengan konsentrasi tinggi yaitu dibutuhkan air pencuci dalam jumlah besar agar produk netral sehingga banyak glukosa yang terbawa air pencuci.

3.2 Pengaruh Konsentrasi HNO_3 Terhadap Konversi Bioetanol

Berikut merupakan hasil konversi bioetanol yang ditunjukkan pada Gambar 3.

ISSN 2776-513X



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi HNO_3 terhadap konversi bioetanol

Berdasarkan gambar 3 pengaruh konsentrasi HNO_3 terhadap koversi bioetanol dapat dilihat bahwa konversi bioetanol tertinggi pada konsentrasi HNO_3 3M sebesar 44,44% sementara pada konsentrasi HNO3 1M konversi sebesar 33,33% dan pada konsentrasi HNO_3 2M sebesar 23,08%. Hal ini dikarenakan rendahnya konsentrasi bioetanol yang dihasilkan dalam penelitian ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti belum semua molekul glukosa yang diubah menjadi etanol. Alkohol yang dihasilkan dalam proses fermentasi belum terkonversi 100% etanol melainkan sebagian akan diubah menjadi produk samping lainnya,konversi limbah biomassa lignoselulosa menjadi etanol berkisar antara 37-48,9% (Aiman. S, 2016).

Tabel 1: Hasil Uji Variasi Sampel

No	Konsentrasi HNO_3 (M)	Kadar (%)
1	1	6,122
2	2	6,094
3	3	7,088

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan kadar bioetanol paling tinggi pada saat konsentrasi HNO3 3M sebesar 7,088%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fachry,dkk (2013) bahwa semakin tinggi konsentrasi asam, maka akan semakin tinggi pula kadar etanol yang didapat. Rendahnya kandungan bioetanol yang diperoleh disebabkan oksidasi bioetanol menjadi asetaldehida dan selanjutnya oksidasi menjadi asam asetat. Kondisi ini membuat media fermentasi menjadi lebih asam (mengubah nilai pH) sehingga menurunkan kandungan bioetanol (Nata,dkk 2014).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan:

a. *Pre-treatment* fisik bahan baku dengan ukuran ayakan 100 mesh dan delignifikasi menggunakan NaOH 1M menghasilkan kadar lignin mengalami penurunan sebesar 14,552% sedangkan kadar selulosa mengalami peningkatan sebesar 4,104%.
b. Konsentrasi hidrolisis menggunakan Asam Nitrat (HNO_3) menghasilkan *yield* glukosa tertinggi pada variasi konsentrasi 3M sebesar 90%. Sedangkan pada konsentrasi 1M dan 2M kadarnya hanya sebesar 75% dan 65%.
c. Konsentrasi hidrolisis menggunakan Asam Nitrat (HNO_3) menghasilkan konversi glukosa tertinggi pada variasi konsentrasi 3M sebesar 44,44%. Sedangkan pada konsentrasi 1M dan 2M kadarnya hanya sebesar 33,33% dan 23,08%.
d. Hasil penelitian diperoleh kondisi proses produksi bioetanol yang optimum yaitu pada ukuran ayakan 100 mesh, konsentrasi hidrolisis HNO_3 3M pada suhu 100◦C selama 3 jam diperoleh *yield* sebesar 90%, fermentasi pada hari ke-5 mendapatkan konversi bioetanol sebesar 44,44% dengan kadar bioetanol sebesar 7,088% (v/b) pada HNO_3 3M.

5. Ucapan Terima Kasih

Kami tim peneliti kepada tim Laboratorium Terpadu Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong yang telah membantu penelitian ini.

ISSN 2776-513X

6. Daftar Pustaka

Abrina Anggraini, S. P. & Yuniningsih, S., 2020, Pemanfaatan Limbah Gula untuk Pembuatan Bioethanol yang dipengaruhi oleh Komposisi Khamirpada Proses Fermentasi. Reka Buana J. Ilm. Tek. Sipil dan Tek. Kim., 5(2): 74.

Ahmad, A., Muria, S.R. and Hilmiyati, H., 2020, July. Pengaruh Konsentrasi H2SO4 (Asam Sulfat) pada Proses Hidrolisis dan Waktu Fermentasi Terhadap Pemanfaatan Limbah Sagu Menjadi Bioetanol. In Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan (p. 1).

Ahmad, A., Muria, S. R., & Rahani, R. (2020, July). Pengaruh Konsentrasi Asam Klorida (HCl) Pada Hidrolisis dan Waktu Fermentasi Terhadap Limbah Padat Sagu Menjadi Bioetanol. In Seminar Nasional Teknik Kimia"Kejuangan" (p. 10).

Aiman, S. (2016). The Influence of Lignocelulosic Biomass Particle Size on Bioethanol and Biobutanol Production: a Review. Indonesian Journal of Applied Chemistry, 18(01), 111449.

Akbar, A., & Supartini, A. 2020. Ta: Pembuatan Bioetanol Secara Sinambung Dengan Menggunakan Immobillized Fixed Bed Fermentor Dari Hasil Hidrolisis Eceng Gondok (Doctoral Dissertation, Institut Teknolog Nasional Bandung).

Arifwan., Erwin. & Kartika, R., Pembuatan Bioetanol Dari Singkong Karet (Maniho glaziovii muell) Dengan Hidrolisis Enzimatik Dan Difermentasi Menggunakan Saccharomyces cerevisiae. J. At., 01(1): 10– 12 (2016).

Arjeni, R., Hasan, A. and Syarif, A., 2022. Analisa Konsentrasi NaOH dan Temperatur Pemanasan Terhadap Kadar Selulosa dan Kadar Lignin dari Batang Pisang Klutuk Menggunakan Alat Delignifikasi sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol. Jurnal Inovator, 5(1), pp.18-22.

Asip F, Wibowo YP, dan Wahyudi RT. Pengaruh Basa Terhadap Penurunan Lignin dan Konsentrasi HCl Pada Hidrolisa Sabut Kelapa Untuk Memproduksi Bioetanol. Jurnal Teknik Kimia 2016; 2 (22):10-20.

Asra, R., Rusdi, R., Arifin, P., & Nessa, N. 2019. Analisis senyawa berbahaya parfum isi ulang yang dijual di kota padang menggunakan metode kromatrografi gas-spektrometri massa. Jurnal Riset Kimia, 10(1), 20.

Barlian, H., Firman, F., & Sakius, R. (2014). Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfatdan Waktu Reaksi terhadap Yield Glukosa yang Dihasilkan pada Hidrolisis Jerami Padi. INTEK: Jurnal Penelitian, 2(1).

Brown, G.G., 1987, Unit Operations, John Wiley and Sons Inc, New York. D. Guntama, Y. Herdiana, U. A. Sujiana, R. L. Endes, and E. Sunandar,. 2019.Bioethanol dari limbah kulit singkong (manihot esculenta crantz) melaluimetode hidrolisa dan fermentasi dengan bantuan *Saccharomyces cerevisiae*, J. Teknol., vol. 7, no. 1, pp. 86–96.

Dirgantara, D.A., Chairul, C. and Zultiniar, Z., 2021. Pembuatan Bioetanol Dari Ampas Sagu Menggunakan Proses Hidrolisis Dan Fermentasi Menggunakan Asam Sulfat Sebagai Katalis. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains, 8, pp.1-9.

E. M. Widyanti and B. I. Moehadi, 2016. Proses pembuatan etanol dari gula menggunakan Saccharomyces cerevisiae amobil,. Metana, vol. 12, no. 2, pp. 31–38.

Fachry, A. R., Astuti, P. & Puspitasari, T. G. (2013). Pembuatan bietanol dari limbah tongkol jagung dengan variasi konsentrasi asam klorida dan waktu fermentasi. Jurnal Teknik Kimia, 19(1), 60-69.

ISSN 2776-513X

Fardiana, F., Ningsih, P., & Mustapa, K. (2018). Analisis bioetanol dari limbah kulit buah sukun (Artocarpus altilis) dengan cara hidrolisis dan fermentasi. Jurnal Akademika Kimia, 7(1), 19-22.

Fessenden, R.J. and Fessenden, J.S., 1982, Kimia Organik, edisi ketiga, Erlangga,Jakarta. 28

Fitria, N. & Lindasari, E., 2020. Optimasi Perolehan Bioetanol dari Kulit Nanas (Ananas cosmosus) dengan Penambahan Urea, Variasi Konsentrasi Inokulasi Starter dan Waktu Fermentasi. J. Reka Lingkung., 9(1): 1–10.

Harianja, J.W., & Nora Idiawati,R. (2015). Optimasi jenis dan konsentrasi asam pada hidrolisis selulosa dalam tongkol jagung. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(4).

Jannah, A.M., Pratiwi, N.D. and Lahanda, T., 2022. Pengaruh H2SO4 terhadap kadar lignin dan glukosa pada pembuatan bioetanol menggunakan m

Jati, S.S. and Widayatno, T., 2022. Pengaruh Konsentrasi Kapang dan Lama Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong (Manihot esculenta). Jurnal Teknik Kimia USU, 11(2), pp.102-109.

Khairiah, H. and Ridwan, M., 2021. Pengembangan proses pembuatan bioetanol generasi ii dari limbah tandan kosong kelapa sawit. Jurnal Pangan dan Agroindustri, 9(4), pp.233-240.

Khairunnisah, M. S., & Mardiah, E. 2013. Produksi Bioetanol Dari Ampas Sagu *(Metroxylon Sp)* Melalui Proses Pretreatment Dan Metode *Simultaneous Saccharification Fermentation* (SSF). JURNAL KIMIA UNAND, 63

Kirk, R.E. and Othmer, D.F., 1960, Encyclopedia of Chemical Technology The Interescience Encyclopedia Inc., New York.

Kunaepah, U. 2008. Pngaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa Terhadap Aktifitas Antibakteri, Polifenol Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah. **Tesis.** Universitas Diponegoro, Semarang.

M. A. Batutah,. 2017. Ditilasi bertingkat bioetanol dari buah maja (Aegle Marmelos L.), J. IPTEK, vol. 21, no. 2, pp. 9–18.

Magfirah, M. B. 2023. Analisis Glukosa Hasil Fermentasi Ampas Sagu Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.

Muin, R., Lestari, D. And Sari, T.W. 2019. Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Yang Dihasilkan Dari Biji Alpukat. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(4), Pp. 1–7. 29

Nata, I. F., Prayogo, J. H., & Arianto, T. (2014). Produksi bioetanol dari alkalipretreatment jerami padi dengan proses simultaneous sacharification and fermentation (SSF). Konversi, 3(1), 10-16.

Putri, J.D.R., Riza, K.N. and Astuti, D.H., 2022, September. Pembuatan bioetanol dari fermentasi biji proso millet (*panicum mileaceum*) menggunakan *zymomonas mobilis*. In Seminar Nasional Soebardjo Brotohardjono (Vol. 18, pp. 24-28).

R. Muin, I. Hakim, and A. Febriyansyah,. 2015. Pengaruh waktu fermentasi dan konsentrasi enzim terhadap kadar bioetanol dalam proses fermentasi nasi aking sebagai substrat organik, J. Tek. Kim., vol. 21, no. 3, pp. 59–69.

R. Muin, I. Hakim, and A. Febriyansyah., 2015. Pengaruh waktu fermentasi dan konsentrasi enzim terhadap kadar bioetanol dalam proses fermentasi nasi aking sebagai substrat organik, J. Tek. Kim., vol. 21, no. 3, pp. 59–69.

Saisa dan Syabriana, M. 2018. Produksi Bioetanol dari Limbah Kulit Kopi

ISSN 2776-513X

Menggunakan Enzim. Serambi Engineering, III(1), 271-278.

Sanjiwani, N.M.S., Rita, W.S. and Swantara, I.M.D., Pembuatan Bioetanol dari campuran limbah nasi dan kulit pisang.

Saragih, S. W. 2023. Pembuatan bioetanol dari batang kelapa sawit (elais guineensis jacq.) Melalui proses pretreatment menggunakan h2so4 dan fermentasi menggunakan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*). *Jurnal Agro Fabrica*, *5*(2), 9-17.

Sari, Nurlaila. 2009. Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak untuk Produksi Bioetanol dari Reject Pulp dengan Menggunakan Enzim Selulase dan *Yeast Saccharomyces cereviceae*. Laporan Penelitian, Fakultas Teknik Universitas Riau Pekanbaru.

Siswati, N D, dkk. 2021.Selulosa Asetat Dari Ampas Sagu. *Jurnal Teknik Kimia*,15(2), April 2021.

Susmiati, Yuana, et al. 2011. "Rekayasa Proses Hidrolisis Pati Dan Serat Ubi Kayu (Manihot Utilissima) Untuk Produksi Bioetanol." Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM, 31 (4), 384–90,

Sutarno, Rika Julfana, Titin Anita Zahara, dan Nora Idiawati. 2020. Hidrolisis Enzimatik Selulosa dari Ampas Sagu menggunakan Campuran Selulase dari Trichoderma Reesei dan Aspergillus Niger, JKK, 2(1): 52-57.

T. Mutiara, S. Widiawati, S. Rachmatyah, and A. Chafidz, 2020. Production of bio-ethanol via hydrolysis and fermentation using cassava peel and used newspaper as raw materials. Mater. Sci. Forum, vol. 981, pp. 222–227.

Z. Fadly Khaira, E. Yenie, and S. Rezeki Muria. 2015. Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Tongkol Jagung Menggunakan Proses Simultaneous Sacharificatian And Fermentation (SSF) Dengan Variasi Konsentrasi Enzim Dan Waktu Fermentasi.

ISSN 2776-513X