

## Konversi Ampas Tebu dan Sabut Kelapa Menjadi Bioetanol dengan Metode Hidrolisis Enzimatik

Sifa Rahmawati<sup>1</sup>, M Yerizam<sup>2</sup>, Erwana Dewi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya

e-mail: [sifarahmawati158@gmail.com](mailto:sifarahmawati158@gmail.com)

### Abstrak

Di Indonesia banyak sisa-sisa bagian tumbuhan seperti kelapa dan tebu. Alih-alih membuangnya, kita bisa menggunakannya untuk membuat bahan bakar khusus yang disebut bioethanol. Limbah ampas tebu dan sabut kelapa dapat dimanfaatkan menjadi bioethanol karena di dalamnya terdapat kandungan lignoselulosa yang menjadi salah satu bahan baku pembuatan bioethanol. Untuk mendapatkan selulosa yang dibutuhkan untuk bioethanol, kita harus memecah lignin yang menyatukannya. Lignin menghalangi proses yang membantu membuat bioethanol. Pada penelitian ini menggunakan metode hidrolisis enzimatik, proses ini merupakan proses utama dalam pembuatan bioethanol. Sebelum dihidrolisis, kandungan lignin terlebih dahulu dilakukan proses delignifikasi pada produksi bioethanol dengan bahan baku ampas tebu dan sabut kelapa. Selanjutnya kandungan holoselulosa dihidrolisis dengan menggunakan enzim sebagai katalisnya. Beberapa perlakuan terhadap proses hidrolisis ini, antara lain menggunakan variasi waktu pemanasan dengan variasi (45, 60, 75, 90, dan 105) menit. Serta pengaruh volume enzim (3, 6, 9, 12, 15) ml terhadap kadar glukosa yang akan diperoleh dari proses hidrolisis enzimatik. Kandungan glukosa tertinggi adalah 15,6% diperoleh pada saat pemanasan selama 75 menit dengan volume enzim 15 ml. Dari Penelitian ini didapatkan hasil kandungan bioethanol dengan konsentrasi 25%.

**Kata kunci:** *Bioetanol, Enzim, Hidrolisis, Lignoselulosa, Glukosa.*

### Abstract

In Indonesia there are many remains of plant parts such as coconut and sugarcane. Instead of throwing it away, we can use it to make a special fuel called bioethanol. Bagasse and coconut husk waste can be used as bioethanol because it contains lignocellulose which is one of the raw materials for making bioethanol. To get the cellulose needed for bioethanol, we must break down the lignin that holds it together. Lignin blocks the process that helps make bioethanol. In this study using the enzymatic hydrolysis method, this process is the main process in making bioethanol. Before being hydrolyzed, the lignin content is first delignified in bioethanol production with raw materials for bagasse and coconut husk. Furthermore, the holocellulose content is hydrolyzed using enzymes as catalysts. Some treatments for this hydrolysis process, among others, use variations in heating time with variations (45, 60, 75, 90, and 105) minutes. As well as the influence of enzyme volume (3, 6, 9, 12, 15) ml on glucose levels to be obtained from the enzymatic hydrolysis process. The highest glucose content of 15.6 % was obtained on heating for 75 minutes with an enzyme volume of 15 ml. From this study, the results of bioethanol content with a concentration of 25% were obtained.

**Keywords :** *Bioethanol, Enzim, Hidrolisis, Lignoselulosa, Glukosa.*

## PENDAHULUAN

Saat ini Indonesia sedang berusaha meningkatkan kemandirian di bidang energi untuk mendukung pembangunan berkelanjutan. Selama ini sistem penyediaan energi nasional berasal dari bahan bakar fosil, sedangkan penggunaan energi non fosil/energi baru terbarukan masih sangat rendah. Untuk mengurangi pemakaian bahan bakar fosil, pemerintah Indonesia memberikan solusi terhadap pengembangan dan penggunaan bahan bakar nabati atau bahan bakar yang berasal dari tumbuhan sebagai sumber energi alternatif dari sumber terbarukan. Pembuatan bioetanol dari ampas tebu dan sabut memanfaatkan unsur selulosa yang ada pada ikatan lignoselulosa, namun harus dibebaskan terlebih dahulu dengan mendegradasi unsur lignin yang ada pada lignoselulosa sebagai penutup selulosa dan hemiselulosa karena lignin akan memperlambat aktivitas enzim sebagai katalis selama hidrolisis (Mansur, 2019). Produksi kelapa yang cukup melimpah di Indonesia yaitu sebanyak 2.811.954 Ton pada tahun 2020 (Direktorat Jendral Perkebunan, 2021) dan sepertiga dari buah kelapa adalah sabutnya. Sebagian besar hanya dijadikan limbah yang ditumpuk dan selanjutnya dibakar. Dengan pemanfaatan sabut kelapa menjadi bahan baku bioetanol akan menjadikan limbah ini lebih termanfaatkan dan bernilai ekonomis. Serat yang terdapat dalam ampas tebu meliputi beberapa unsur penyusun, yaitu: lignin, selulosa, hemiselulosa dan beberapa unsur lainnya, seperti terlihat pada tabel berikut:

**Tabel 1. Unsur Penyusun Ampas Tebu**

Komponen	Kadar(%)
Lignin	24,2
Selulosa	52,7
Hemiselulosa	17,5
Lain	5,6

Sumber : Ni Putu, 2020.

Unsur selulosa pada ampas tebu cukup signifikan, mencapai 29-43%(Bolivar & Lei, 2018). Sabut kelapa tua mengandung selulosa 43,40% lebih banyak (Jannah & Asip, 2022) dibandingkan sabut kelapa muda dengan 32,80% (Da costa & Dos Santos, 2018).

**Tabel 2. Komponen Penyusun Sabut Kelapa**

Komponen	Kadar (%)
Selulosa	43,44
Hemiselulosa	0,25
Lignin	45,84
Air	5,25
Abu	2,22

Sumber: Ni Putu, 2020.

Delignifikasi bertujuan supaya mendegradasi unsur lignin sehingga selulosa dan hemiselulosa bisa diproses untuk selanjutnya agar bisa menghasilkan bioetanol. Lignin adalah bagian yang menutupi selulosa dan hemiselulosa. Kehadiran senyawa pengikat lignin membuat hidrolisis bahan lignoselulosa menjadi sulit. Oleh karena itu, pretreatment dan hidrolisis adalah langkah proses utama agar mendapatkan hasil glukosa dan bioetanol. Pada penelitian ini, proses delignifikasi menggunakan NaOH sebagai senyawa pengurai kandungan lignin. Dibandingkan dengan proses asam, lebih sedikit gula yang dipecah dalam proses basa. natrium, kalium, kalsium, dan amonium hidroksida adalah agen pretreatment basa yang dapat digunakan (Hannah, 2021). Selanjutnya adalah hidrolisis. Hidrolisis

merupakan proses pemecahan komponen gula kompleks menjadi gula sederhana. Pada penelitian ini menggunakan enzim selulase sebagai katalisator reaksi untuk mendegradasi polimer menjadi monomer dalam proses hidrolisis. Jenis enzim yang digunakan bergantung pada jenis polisakarida yang dihidrolisis. Enzim yang dibutuhkan untuk menghidrolisis selulosa berbeda dengan enzim yang dibutuhkan untuk menghidrolisis hemiselulosa. Oleh karena itu pada bahan baku lignoselulosa dihidrolisis dua kali. Polisakarida hemiselulosa diekstraksi terlebih dahulu sehingga bisa menghidrolisis hemiselulosa dan selulosa secara terpisah (Megawati, 2015).

## **METODE**

### ***Pretreatment***

Ampas tebu dan sabut kelapa dikeringkan terlebih dahulu untuk selanjutnya dihancurkan hingga menjadi serbuk dengan ukuran 50 mesh. Sebanyak 250 gram ampas tebu dan 250 gram serabut kelapa akan digunakan sampel dalam penelitian ini. Kemudian campuran sabut kelapa dan ampas tebu akan dicampurkan dengan larutan NaOH dengan variasi konsentrasi, 0,5 N, 1 N, 1,5 N, 2 N, 2,5 N, dan 3 N sebanyak 0,4 L. Kemudian ampas tebu dan sabut kelapa disimpan pada suhu 25°C selama 3 hari. Kemudian mengulangi percobaan ini dengan konsentrasi NaOH yang sama, selanjutnya disimpan pada suhu 100 oC di oven selama 3 jam, kemudian didinginkan pada temperature ruang.

### ***Hidrolisis Enzimatik***

Hidrolisis enzimatik adalah proses pemecahan polimer menjadi monomer dengan bantuan enzim sebagai katalisator (Arlianti, 2018). Meskipun terdapat banyak macam metode hidrolisis, pembuatan bioetanol banyak menggunakan metode hidrolisis asam dan hidrolisis enzimatik terutama pada bahan baku biomassa.

1. 5 gr bahan baku yang telah dipretreatment dimasukkan ke dalam beaker.
  2. Ditambahkan enzim selulase sebanyak ( 3 ml, 6 ml, 9 ml, 12 ml, 15 ml).
  3. Ditambahkan larutan buffer sitrat 0,1 M pH 5,5 sebanyak 50 ml.
  4. Larutan dipanaskan pada 60°C menggunakan hot plate stirrer selama 45 menit.
  5. Larutan disaring dengan kertas saring sehingga didapatkan larutan hasil hidrolisa.
- Mengulangi percobaan diatas dengan variasi waktu hidrolisis (45, 60, 75, 90, 105) menit.

### ***Fermentasi dan Distilasi***

1. Bahan yang sudah melalui proses lignifikasi dan hidrolisis dimasukkan kedalam fermentor.
2. Ditambahkan ( 1gr, 1,5 gr, 2gr, 2,5 gr, dan 3gr) urea sebagai nutrisi.
3. Ditambahkan 2gr ragi ke dalam fermentor.
4. Fermentor ditutup rapat.
5. Fermentasi dilakukan selama 3,5,7 hari dengan pH 5,5 – 6 dan temperature 30°C.

Proses distilasi dilakukan dari hasil fermentasi, untuk proses distilasi ini dengan suhu 78°C. Distilasi dilakukan untuk memisahkan etanol dari campuran etanol-air sehingga etanol hasil distilasi ini lebih pekat (murni) yang selanjutnya akan dianalisa dengan mengukur indeks bias dan konsentrasi bioethanol.

### ***Analisa Kadar Glukosa***

Berikut prosedur analisa kadar glukosa adalah (SNI 3140:3:2010)

1. Menyiapkan alat dan sampel hidrolisis sebanyak 2 ml.
2. Membersihkan refraktometer digital menggunakan aquadest sebanyak 0,3 ml, menekan tombol START lalu menekan tombol ZERO agar pembacaan dimulai dari nol.
3. Melakukan pengukuran sampel sebanyak 0,3 ml dimasukan pada prisma alat. Kemudian alat akan membaca terhadap pengukuran tersebut.
4. Mencatat kadar glukosa yang telah terbaca oleh alat.
5. Membersihkan dan merapikan kembali alat dan bahan yang telah digunakan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Kandungan Lignoselulosa**

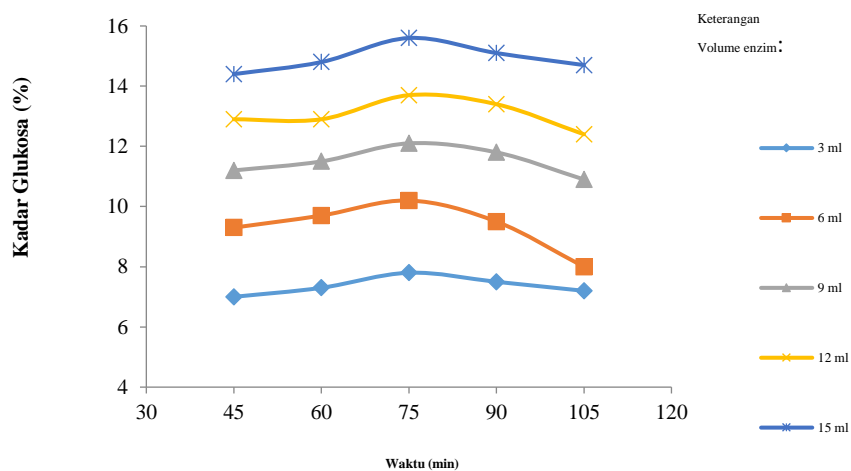
**Tabel 3. Hasil Perhitungan Kandungan Lignoselulosa pada campuran Ampas Tebu dan Sabut Kelapa sebelum *pretreatment* dan setelah *pretreatment*.**

Senyawa	Persentase (%)	
	Sebelum <i>Pretreatment</i>	<i>Pretreatment</i>
Selulosa	30,75 %	37,2%
Hemiselulosa	4,47 %	13,25%
Lignin	39,05%	28,11%

Hasil analisa terhadap kandungan lignoselulosa pada campuran ampas tebu dan sabut kelapa yang telah dipretreatment menunjukkan penurunan lignin yang cukup signifikan. Penurunan kadar lignin terbaik di dapatkan dengan konsentrasi sebesar 3 N yaitu sebesar 39,05 % menjadi 28,11%. Kadar selulosa campuran ampas tebu dan sabut kelapa pun mengalami peningkatan, dari yang semula 30,75% menjadi 37,2%. Begitu juga dengan jumlah hemiselulosa yang mengalami peningkatan yaitu dari 4,47% menjadi 13,25 %.

**Hasil Analisa Kadar Glukosa**

Berdasarkan **Gambar 1.** hasil analisa kadar glukosa, waktu yang diperlukan agar memperoleh hasil glukosa tertinggi pada proses hidrolisis dengan katalisator enzim selulase menggunakan variasi volume enzim 15 ml dengan waktu hidrolisis 75 menit. Kecenderungan yang terlihat pada **Gambar 1.** bahwa pada waktu 45 menit hingga waktu 75 menit terjadi peningkatan hasil gula yang dihasilkan pada proses hidrolisis yang dikarenakan oleh waktu kontak yang lama. waktu kontak yang lama menyebabkan kontak antara enzim dengan campuran ampas tebu dsan sabut kelapa semakin besar sehingga selulosa terdegradasi menjadi glukosa. Namun, setelah waktu 75 menit hasil glukosa mengalami penurunan. Hal ini disebabkan pada waktu 75 menit dihasilkan gula yang optimum, namun setelah itu pada waktu 90 menit mengalami penurunan kadar glukosa dikarenakan semakin lama waktu hidrolis jumlah substrat (campuran ampas tebu dan sabut kelapa) akan semakin berkurang karena telah banyak yang terhidrolisis sehingga glukosa yang dihasilkan cenderung menurun atau konstan



**Gambar 1. Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Konsentrasi Enzim Terhadap Kadar Glukosa.**

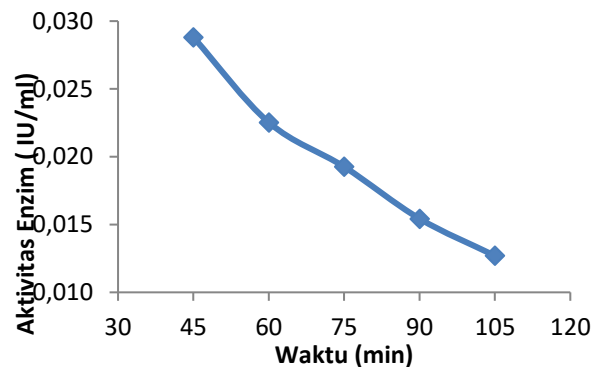
Berdasarkan **Gambar 1**, didapatkan bahwa hasil glukosa tertinggi diperoleh pada hidrolisis selama 75 menit dengan kadar 15,6% sedangkan pada menit 90 mengalami penurunan hasil glukosa menjadi 15,15%. Perbedaan perolehan kadar hasil glukosa pada perbedaan variasi waktu ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu hidrolisis dan semakin lama waktu kontak yang terjadi antara enzim dengan campuran ampas tebu dan sbaut kelapa tidak sepenuhnya meningkatkan hasil hidrolisis ampas tebu dan sabut kelapa.

### Pengaruh Volume Enzim Terhadap Kadar Glukosa Yang Dihasilkan

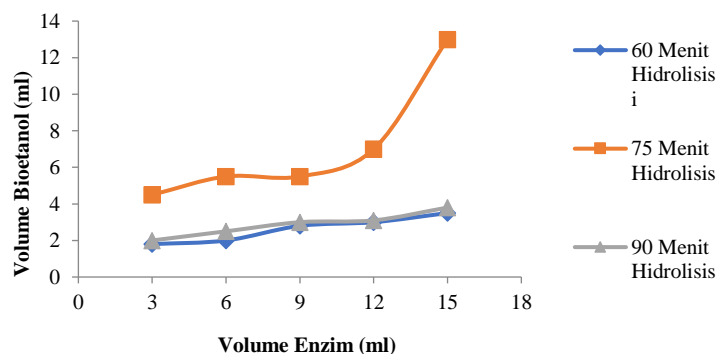
Selain waktu, glukosa hasil hidrolisis enzimatik juga dipengaruhi oleh volume enzim sebagai katalis. Variasi volume enzim yang digunakan pada penelitian ini yaitu 3 ml, 6 ml, 9 ml, 12 ml, dan 15 ml. Berdasarkan Gambar 4.1 diperoleh hasil glukosa sebesar 15, 6% dengan volume enzim 15 ml. hal ini serupa dengan hasil penelitian (Yuna, 2018) yang menyatakan bahwa glukosa yang dihasilkan dengan konsentrasi 0,5% enzim lebih banyak dari pada 0,25% enzim. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan volume enzim dapat meningkatkan hasil glukosa yang diperoleh. penambahan jumlah volume enzim selulase ke dalam proses hidrolisis dapat meningkatkan hasil hidrolisis.

### Pengaruh Waktu Hidrolisis Terhadap Aktivitas Enzim

Berdasarkan Gambar 2 di bawah terlihat adanya penurunan aktivitas enzim awal dan aktivitas enzim akhir pada setiap perlakuan. Hal ini dikarenakan karena perbedaan waktu pengukuran setiap enzim selulosa yang digunakan maka aktivitasnya akan menurun. Faktor yang mengurangi aktivitas enzim adalah waktu dan suhu. Dari Gambar 2 terlihat bahwa semakin lama enzim selulase digunakan untuk hidrolisis maka aktivitas enzim semakin menurun. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian [Gautam, 2011) bahwa aktivitas meningkat pada saat onset tetapi mulai menurun setelah hari kedelapan.



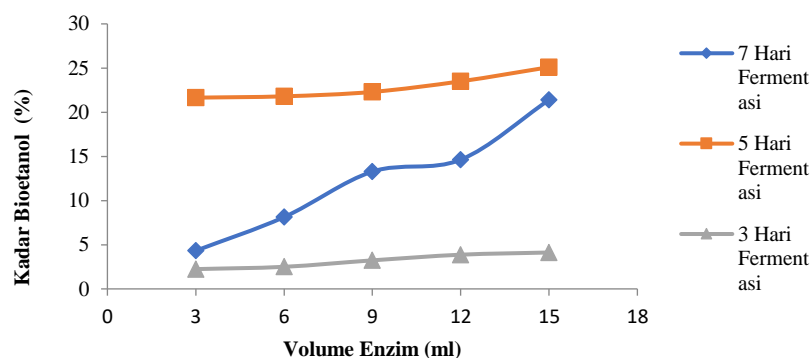
**Gambar 2. Pengaruh Waktu Hidrolisis Terhadap Aktivitas Enzim**  
**Pengaruh Volume Enzim dengan Waktu Hidrolisis Terhadap Volume Bioetanol**



**Gambar 3. Pengaruh Volume Enzim dengan Waktu Hidrolisis Terhadap Volume Bioetanol**

Berdasarkan **Gambar 3**, dapat dilihat bahwa volume enzim berbanding lurus dengan volume bioethanol yang dihasilkan. Volume bioethanol meningkat seiring dengan penambahan volume enzim, namun waktu hidrolisis juga sangat mempengaruhi jumlah volume bioethanol yang diperoleh. Hasil volume bioethanol terbaik diperoleh pada waktu hidrolisis selama 75 menit. Yaitu pada volume enzim 3 ml menghasilkan bioethanol sebanyak 4,5 ml dan pada volume enzim 15 ml diperoleh volume bioethanol sebanyak 13 ml. Namun pada waktu 90 menit hidrolisis, terjadi penurunan jumlah volume bioethanol yang dihasilkan. Hal ini dipengaruhi oleh waktu hidrolisis, pada perlakuan hidrolisis selama 75 menit, enzim sudah mencapai suhu optimum, sehingga saat perlakuan hidrolisis selama 90 menit aktivitas enzim dan glukosa yang dihasilkan mengalami penurunan. Sehingga mempengaruhi jumlah bioethanol yang diperoleh, karena semakin banyak glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis, maka akan mempengaruhi hasil bioethanol yang diperoleh.

### Pengaruh Volume Enzim Dengan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol



**Gambar 4. Pengaruh Volume Enzim Dengan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol**

Berdasarkan Gambar 4 kadar bioethanol yang dihasilkan mengalami peningkatan pada setiap penambahan volume enzim yang digunakan. Kadar bioethanol terbaik diperoleh pada volume enzim 15 ml dengan waktu fermentasi selama 5 hari sebesar 25,1 %. Selain itu, dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi maka kandungan bioetanol semakin meningkat, namun setelah hari kelima kandungan bioetanol masing-masing sampel semakin menurun. Hal ini dikarenakan proses fermentasi sudah mencapai kondisi optimal pada 5 hari, dan kandungan bioetanol menurun setelah waktu optimal tersebut.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa: Kondisi optimum dan terbaik terdapat di volume enzim 15 ml yang menghasilkan kadar glukosa 15,6 % dan kadar bioetanol 25,1 %. Untuk waktu optimum hidrolisis yaitu selama 75 menit, kadar glukosa cenderung naik dari waktu 45 menit hingga 75 menit. Lalu cenderung turun ketika waktu hidrolisis melebihi 75 menit. Waktu fermentasi terbaik dengan waktu 75 menit hidrolisis, menghasilkan 13 ml bioethanol dengan kadar 25,1%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arlianti, L. (2018). *Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial Di Indonesia*. UNISTEK, 5(1) 16-22. <https://doi.org/10.33592/unistek.v5i1.280>
- Bolivar-Telleria, M., Turbay, C., Favarato, L., Carneiro, T., De Biasi, R. S., Fernandes, A. A. R., Santos, A. M. C., Fernandes, P. M. B., & Lei, Z. (2018). Second-Generation Bioethanol from Coconut Husk. *BioMed Research International*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/4916497>
- da Costa Nogueira, C., de Araújo Padilha, C. E., de Sá Leitão, A. L., Rocha, P. M., de Macedo, G. R., & dos Santos, E. S. (2018). Enhancing Enzymatic Hydrolysis of Green Coconut Fiber—Pretreatment Assisted by Tween 80 and Water Effect on The



- Post-Washing. *Industrial Crops and Products*, 112(December 2017), 734–740.  
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.12.047>
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2021). *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional*. In Sekretariat Dirjend Perkebunan Kementerian Pertanian (I). Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia. [https://drive.google.com/file/d/1ZpXeZogAQYfCINBOgVLhYi8X\\_vujJdHx/view](https://drive.google.com/file/d/1ZpXeZogAQYfCINBOgVLhYi8X_vujJdHx/view)
- Gautam, S.P, Bundela P.S, Pandey A.K, dan Jamaluddin, K.M.K. 2011. Optimization for the Production of Cellulase Enzyme from Municipal Solid Waste Residu by Two Novel Celluloly Fungi. *Biotechnology Research International* 2011. Rani Durgavati University. India.
- Yuna Susmiati . (2018). Prospek Produksi Bioetanol dari Limbah Pertanian dan Sampah Organik. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 7 (2): 67-80. [346-1490-1-PB \(1\).pdf](#)
- Jannah, A. M., & Asip, F. (2022). Bioethanol production from coconut husk by using Saccharification Fermentation Method. *Jurnal Teknik Kimia*, 9(2), 245–251. <https://doi.org/36.36706/jtk.v28il.347>
- Mansur, Y. S., Syahrul Aiman, dan Dieni. (2019). *Perkembangan Bioetanol G2: Teknologi dan Perspektif*. LIPI Press.
- Megawati. (2015). *Bioethanol Generasi Kedua*. Graha Ilmu.
- Ni Putu, Putu Nilawati. 2020. Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Kajian Pembuatan Bioetanol Dengan Proses Hidrolisis Asam. *Buleleng: Jurnal Sains Teknologi*
- Hannah Khairiyah, Muhammad Ridwan (2021). Pengembangan Proses Pembuatan Bioetanol Generasi II Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 9 (4): 233-240. [file:///C:/Users/62831/Downloads/admin,+JPA+Vol+9+No+4+Okt+2021+\(5\)+Hanifah.pdf](file:///C:/Users/62831/Downloads/admin,+JPA+Vol+9+No+4+Okt+2021+(5)+Hanifah.pdf)