



**PENGARUH *PREPROCES* PHP SERTA OPTIMALISASI SAKARIFIKASI ENZIMATIS TERHADAP PRODUKSI BIOETANOL DARI RUMPUT TEKI DENGAN MANFAATNYA SEBAGAI BAHAN BAKAR KAPAL DALAM MENUNJANG KETERSEDIAAN ENERGI UNTUK BAHAN BAKAR KAPAL DI WILAYAH PESISIR**

Rosyidah Khoirunnisa Al ghiffary, Riyad Khoirul Anam

Fitriani Khanifatun, S.Si, M.Pd

SMAN 1 KENDAL NGAWI

[Rosyidahkhalghf157@gmail.com](mailto:Rosyidahkhalghf157@gmail.com)

**ABSTRAK**

Ketersediaan energi yang ramah lingkungan sebagai bahan bakar kapal di wilayah pesisir menjadi salah satu tantangan yang dihadapi saat ini. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah bioetanol. Penelitian ini menganalisis potensi *Cyperus rotundus* (rumput teki) sebagai bahan utama bioetanol G2 melalui *preprocess-PHP* serta optimalisasi sakarifikasi enzimatik. *Preprocess* dilakukan pada dua suhu (40°C dan 50°C) dengan variasi waktu, dilanjutkan dengan sakarifikasi dan fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Hasil penelitian menunjukkan sakarifikasi optimal pada *preprocess* pada suhu 50°C menghasilkan kandungan selulosa 13,66%. Kadar bioetanol terbaik didapat pada waktu fermentasi 7 hari dengan suhu 38°C. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan metode yang efektif untuk produksi bioetanol dari rumput teki, mendukung keberlanjutan energi terbarukan dengan memperhatikan aspek lingkungan.

**Kata Kunci :** *Cyperus rotundus*, bioetanol, *preprocess-PHP*, sakarifikasi enzimatik





## PENDAHULUAN

Transportasi laut merupakan salah satu sektor teknologi yang terus berkembang. Hal ini dibuktikan dengan jumlah penumpang dan muatan yang diangkut kapal semakin meningkat setiap tahunnya. Evolusi permintaan harus sejalan dengan perkembangan dan peningkatan fasilitas transportasi laut sehingga dapat memenuhi permintaan dan memberikan layanan terbaik (Firdaus & Utomo, 2016). Ketersediaan energi yang ramah lingkungan sebagai bahan bakar kapal di wilayah pesisir menjadi salah satu tantangan yang dihadapi saat ini. Salah satu solusi untuk mengatasi ketersediaan bahan bakar terbarukan yaitu mencari alternatif bahan bakar seperti bioetanol.

Bioetanol merupakan produk pemrosesan tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif terbarukan (Novia, Uljanah, & Safitri, 2018). Komponen penting dalam pembuatan bioetanol adalah glukosa, contohnya gula yang memiliki kandungan glukosa. Pembuatan bioetanol membutuhkan umbi-umbian, jagung, atau tumbuhan lain yang memiliki kandungan gula, karbohidrat, dan selulosa (Septiani & Febrilianti, 2023). Pemanfaatan biomassa untuk keperluan produksi bioetanol biasanya memanfaatkan kandungan selulosa yang tinggi. Pada tumbuhan, selulosa terikat dengan lignin yang kemudian membentuk lignoselulosa, sehingga dapat menghambat pengolahan selulosa. Oleh sebab itu, dibutuhkan perlakuan awal untuk mendegradasi lignin dari susunan selulosa dengan memanfaatkan proses kimiawi, seperti penggunaan NaOH.

Penelitian dan pembuatan bioetanol oleh berbagai negara di seluruh dunia berkembang baru berlangsung secara umum di sepuluh tahun ini. Terdapat kecenderungan untuk memilih penggunaan bahan baku non-pangan, seperti limbah lignoselulosa sebagai bahan baku utama. Pilihan ini didasari oleh kelimpahan ketersediaannya, namun tidak hanya itu, pilihan ini juga dapat menghindari persaingan dalam penyediaan bahan pangan di suatu negara (Hidayat, 2013).

Dalam produksi bioetanol terbagi menjadi 3 generasi yang membedakan penggunaan bahan dasar. Generasi pertama menggunakan bahan baku yang berasal dari tumbuhan yang kaya akan glukosa, pada generasi dua memanfaatkan penggunaan tumbuhan yang memiliki kandungan lignoselulosa, dan pada generasi ketiga memanfaatkan mikroalga (Mulyadi, Khumaisah, & Rahayu, 2023). Salah satu tumbuhan yang memiliki kandungan lignoselulosa yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol adalah rumput teki (*Cyperus rotundus*). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Vishwakarma & Banerjee, 2016), rumput teki memiliki kandungan 20,76% selulosa, 12,93% hemiselulosa, dan 11,88% lignin. Kadar rumput teki mengalami perubahan setelah dilakukan perlakuan awal, menjadi 30,07% selulosa, 15,87% hemiselulosa, dan 4,03% lignin. Kandungan selulosa yang terdapat didalam rumput teki dapat diubah menjadi bioetanol generasi kedua dengan menggunakan selulosa sebagai bahan bakunya.

Pembuatan bioetanol dari bahan lignoselulosa melibatkan beberapa tahapan serius, termasuk *preprocess*, hidrolisis, fermentasi, dan destilasi untuk pemisahan produk. Hingga





saat ini, terdapat banyak metode *preprocess* yang terus berkembang, yang disesuaikan dengan jenis bahan-bahan utama lignoselulosa.

Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi *preprocess* yang efisien dengan asam fosfat dan hidrogen peroksida, mengoptimalkan proses sakarifikasi Enzimatis pada *Cyperus rotundus*, dan meningkatkan efisiensi produk bioetanol.

### Rumusan masalah

Penelitian ini akan dibatasi sesuai dengan rumusan masalah yang didasarkan pada latar belakang. Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana hasil analisis variasi suhu *preprocess* rumput teki untuk mengetahui kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang kemudian dapat ditemukan variasi terbaik untuk pembuatan bioetanol?
- b. Bagaimana hasil analisis kadar bioetanol yang terbuat dari rumput teki (*Cyperus rotundus*) dengan berbagai variasi suhu fermentasi?

### Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

- a. Menganalisis variasi suhu *preprocess* rumput teki untuk mengetahui kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang kemudian dapat ditemukan variasi terbaik untuk pembuatan bioetanol.
- b. Menganalisis kadar bioetanol yang terbuat dari rumput teki (*Cyperus rotundus*) dengan berbagai variasi suhu fermentasi.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 1. *Preprocess-PPH*

*Preprocess* merupakan langkah awal dari pemrosesan bioetanol guna memperoleh kandungan selulosa pada biomassa dan juga banyak metode yang dapat digunakan seperti bioproses yaitu enzimatis dan katasil kimia asam maupun basa (Maharani & Rosyidin, 2018) selain itu, tujuan dari *preprocess* adalah mengurangi/meminimalisir kandungan lignin dan hemiselulosa sehingga meningkatkan jumlah karbohidrat, menurunkan sifat kristalin selulosa, dan memperluas area kontak aktivitas enzim (Nurwahdah, Naini, Nadia, Lestari, & Sunardi, 2018).

Sampai saat ini, terdapat banyak metode *preprocess* untuk menguraikan lignoselulosa yang terkandung dalam biomassa. Keragaman bahan baku lignoselulosa yang digunakan menyebabkan keragaman metode *preprocess* yang digunakan. Strategi *preprocess* yang berbeda juga dilakukan untuk menghasilkan bioetanol (Hidayat, 2013). Salah satunya adalah metode *preprocess* dengan menggunakan asam fosfat dan hidrogen peroksida.





Menurut (Warlinda & Zainul, 2019), Asam fosfat merupakan mineral anorganik asam yang memiliki rumus kimia  $H_3PO_4$ . Asam fosfat dapat dikenal juga dengan nama asam ortofosfat atau asam fosfat (V). Asam fosfat murni adalah padatan yang tidak berwarna, dengan titik leleh 42,35%. Pada suhu rendah asam fosfat ini sangat stabil dan tidak memiliki sifat oksidator. Namun, pada suhu tinggi, asam fosfat cukup reaktif terhadap logam yang dapat mengurangnya. Sedangkan hidrogen peroksida yang memiliki rumus kimia  $H_2O_2$ , merupakan peroksida paling sederhana, yaitu senyawa dengan ikatan tunggal antara atom oksigen. Hidrogen peroksida berbentuk cairan yang bening yang sedikit lebih kental daripada air dan tidak memiliki warna (Yasmin, 2023). Menurut (Khopsoh, Diyaningsih, Lidiyawati, & Haryuni, 2022), Hidrogen peroksida adalah reagen yang sangat aman dan efektif, serta tidak meninggalkan residu yang membahayakan.

## 2. Sakarifikasi Enzimatis

Sakarifikasi adalah proses perubahan selulosa menjadi glukosa melalui hidrolisis yang melibatkan enzim selulase (Putra & Sanjaya, 2020). Enzim selulase merupakan jenis enzim yang diproduksi di luar sel oleh mikroorganisme yang mampu mendegradasi selulosa (Larasati, Mulyana, Anggriawan, & Effendi, 2012).

Salah satu jamur yang merupakan penghasil enzim selulase adalah *Aspergillus niger* (Putra & Sanjaya, 2020). Jamur *Aspergillus niger* memiliki kelebihan dimana jamur tersebut sangat efisien dalam menghasilkan enzim selulase, serta penanganannya lebih mudah dan terjangkau (Ariyani, Asmawit, & Utomo, 2014).

## 3. Bioetanol

Bioetanol merupakan hasil dari pengolahan tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai salah satu bahan bakar alternatif (Novia, Uljanah, & Safitri, 2018). Bahan dasar pembuatan bioetanol terbagi menjadi tiga generasi. Bioetanol generasi pertama terbuat dari tumbuhan yang memiliki glukosa yang tinggi sebagai bahan bakunya, pada generasi kedua bioetanol terbuat dari tumbuhan yang memiliki kandungan lignoselulosa, dan pada generasi ketiga memanfaatkan mikroalga (Mulyadi, Khumaisah, & Rahayu, 2023).

Selama ini penelitian bioetanol telah berkembang ke generasi kedua yang fokus pada pemanfaatan sisa industri pertanian sebagai bahan baku. Bahan atau zat yang memiliki kandungan glukosa dapat langsung diubah menjadi bioetanol melalui proses fermentasi menggunakan ragi atau bakteri jenis tertentu (Herliati, Sefaniyah, & Indri, 2018). Ciri-ciri bioetanol adalah larut dalam air, mudah menguap, tidak mengandung zat karsinogenik, mudah terbakar, dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Rahmi, Zulnazri, Dewi, Sylvia, & Bahri, 2022).

## 4. Rumput Teki





Rumput teki adalah gulma tahunan yang dapat tumbuh di lingkungan tropis dan subtropis (Tania, Suoth, Fatimawali, & Tallei, 2021). Spesies ini digolongkan sebagai tumbuhan liar yang memiliki daya tahan tinggi terhadap upaya pembasmian, karena memiliki kemampuan menghasilkan umbi, yang memungkinkan tanaman untuk melakukan regenerasi dengan sangat cepat (Yustiana, Setyawardani, Nitawati, Saraswati, & Ratusehaka, 2019).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Vishwakarma & Banerjee, 2016), rumput teki memiliki kandungan 20,76% selulosa, 12,93% hemiselulosa, dan 11,88% lignin. Kadar rumput teki mengalami perubahan setelah dilakukan perlakuan awal, menjadi 30,07% selulosa, 15,87% hemiselulosa, dan 4,03% lignin. Karena memiliki kandungan selulosa yang tinggi, rumput teki berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi sumber substrat fermentasi bioetanol.

## PEMBAHASAN

### Preparasi Substrat Rumput Teki

Rumput teki yang terkumpul dikeringkan dibawah sinar matahari, untuk mengurangi atau menghilangkan kadar air pada rumput itu sendiri. Dihancurkan dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh, sehingga menjadi bubuk halus. Tujuannya adalah untuk menyederhanakan biomassa sehingga mudah untuk dilakukan *preprocess*-PHP. Perbedaan sebelum dan sesudah dijemur dan dihaluskan ditunjukkan dalam gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Penjemuran rumput teki



Gambar 2. Sampel kering

Secara fisik dapat diamati pada gambar 1 dan 2 terjadi perubahan warna dari yang semula rumput teki berwarna hijau setelah dikeringkan berwarna hijau kecoklatan. Perubahan tersebut terjadi karena degradasi klorofil pada daun dari warna hijau menjadi hijau kecoklatan (Handoyo & Pranoto, 2020).

### *Preprocess* PHP

*Preprocess* PHP dalam penelitian memanfaatkan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ), menghilangkan hemiselulosa dan lignin secara efisien dimana peningkatan suhu dan waktu dapat mempercepat penghilangan hemiselulosa dan lignin (Qiu, et al., 2017). Menurut Qiu, et al (2017), kondisi paling optimal untuk melakukan *preprocess* adalah pada suhu  $40^{\circ}C$  dengan lama waktu 2 jam dan proporsi  $H_3PO_4$  sebesar 70,2%,  $H_2O_2$  5,2%. Larutan PHP dimasukkan kedalam *erlenmeyer* 250 ml dan disegel menggunakan





aluminium foil diaduk selama 2 jam dengan variasi suhu yang ditentukan. Endapan substrat padat hasil *preprocess* disaring dengan etanol 96% sebanyak 3 kali. Substrat yang sudah di cuci dengan etanol disimpan dalam *freezer* pada suhu  $-20^{\circ}\text{C}$

### **Fermentasi Sakarifikasi Serentak (SSF)**

Sampel seberat 13 g dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* berukuran 250 ml. Sampel tersebut dilarutkan dalam aquades 130 ml dan ditambahkan *Aspergillus niger* 20% dari berat kering sampel dan 15% dari berat sampel *Saccharomyces cerevisiae*. *Aspergillus niger* merupakan jamur yang digunakan untuk produksi enzim selulase guna menguraikan selulosa menjadi glukosa. Sedangkan *Saccharomyces cerevisiae* mengubah glukosa menjadi bioetanol (Putra & Sanjaya, 2020). Dicampur kemudian ditutup menggunakan aluminium foil dengan lubang sebesar jarum. *Erlenmeyer* ditempatkan pada *magnetic stirrer* yang di set pada variasi suhu 32, 35, dan 38  $^{\circ}\text{C}$ . Proses fermentasi dilakukan dengan mengkondisikan lingkungan agar sesuai dengan kondisi variabel suhu. Proses fermentasi berlangsung selama 7 hari. Penampakan sampel ditunjukkan dalam gambar 3



**Gambar 3.** Fermentasi

Pada gambar 3 secara fisik dapat diamati terdapat bintik-bintik putih pada permukaan cairan fermentasi. Bintik-bintik putih tersebut menandakan bahwa terjadi proses pertumbuhan jamur, yang menandakan bahwa fermentasi sedang aktif. Penelitian yang dilakukan oleh (Putra & Sanjaya, 2020) meneliti pengaruh variasi waktu sakarifikasi dan fermentasi bioetanol dengan rumput alang-alang yang juga menggunakan jamur *Saccharomyces cerevisiae*, terjadi hal yang sama berupa munculnya bintik-bintik putih pada permukaan substrat yang menjadi penanda adanya pertumbuhan jamur didalam *Erlenmeyer*.

### **Tahap Pemisahan**

Hasil fermentasi dari setiap variasi sampel dilakukan proses penyaringan untuk memisahkan endapan dengan cairan. Cairan yang sudah di lakukan penyaringan di destilasi menggunakan kit destilasi. Tujuan dari destilasi adalah untuk meningkatkan kadar atau kemurnian bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi (Firmansyah, Wahyudi, & Widodo, 2022).

### **Hasil Analisis Variasi Suhu *Preprocess***





Penelitian ini menggunakan *preprocess* PHP dengan variasi suhu. Semakin tinggi kandungan selulosa yang diperoleh dari proses *preprocess* menentukan kadar bioetanol yang dihasilkan. *Preprocess* PHP menghasilkan kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang dapat dilihat pada tabel 1

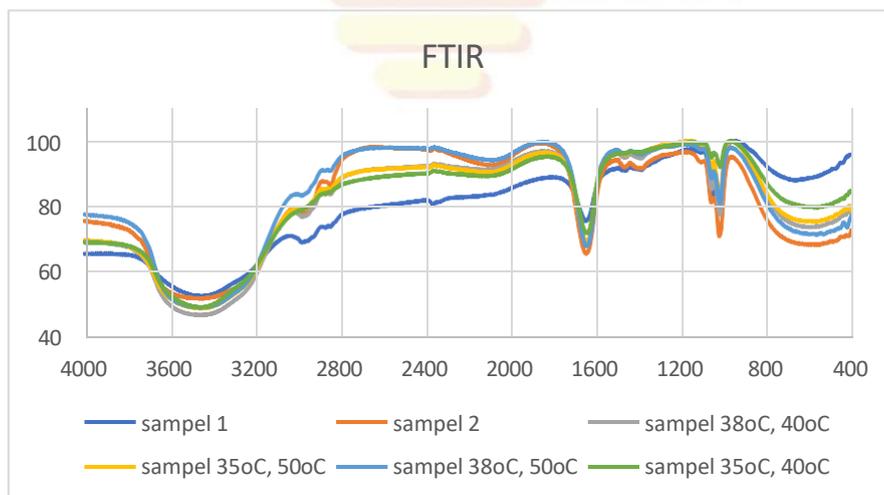
Tabel 1. Hasil analisis variasi suhu *preprocess*

Kandungan (%)	Suhu 40°C	Suhu 50°C
Selulosa	4.09	13.66
Hemiselulosa	9.58	5.32
Lignin	6.74	11.45

Tabel 1 menyatakan kandungan selulosa pada suhu 40°C didapatkan 4,09% dan suhu 50°C didapatkan 13,66%. Kandungan hemiselulosa banyak terurai pada variasi suhu 50°C, menyisakan kandungan hemiselulosa sebesar 5,32%. Peningkatan suhu *preprocess* bermanfaat untuk menghilangkan hemiselulosa serta selulosa tidak terlalu terpengaruh oleh suhu *preprocess* karena seiring dengan peningkatan suhu *preprocess* kandungan selulosa juga meningkat. Kandungan hemiselulosa yang semakin sedikit menghasilkan hidrolisis enzimatik yang lebih efisien (Qiu, et al., 2017). Kandungan lignin yang rendah didapatkan pada suhu *preprocess* 40°C dengan kandungan 6,74%. Pada suhu 50°C masih diperoleh kandungan lignin yang cukup tinggi yakni sebesar 11,45%. Kandungan lignin yang tinggi biasanya disebabkan berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa sehingga sulit terurai didalam rumen (Wina, 2001).

### Hasil Analisis Suhu Sakarifikasi Fermentasi Serentak (SSF) Bioetanol Rumput Teki

Pada pengujian analisis kadar bioetanol dengan variasi suhu ditampilkan dalam data kualitatif dan kuantitatif. Dalam pengujian kualitatif menggunakan FTIR dan kuantitatif menggunakan GC. Uji FTIR ditampilkan dalam gambar 4 dan uji GC ditampilkan dalam gambar 4.

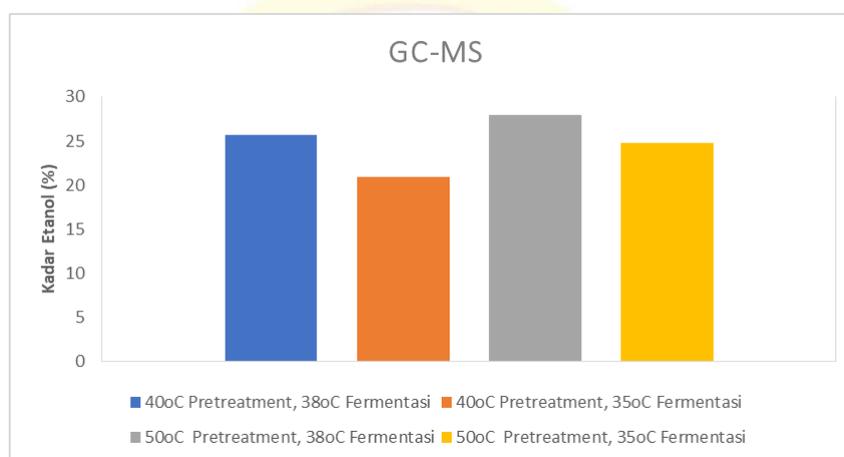


Gambar 4. Grafik hasil analisis FTIR





Gambar 4 sampel hasil fermentasi yang sudah di destilasi dianalisis menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*). Hasil analisis pada ke-6 sampel menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang spesifik untuk etanol. Sampel 1-6 berada pada rentang Panjang gelombang 3448,72-3452,58  $\text{cm}^{-1}$ . Menurut pernyataan (Telussa, Fransina, & Singerin, 2022), ikatan struktur O-H menyerap pada Panjang gelombang antara 3230-3550  $\text{cm}^{-1}$ . Pada penelitian (Azrin, et al., 2023), spektra etanol, serapan dari gugur -OH terdapat pada Panjang gelombang 3622  $\text{cm}^{-1}$ . Dari data dan pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa setiap variasi terdapat kandungan etanol, dan dapat diamati nilai serapan gugus OH tertinggi didapat pada sampel variasi fermentasi 38°C, dengan 40°C *preprocess*.



**Gambar 5.** Grafik hasil analisis GC

Gambar 5 menunjukkan hasil etanol terbaik yang diperoleh pada uji GC, variasi suhu 38°C fermentasi dari substrat 50°C *preprocess*, yang mana menghasilkan kadar etanol sebesar 27,92093%. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Sindhuwati, et al (2020), bahwa semakin tinggi kandungan selulosa pada substrat yang digunakan, semakin tinggi pula kadar bioetanol yang dihasilkan. Semakin lama waktu fermentasi semakin tinggi pula kadar etanol yang dihasilkan (Nafi'ah & Primadevi, 2019).

Pada uji GC (*Gas Chromatography*) yang dilakukan hanya tersaji data variasi suhu 35°C dan 38°C. Hal tersebut disebabkan karena pada sampel variasi suhu 32°C dihasilkan bioetanol yang sedikit sehingga hanya dapat digunakan untuk uji FTIR. Selain itu juga terdapat pernyataan lain yang mendukung bahwa suhu 32°C menghasilkan kadar bioetanol yang rendah. Pada suhu 32°C merupakan suhu yang kurang optimal untuk jamur *Aspergillus niger* dapat tumbuh dan berkembang. *Aspergillus niger* memiliki rentang suhu optimum pertumbuhan diantara 35-37°C (Br.Lubis, Rahayu, Dalimunthe, & Nasution, 2024). Dari pernyataan tersebut kemudian dapat diambil kesimpulan secara teori, bahwa suhu 32°C merupakan suhu yang kurang optimal untuk produksi bioetanol.





## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian mengenai *preprocess-PPH* serta SSF pada rumput teki (*Cyperus rotundus*) untuk bioetanol, dapat disimpulkan bahwa *preprocess* berpengaruh dalam meningkatkan kandungan selulosa. Semakin tinggi suhu *preprocess* semakin tinggi pula kandungan selulosa pada substrat rumput teki. *Preprocess* 40°C memiliki kandungan 4,09% selulosa, 9,58% hemiselulosa, dan 6,74% lignin. Pada suhu *preprocess* 50°C rumput teki, diperoleh kandungan 13,66% selulosa, 5,32% hemiselulosa, dan 11,45% lignin. Variasi suhu *preprocess* 50°C menghasilkan peningkatan kandungan selulosa terbaik. Suhu fermentasi sakarifikasi serentak berpengaruh dalam produksi bioetanol dari rumput teki. Semakin tinggi suhu fermentasi semakin tinggi kadar bioetanol yang dihasilkan. Diantara ke-3 variasi suhu, diperoleh kadar bioetanol terbaik pada variasi suhu 38°C dengan *preprocess* 50°C memberikan hasil kadar bioetanol tertinggi, dengan kadar bioetanol sebesar 27,92093%.



## DAFTAR PUSTAKA

- Azrin, M., Bahri, S., Nurlaila, R., Meriatna, Muarif, A., & Fibarzi, W. U. (2023). Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Kulit Kopi Secara Fermentasi Menggunakan Ragi Roti. *Chemical Engineering Journal Storage*, 151-162.
- Ariyani, S. B., Asmawit, & Utomo, P. P. (2014). Optimasi Waktu Inkubasi Produksi Enzim Selulase oleh *Aspergillus niger* Menggunakan Fermentasi Substrat Padat. *Biopropal Industri*, 61-67.
- Br.Lubis, Y. A., Rahayu, Y. P., Dalimunthe, G. I., & Nasution, H. M. (2024). Produksi Protein Sel Tunggal dari *Aspergillus niger* Kultur dengan Kulit Nanas (*Ananas comosus* L. MERR) Media Limbah. *Jurnal Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, 327-345.
- Firdaus, R., & Utomo, M. T. (2016). Estimasi Kebutuhan Bahan Bakar Kapal Penumpang Pelabuhan Tanjung Emas Semarang Sampai Tahun 2040 Menggunakan Software Leap. *Jurnal Teknik Mesin S-1 Vol 1 No 1*, 9-16.
- Firmansyah, M. Y., Wahyudi, D. D., & Widodo, L. U. (2022). Pemanfaatan Eceng Gondok Menjadi Bioetanol Dengan Proses Fermentasi. *JURNAL ENVIROTEK Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol 14 No 1*, 74-79.
- Herliati, Sefaniyah, & Indri, A. (2018). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Teknologi*, 1-10.
- Hidayat, M. R. (2013). Teknologi Pretreatment Bahan Lignoselulosa Dalam Produksi Bioetanol. *BIOPROPAL INDUSTRI Vol 4 No 1*, 33-48.
- Khopsoh, B., Diyaningsih, M. V., Lidiyawati, A., & Haryuni, N. (2022). Penggunaan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Hidrogen Peroksida) untuk Mengurangi Kadar Coliform Air Pada Peternakan Ayam Petelur di Kabupaten Blitar. *BRILIANT: Jurnal Riset dan Konseptual Volume 7 Nomor 1*, 187-195.



- Larasati, T., Mulyana, N., Anggriawan, M., & Effendi, Y. (2012). Produksi Enzim Selulase oleh Fungi Selulolitik yang Diradiasi Sinar Gamma dalam fermentasi Jerami Padi. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 139-147.
- Maharani, D. M., & Rosyidin, K. (2018). Efek Pretreatment Microwave-NaOH Pada Tepung Gedebog Pisang Kepok terhadap Yield Selulosa. *Agritech* 38 2, 133-139.
- Mulyadi, D., Khumaisah, L. L., & Rahayu, S. (2023). Pemanfaatan Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* L.) sebagai Bioetanol Generasi Dua (G2) dengan Variasi Konsentrasi Ragi Melalui Metode Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF). *Jurnal Teknik Mesin*, 46-54.
- Nafi'ah, R., & Primadevi, S. (2019). Optimasi Waktu Fermentasi Dan Konsentrasi Yeast Pada Proses Pembuatan Etanol Dari Nira Tebu Sebagai Bahan Baku Obat Kimia. *Cendekia Journal of Pharmacy STIKES Cendekia Utama Kudus Vol 3 No 2* , 59-65.
- Novia, Uljanah, D., & Safitri, E. (2018). Pengaruh penambahan bahan pengental pembuatan bioetanol gel dan uji perpisahan panas dengan simulasi ansys fluent16. *Jurnal Teknik Kimia No 2 Vol 24*, 63-69.
- Nurwahdah, Naini, A. A., Nadia, A., Lestari, R. Y., & Sunardi. (2018). Pretreatment Lignoselulosa dari Jerami Padi dengan Deep Eutectic Solvent untuk Meningkatkan Produksi Bioetanol Generasi Dua. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 43-54.
- Putra, V. A., & Sanjaya, I. G. (2020). PENGARUH WAKTU SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI PADA PRODUKSI BIOETANOL DARI RUMPUT ALANG-ALANG (*Imperata cylindrica*) MENGGUNAKAN METODE SSF (Simultaneous Saccharification and Fermentation). *UNESA Journal of Chemistry Vol 9 No 2*, 137-143.
- Qiu, J., Wang, Q., Shen, F., Yang, G., Zhang, Y., Deng, S., . . . Song, C. (2017). Optimizing Phosphoric Acid plus Hydrogen Peroxide (PHP) Pretreatment on Wheat Straw by Response Surface Method for Enzymatic Saccharification. *Appl Biochem Biotechnol*, 1124-1139.
- Rahmi, D., Zulnazri, Dewi, R., Sylvia, N., & Bahri, S. (2022). Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas Menjadi Bioetanol Dengan Menggunakan Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*). *Chemical Engineering Journal Storage* 2:5, 147-160.
- Septiani, F., & Febrilianti, N. (2023). BIOGEL SEMU: BIOETANOL GEL SERASAH LAMUN SEBAGAI SALAH SATU SOLUSI Mendukung Energi Bersih dan Murah . *Jurnal Khazanah Volume 15 No 2*, 30-35.
- Sindhuwati, C., Mustain, A., Rosly, y. O., Aprijaya, A. S., Mufid, Suryandari, A. S., . . . Rulianah, S. (2021). Review: Potensi Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol dengan Metode Fed Batch pada Proses Hidrolisis. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 129-144.
- Tania, A. D., Suoth, E. J., Fatimawali, & Tallei, T. E. (2021). Identifikasi Komponen Senyawa Dalam Ekstrak N-Heksana Umbi Rumput Teki (*Cyperus rotundus*) Dengan Analisis-gc-





ms. *PHARMACON– PROGRAM STUDI FARMASI, FMIPA, UNIVERSITAS SAM RATULANGI Volume 10 Nomor 3, 975-984.*

Telussa, I., Fransina, E. G., & Singerin, J. (2022). Produksi Bioetanol dari Mikroalga Laut Ambon *Chlorella sp.* Galur Tad. *J. Sains Dasar*, 63-69.

Vishwakarma, R., & Banerjee, R. (2016). Enhancement of Sugar Content of *Cyperus sp.* through Cellulolytic Enzymes for Bioethanol Generation. *Lignocellulose*, 94-105.

Warlinda, Y. A., & Zainul, R. (2019). Asam Posfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>): Ionic Transformation of Phosphoric Acid in Aqueous Solution.

Wina, E. (2001). Tanaman Pisang sebagai Pakan Ternak Ruminansia. *Wartozoa*, 20-27.

Yasmin, H. Z. (2023). EFEKTIVITAS KOMBINASI KONSENTRASI HIDROGEN PEROKSIDA (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) DAN WAKTU KONTAK SINAR ULTRAVIOLET-C TERHADAP PENURUNAN BAKTERI COLIFORM PADA LIMBAH CAIR RS PKU MUHAMMADIYAH SURAKARTA. *JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT Volume 11 Nomor 1, 72-81.*

Yustiana, D., Setyawardani, R. D., Nitawati, E. Y., Saraswati, T. T., & Ratushaka, A. (2019). Budidaya Rumput Teki Untuk Peningkatan Pendapatan Masyarakat di Desa Banyuajuh, Kecamatan Kamal, Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Pengabdian Purna Iswara Volume 2 Nomor 1, 1-5.*

