



## **Pengaruh Penambahan Ragi Tape dan Ragi Fermipan terhadap Produksi Bioetanol Berbahan Baku Limbah Kulit Durian**

### ***The Effect of Adding Tape Yeast and Fermipan Yeast on Bioethanol Production from Durian Peel Waste***

**Dimas Syafariyanto<sup>1</sup>, Asroful Abidin<sup>2</sup>, Rohimatush Shofiyah<sup>3\*</sup>**

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email: [dimasaindi@gmail.com](mailto:dimasaindi@gmail.com)<sup>1</sup>, [asrofulabidin@unmuhjember.ac.id](mailto:asrofulabidin@unmuhjember.ac.id)<sup>2</sup>, [rshofiyah@unmuhjember.ac.id](mailto:rshofiyah@unmuhjember.ac.id)<sup>3\*</sup>

#### **Article Info**

##### Article history :

Received : 04-08-2025

Revised : 05-08-2025

Accepted : 07-08-2025

Published : 10-08-2025

#### **Abstract**

*Indonesia's dependence on fossil fuels is becoming increasingly worrying as energy demand rises due to population and industrial growth. This situation is exacerbated by the non-renewable nature of fossil fuels and their significant environmental impact, such as carbon dioxide emissions that accelerate global warming. One solution to address the energy crisis and environmental issues is the utilization of renewable energy based on biomass, such as bioethanol. This study aims to determine the effect of adding tape yeast and Fermipan yeast on bioethanol production from lignocellulose-rich durian peel waste. The bioethanol production process includes the following stages: durian peel pretreatment, hydrolysis using HCl, neutralization with NaOH, fermentation for five days at room temperature ( $\pm 30^{\circ}\text{C}$ ), and distillation. The variations in tape yeast mass used were 10, 20, and 30 grams, while Fermipan yeast was 5, 10, and 15 grams. The results showed that the treatment with 10 grams of Fermipan yeast produced the highest ethanol content of 60% with a distillate volume of 128 ml. Meanwhile, the best treatment for tape yeast was observed at a mass of 20 grams, yielding an ethanol content of 56%. These findings indicate that Fermipan yeast is more effective than tape yeast in the bioethanol fermentation process from durian peel waste. This study supports the development of alternative energy and sustainable management of organic waste.*

**Keywords : Yeast, Bioethanol,**

#### **Abstrak**

Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil di Indonesia semakin mengkhawatirkan seiring meningkatnya kebutuhan energi akibat pertumbuhan penduduk dan industri. Kondisi ini diperparah oleh sifat bahan bakar fosil yang tidak terbarukan serta dampak lingkungannya yang signifikan, seperti emisi karbon dioksida yang mempercepat pemanasan global. Salah satu solusi untuk mengatasi krisis energi dan isu lingkungan adalah pemanfaatan energi terbarukan berbasis biomassa, seperti bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan ragi tape dan ragi Fermipan terhadap produksi bioetanol dari limbah kulit durian yang kaya lignoselulosa. Proses produksi bioetanol meliputi tahapan pretreatment kulit durian, hidrolisis menggunakan HCl, netralisasi dengan NaOH, fermentasi selama lima hari pada suhu ruang ( $\pm 30^{\circ}\text{C}$ ), dan destilasi. Variasi massa ragi tape yang digunakan adalah 10, 20, dan 30 gram, sedangkan ragi Fermipan adalah 5, 10, dan 15 gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan ragi Fermipan 10 gram menghasilkan kadar etanol tertinggi sebesar 60% dengan volume destilat mencapai 128 ml. Sementara itu, perlakuan terbaik ragi tape ditunjukkan pada massa 20 gram dengan kadar etanol sebesar 56%. Temuan ini menunjukkan bahwa ragi Fermipan lebih efektif dibandingkan ragi tape dalam proses fermentasi bioetanol



dari limbah kulit durian. Penelitian ini mendukung pengembangan energi alternatif dan pengelolaan limbah organik secara berkelanjutan.

**Kata Kunci: Ragi, Bioetanol, Kulit Durian**

## PENDAHULUAN

Ketersediaan energi menjadi isu global yang terus mendapatkan perhatian, terutama bagi negara berkembang seperti Indonesia. Pertumbuhan jumlah penduduk dan aktivitas industri menyebabkan permintaan energi meningkat tajam setiap tahunnya (Santoso, 2024). Sementara itu, sebagian besar pasokan energi di Indonesia masih bergantung pada bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan gas alam yang ketersediaannya terbatas dan bersifat tidak terbarukan. Kondisi ini menimbulkan tantangan besar dalam menjamin ketahanan energi nasional di masa depan (Saragih, 2024).

Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil juga berdampak negatif terhadap lingkungan. Pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang tinggi, yang berkontribusi besar terhadap pemanasan global dan perubahan iklim (Adebayo et al., 2022). Beberapa kota besar di Indonesia bahkan mulai menghadapi penurunan kualitas udara akibat tingginya emisi kendaraan bermotor dan industri (Ainurrohmah & Sudarti, 2022). Oleh karena itu, diperlukan langkah strategis untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan mencari alternatif sumber energi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Bioetanol menjadi salah satu pilihan energi alternatif yang menjanjikan. Sebagai bahan bakar nabati (biofuel), bioetanol dapat dihasilkan dari berbagai sumber biomassa yang mengandung gula, pati, maupun lignoselulosa (Ariyanti et al., 2024). Salah satu pendekatan berkelanjutan adalah dengan memanfaatkan limbah organik sebagai bahan baku bioetanol, sehingga tidak hanya mendukung penyediaan energi bersih, tetapi juga berkontribusi dalam pengelolaan limbah. Salah satu limbah organik yang berpotensi besar namun belum dimanfaatkan optimal adalah limbah kulit durian.

Kulit durian, yang merupakan limbah utama dari konsumsi buah durian, mengandung komponen lignoselulosa seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Komponen ini dapat dikonversi menjadi etanol melalui serangkaian proses bioteknologi, seperti *pretreatment*, hidrolisis, fermentasi, dan destilasi (Amirah et al., 2023). Tahap *pretreatment* berperan untuk menghilangkan lignin, mengurangi kristalinitas selulosa, dan mengubah karbohidrat kompleks menjadi gula sederhana agar mempermudah proses hidrolisis dan fermentasi dengan melarutkan kristal polisakarida melalui proses pemanasan pada suhu 120°C. Tahap hidrolisis mengakibatkan hemiselulosa menjadi lunak sehingga serat yang sudah terpisah akan lebih mudah didapatkan dalam bentuk serabut (Kumar & Nishino, 2022). Pada proses fermentasi, mikroorganisme seperti ragi digunakan untuk mengubah gula hasil hidrolisis menjadi etanol. Efektivitas proses ini sangat dipengaruhi oleh jenis dan dosis ragi yang digunakan. Ragi tape dan ragi Fermipan merupakan dua jenis ragi yang umum digunakan, masing-masing memiliki karakteristik tersendiri dalam proses fermentasi. Tahap akhir dari produksi bioetanol adalah destilasi, yaitu proses pemurnian bioetanol dari campuran hasil fermentasi. Destilasi dilakukan untuk memisahkan etanol dari air dan senyawa lainnya (Rahmatillah, 2022).

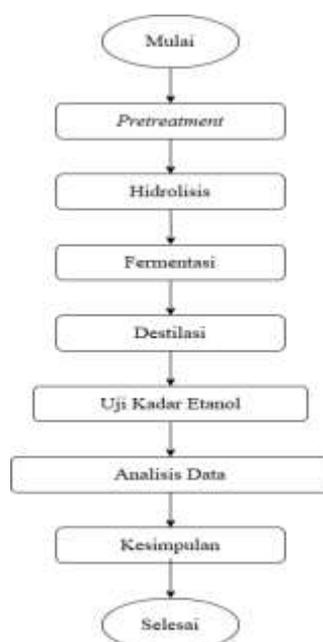


Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas pemanfaatan limbah kulit durian dan penggunaan ragi dalam produksi bioetanol. Penelitian oleh Sari et al. (2020) menunjukkan bahwa kulit durian dapat dihidrolisis menjadi gula sederhana dan difermentasi menjadi etanol dengan efisiensi yang cukup tinggi. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo & Dewi (2021) membandingkan penggunaan berbagai jenis ragi dalam fermentasi bioetanol dan menemukan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* memiliki efektivitas yang lebih tinggi dibandingkan mikroorganisme lainnya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan jenis ragi yang tepat sangat berpengaruh terhadap hasil akhir produksi bioetanol.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan ragi tape dan ragi Fermipan terhadap produksi bioetanol dari limbah kulit durian. Dengan memahami efektivitas masing-masing jenis ragi dalam menghasilkan bioetanol, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi energi terbarukan serta mendukung upaya pemanfaatan limbah organik secara lebih optimal dan berwawasan lingkungan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian bertujuan untuk memproduksi bioetanol dari limbah kulit durian melalui proses fermentasi menggunakan ragi tape dan ragi Fermipan. Tahapan yang dilalui mencakup hidrolisis, fermentasi, dan destilasi untuk memperoleh kadar etanol secara optimal, sekaligus menganalisis pengaruh jenis ragi terhadap tingkat produksi bioetanol secara kuantitatif. Kegiatan eksperimen dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Jember. Untuk memberikan gambaran yang lebih sistematis mengenai tahapan yang dilakukan, alur lengkap proses penelitian disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 1.



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**



## **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan meliputi limbah kulit durian sebagai substrat utama, ragi tape (10, 20, dan 30 gram), ragi fermipan (5, 10, dan 15 gram), gula sebagai sumber karbon tambahan, serta aquades sebanyak 6 liter dan air hangat sebagai pelarut. Proses hidrolisis menggunakan HCl 0,1 N sebanyak 100 ml, yang kemudian dinetralkan dengan NaOH 50 ml. Alat bantu yang digunakan mencakup blender, botol fermentasi, saringan, oven, pH meter, timbangan digital, gelas ukur, alkoholmeter, serta alat destilasi untuk pemisahan etanol pada tahap akhir

## **Pretreatment**

Tahapan awal dalam proses penelitian adalah *pretreatment*, yaitu persiapan bahan baku untuk memastikan kelancaran proses berikutnya, menghilangkan kotoran, dan memperkecil ukuran partikel kulit durian agar proses hidrolisis berlangsung lebih efektif. Kulit durian dibersihkan dari kotoran dan bagian berduri, dipotong kecil-kecil, kemudian dikeringkan melalui penjemuran selama 3–4 hari atau dengan oven selama  $\pm 50$  menit hingga kering sempurna. Selanjutnya, kulit durian kering dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk halus.

## **Hidrolisis**

Hidrolisis bertujuan mengubah kandungan selulosa dalam kulit durian menjadi gula sederhana (glukosa). Sebanyak 200 gram serbuk kulit durian dicampurkan ke dalam larutan HCl 0,1 N (sebanyak 100 ml dalam 1 liter aquades), kemudian dipanaskan pada suhu 70–90°C selama 60 menit sambil diaduk secara merata. Setelah proses pemanasan selesai, larutan didinginkan hingga mencapai suhu ruang, kemudian disaring untuk memisahkan filtrat dari ampasnya. Larutan hasil penyaringan diukur pH-nya, lalu disimpan dalam wadah steril untuk digunakan pada tahap fermentasi.

## **Fermentasi**

Fermentasi dilakukan untuk mengubah glukosa hasil hidrolisis menjadi etanol. Larutan hidrolisat yang telah dinetralkan dibagi ke dalam enam wadah fermentasi. Ragi fermipan diaktivasi dengan melarutkannya dalam 20 mL aquades hangat (30–35°C) dan menambahkan 5 gram gula, kemudian dibiarkan selama 10 menit hingga berbusa. Sementara itu, ragi tape dihaluskan dan dilarutkan dalam 20–30 mL aquades, kemudian diaduk hingga merata. Kedua jenis ragi ditambahkan ke masing-masing fermentor sesuai perlakuan, lalu difermentasi pada suhu ruang selama 5–7 hari dalam kondisi tertutup. Setelah fermentasi selesai, larutan disaring untuk memisahkan residu padat.

## **Destilasi**

Proses destilasi bertujuan memisahkan etanol dari cairan hasil fermentasi. Larutan fermentasi dimasukkan ke dalam alat destilasi dan dipanaskan secara bertahap hingga mencapai suhu sekitar 78°C. Uap etanol yang terbentuk kemudian dikondensasikan melalui kondensor dan ditampung sebagai distilat. Proses dihentikan saat suhu mencapai atau melebihi 85°C. Sebelum dan sesudah proses, alat destilasi dibersihkan menggunakan aquades untuk menjaga sterilitas dan mencegah kontaminasi silang. Distilat kemudian disimpan dalam botol tertutup.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas masing-masing perlakuan, serta mengkaji keterkaitannya terhadap produksi bioetanol secara kuantitatif. Pembahasan disusun berdasarkan dinamika proses dan hasil pengukuran yang telah dilakukan di laboratorium.

### Hasil Pretreatment dan Hidrolisis

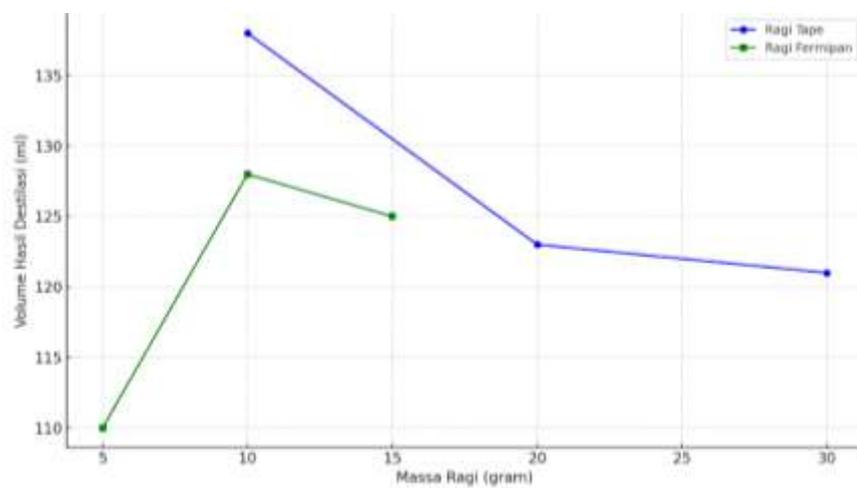
Proses *pretreatment* dan hidrolisis terhadap serbuk kulit durian menghasilkan larutan hidrolisat berwarna coklat muda dengan volume rata-rata 1300 ml per sampel. Hasil filtrasi menunjukkan degradasi lignoselulosa yang cukup baik, ditandai dengan minimnya endapan kasar dan terbentuknya cairan homogen. Nilai pH awal larutan berkisar antara 3,6–3,8, kemudian disesuaikan menggunakan NaOH 5% hingga mencapai pH optimal fermentasi sebesar 4,5. Keberhasilan proses ini ditunjukkan oleh kestabilan pH dan visualisasi larutan yang siap digunakan sebagai substrat fermentasi.

### Proses Fermentasi dengan Ragi Tape dan Ragi Fermipan

Fermentasi dilakukan secara anaerob selama lima hari pada suhu ruang ( $\pm 30^{\circ}\text{C}$ ), dengan perlakuan variasi massa ragi tape (10, 20, dan 30 gram) dan ragi Fermipan (5, 10, dan 15 gram). Aktivitas fermentasi diamati setiap hari. Pada hari pertama, terjadi fase adaptasi mikroorganisme, ditandai dengan sedikit buih. Hari kedua dan ketiga menunjukkan peningkatan aktivitas fermentasi, ditandai dengan banyaknya gas  $\text{CO}_2$  dan aroma khas. Hari keempat aktivitas mulai menurun, dan hari kelima fermentasi dinyatakan selesai dengan terbentuknya endapan dan larutan yang lebih tenang. Ragi Fermipan menunjukkan reaksi yang lebih cepat dan efisien dibandingkan ragi tape, karena komposisinya yang lebih murni (dominan *Saccharomyces cerevisiae*), sementara ragi tape mengandung mikroorganisme yang lebih beragam dan memerlukan waktu adaptasi lebih lama.

### Destilasi

Hasil destilasi berupa cairan bening dengan aroma khas alkohol. Volume hasil destilasi menunjukkan efisiensi hasil fermentasi dan konversi gula menjadi etanol. Berikut grafik perbandingannya:



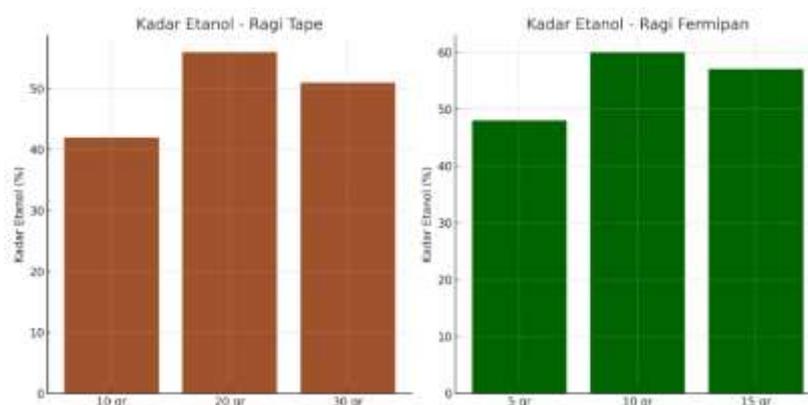
**Gambar 2. Perbandingan Hasil Destilasi Bioetanol terhadap Massa Ragi tape dan Fermipan**



Etanol hasil destilasi berwarna bening dan mudah terbakar, menandakan kemurnian relatif tinggi. Pada Grafik 4.1 di atas menunjukkan bahwa garis biru menunjukkan hubungan antara massa ragi Tape dan volume hasil destilasi sedangkan garis hijau menunjukkan hubungan antara massa ragi Fermipan dan hasil destilasi.

### Hasil Uji Kadar Etanol

Kadar etanol diukur menggunakan alkoholmeter setelah proses destilasi. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa variasi massa ragi memengaruhi kadar etanol yang dihasilkan.



**Gambar 3. Kadar Etanol Ragi Tape dan Ragi Fermipan**

Pada ragi tape, kadar etanol tertinggi tercapai pada massa 20 gram sebesar 56%, sedangkan kadar terendah pada 10 gram sebesar 42%. Sementara itu, ragi Fermipan menunjukkan kadar tertinggi pada 10 gram sebesar 60%, dan terendah pada 5 gram sebesar 48%. Hasil ini mengindikasikan bahwa terdapat titik optimum dalam penggunaan ragi, di mana penambahan massa ragi yang berlebihan tidak selalu meningkatkan kadar etanol, bahkan dapat menurunkan efisiensi fermentasi akibat kompetisi nutrisi atau stres lingkungan mikroba.

### Pengaruh Penambahan Ragi Tape terhadap Produksi Bioetanol

**Tabel 1. Data Hasil Destilasi dan Kadar Etanol Pada Ragi Tape**

No	Massa ragi (gr)	HCl (ml)	NaOH (ml)	Hasil Hidrolisis (ml)	Hasil Destilasi (ml)	Kadar Etanol (%)
1	10	100	50	1300	138	42
2	20	100	50	1300	121	56
3	30	100	50	1300	123	51

Berdasarkan data Tabel 1, volume bioetanol tertinggi diperoleh dari penggunaan ragi tape sebanyak 10 gram, yakni sebesar 138 ml dengan kadar etanol 42%. Meskipun jumlah destilat paling banyak, kadar etanolnya lebih rendah dibanding perlakuan lainnya, yang mengindikasikan bahwa fermentasi belum berlangsung secara optimal. Peningkatan massa ragi menjadi 20 gram menghasilkan kadar etanol tertinggi sebesar 56%, meskipun volume destilasi menurun menjadi 123 ml. Kondisi ini menunjukkan bahwa fermentasi menjadi lebih efisien seiring bertambahnya jumlah mikroorganisme, hingga mencapai titik optimum pada 20 gram. Namun, penambahan ragi hingga 30 gram justru menurunkan kadar etanol menjadi 51%, diduga akibat kompetisi nutrisi yang berlebih antar mikroorganisme, sehingga menurunkan efisiensi fermentasi.



## Pengaruh Penambahan Ragi Fermipan terhadap Produksi Bioetanol

**Tabel 2.** Data Hasil Destilasi dan Kadar Etanol Pada Ragi Fermipan

No	Massa ragi (gr)	HCl (ml)	NaOH (ml)	Hasil Hidrolisis (ml)	Hasil Destilasi (ml)	Kadar Etanol (%)
1	5	100	50	1300	140	48
2	10	100	50	1300	128	60
3	15	100	50	1300	125	57

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa ragi Fermipan 10 gram menghasilkan kadar etanol tertinggi sebesar 60% dan volume destilat 128 ml, menjadikannya perlakuan paling efektif dalam penelitian ini. Dibandingkan dengan perlakuan ragi 5 gram (48%) dan 15 gram (57%), terlihat bahwa jumlah ragi yang terlalu sedikit atau terlalu banyak berdampak pada efisiensi fermentasi. Penurunan kadar etanol pada 15 gram kemungkinan disebabkan oleh gangguan metabolisme akibat tingginya populasi mikroorganisme dalam medium fermentasi. Secara keseluruhan, ragi Fermipan menunjukkan performa lebih unggul dibandingkan ragi tape, baik dari segi efisiensi konversi gula maupun kestabilan volume produk, terutama karena dominasi mikroba *Saccharomyces cerevisiae* yang lebih murni dan aktif dalam proses fermentasi.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh penambahan ragi tape dan ragi Fermipan terhadap produksi bioetanol dari limbah kulit durian, dapat disimpulkan bahwa ragi tape memberikan hasil produksi bioetanol yang cukup baik, terutama pada dosis 20 gram, di mana kadar etanol tertinggi mencapai 56% dengan volume hasil destilasi sebesar 123 ml. Namun, peningkatan dosis hingga 30 gram tidak memberikan hasil yang lebih signifikan, bahkan terjadi sedikit penurunan kadar etanol menjadi 51% dengan volume 121 ml. Sementara itu, ragi Fermipan yang mengandung *Saccharomyces cerevisiae* murni menunjukkan performa yang lebih unggul pada semua variasi dosis, dengan hasil terbaik pada dosis 10 gram yang menghasilkan kadar etanol tertinggi sebesar 60% dan volume destilasi 128 ml. Jika dibandingkan secara keseluruhan, ragi Fermipan terbukti lebih efektif dalam meningkatkan kadar etanol dan volume bioetanol yang dihasilkan, berkat kestabilan mikroorganismenya serta konsistensi aktivitas enzimatis selama proses fermentasi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada laboratorium Universitas Muhammadiyah Jember yang telah memfasilitasi proses eksperimen. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing dan rekan-rekan yang telah memberikan masukan serta motivasi selama penyusunan karya ilmiah ini.

### DAFTAR PUSTAKA

Adebayo, T. S., Awosusi, A. A., Rjoub, H., Agyekum, E. B., & Kirikkaleli, D. (2022). The influence of renewable energy usage on consumption-based carbon emissions in MINT economies. *Heliyon*, 8(2). dilihat 14 Maret 2025 <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08941>



- Ainurrohmah, S., & Sudarti, S. (2022). *Analisis Perubahan Iklim dan Global Warming yang Terjadi sebagai Fase Kritis*. Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan, 8(1), 1-10.
- Amirah, A., Arumugam, N., Ilvira, R. F., Tarigan, R., & Gunawan, R. (2023). *Pemanfaatan limbah organik bagi kesehatan dan lingkungan*. J-ABDI: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat, 7(2), 302–309. <https://bajangjournal.com/index.php/J-ABDI/article/view/9470>
- Ariyanti, D., Sasongko, N. A., Maryana, R., Nugroho, R. A., Thamrin, S., Rimantho, D., Wahyono, Y., Das, A. K., Garia, O. Y., & Tayon, F. (2024). Alkaline pretreatment of *Durio* sp. residual biomass enhances cellulose accessibility for efficient bioethanol production. *International Journal of Ambient Energy*, 45(1). <https://doi.org/10.1080/01430750.2024.2378016>
- Kumar, A., & Nishino, T. (2022). Swelling of cellulosic fibers in aqueous systems: A review of chemical and mechanistic factors. *BioResources*, 17(2), 2851–2870. Dilihat 06 April 2025 <https://www.researchgate.net/publication/360953501>
- Prasetyo, A., & Dewi, R. (2021). *Pengaruh Jenis Ragi terhadap Efisiensi Fermentasi Bioetanol dari Limbah Kulit Durian*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 12(2), 45–52.
- Rahmatillah, A., Satria, J., & Herdianto, H. (2022). *Produksi dan Karakterisasi Bioetanol dari Singkong menggunakan Metode Destilasi Bertingkat*. Jurnal Agroforestri dan Lingkungan (JAF), 6(2), 92–98. Retrieved from <https://ojs.uho.ac.id/index.php/JAF/article/view/27694>
- Santoso, N. I. (2024). *Percepatan Transisi Energi Listrik Dalam Mendukung Green Economy Guna Mewujudkan Ketahanan Energi Nasional*. Lembaga Tahanan Nasional Republik Indonesia.
- Saragih, J. P. (2024). *Penurunan Produksi Minyak Mentah, Lonjakan Harga, dan Beban Impor Minyak Mentah dan BBM*. Jurnal Bidang Ekonomi, Keuangan, Industri, Dan Pembangunan, 26, 11–15.
- Sari, R. K., Utomo, D. S., & Anggraeni, D. (2021). *Pemanfaatan limbah kulit durian sebagai substrat produksi bioetanol melalui fermentasi*. Jurnal Teknologi Lingkungan, 22(2), 112–118. <https://doi.org/10.29122/jtl.v22i2.5487>