

**PENGOLAHAN LIMBAH KULIT PISANG RAJA (*Musa sapientum*)
MENJADI BIOETHANOL MENGGUNAKAN METODE FERMENTASI
DAN DISTILASI**

Muhammad Sadam Rizkylillah¹, Lathifa Putri Afisna², Nabil Abdurrahman³,
Jocelin Agrippina Angwen⁴, Aghnina Camilla Husna⁵, Adzra Rihadaatul Aisy
Jamil⁶

^{1,3,4,5,6} Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

² Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Produksi dan Industri,
Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

¹muhammadsaddamrizkilillah@gmail.com ²putr.afisna@ms.itera.ac.id

³nabilghoilan@gmail.com ⁴angwenjocelin@gmail.com

⁵aghninacamilla@gmail.com ⁶adzraisya@gmail.com

Abstract

*Banana peels are usually just thrown away and become waste, this will certainly cause environmental problems in a relatively long time. On the other hand, banana peels contain carbohydrates that will later be processed into bioethanol, especially plantain peels (*Musa sapientum*). This study aims to determine the best conditions for the manufacture of bioethanol made from plantain peel. The method used to process waste plantain peels into bioethanol is fermentation using *Saccharomyces Cerevisiae* yeast, then the fermented products are purified through a distillation process. The variable observed in this study are ethanol content and ethanol volume by experimenting with variations in yeast mass during fermentation as much as 10 grams, 20 grams, and 30 grams, fermentation time of 3 days, 5 days, and 7 days, as well as 15 minutes of distillation time, 30 minutes, and 45 minutes. The results of this study indicate that the ethanol content is directly proportional to the amount of yeast mass used, and inversely proportional to the volume produced. The content is directly proportional to the fermentation time, and inversely proportional to the volume produce. In the other experiment, ethanol content is not effected by the distillation time, but produced more volume of ethanol. The best result from this research was obtained is 145 mL of bioethanol with 5-6 % ethanol content which came from processing 200 grams of plantain peel which was fermented for 5 days using 10 grams of yeast and distilled for 45 minutes.*

Keywords: *plantain peel, bioethanol, fermentation, distillation*

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi Indonesia setiap tahun meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan populasi penduduk Indonesia. Hal tersebut bertolak belakang dengan cadangan energi tidak terbarukan, seperti batu bara, gas alam, dan minyak bumi yang kian menipis (Sa'adah, dkk, 2017). Melihat hal ini, saatnya mencari solusi dan menemukan energi alternatif lain yang keberadaannya dapat diregenerasi. Pada dasarnya banyak bahan bakar energi alternatif lain, termasuk bioethanol (Rosmawa, 2009, dikutip dalam Safitri, 2021). Bioethanol merupakan

ethanol dengan bahan utama berasal dari tumbuhan dan biasanya dibuat menggunakan metode fermentasi (Bahri, S., dkk, 2018). Bahan alam yang mengandung karbohidrat tinggi dapat dijadikan bahan dasar pembuat bioetanol, salah satunya adalah pisang (Herliati, dkk, 2018). Pisang merupakan buah yang mudah dijumpai di Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, produksi buah pisang mengalami peningkatan dari tahun ke tahun (Moeksin, dkk, 2015).

Peningkatan angka produksi dan konsumsi pisang mengindikasikan bahwa tingkat kebutuhan masyarakat akan pisang juga tinggi (Asih S., 2013). Peningkatan ini di sisi lain menimbulkan dampak baru, yaitu tingginya jumlah limbah kulit pisang (Asih S., 2013). Kulit pisang biasanya hanya dibuang dan menjadi limbah, hal ini tentu akan mengakibatkan permasalahan lingkungan (Herliati, dkk, 2018). Kulit pisang mampu mencemari permukaan tanah dengan meningkatkan keasaman tanah (Herliati, dkk, 2018), termasuk kulit pisang raja. Di daerah Jawa pisang raja banyak ditemukan. Pisang raja memiliki beberapa karakteristik seperti bentuk buahnya yang melengkung, kulitnya tebal dan kasar, dan kulitnya berubah saat matang menjadi kuning-oranye. Rasanya yang manis serta aromanya yang kuat juga menjadi salah satu keistimewaan dari pisang raja (Martiningsih, 2007). Pisang raja memiliki nilai gizi sebagai berikut: Bahan organik 91,50%, protein 0,90%, lemak kasar 1,70%, karbohidrat 59%, dan 31,70% serat kasar (Anhwange et al., 2009). Kulit pisang raja bahkan memiliki kandungan pati resisten terbesar yaitu 30,66% dibandingkan kulit pisang tanduk, kulit pisang kepok kuning, kulit pisang kepok manado, dan kulit pisang ambon (Mustika, 2009). Kulit pisang raja menjadi jenis kulit pisang terbaik untuk diolah karena memiliki struktur serat lebih tebal dan tingginya kandungan pati dan kalsium didalamnya (Sukriyadi, 2010). Tingginya kandungan karbohidrat yang ada pada kulit pisang raja tersebut yang membuatnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioethanol (Moeksin, R., dkk, 2015).

Bioethanol yang diolah dari bahan baku alami diproses melalui metode fermentasi kemudian dimurnikan melalui proses distilasi (Naufal, A.D., 2019). Proses fermentasi dibagi menjadi dua jenis, fermentasi aerobik dan fermentasi anaerobik, berdasarkan oksigen (Zaenal Bachruddin, 2020). Pada proses fermentasi, ragi membantu proses perubahan glukosa menjadi ethanol (Sehwantoro, W., dkk. 2021). Salah satu mikroorganisme yang dapat mendukung proses fermentasi bioetanol adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Proses fermentasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti keasaman, mikroorganisme, suhu, waktu dan media. Massa khamir *S. cerevisiae* mempengaruhi jumlah bioethanol yang dihasilkan (Coniwanti dkk, 2016). Semakin banyak ragi yang ditambahkan, semakin tinggi kadar ethanol yang dihasilkan (Asip dkk, 2016). *Saccharomyces cerevisiae* adalah mikroorganisme ber-sel tunggal berukuran 5-20 mikron dan memiliki bentuk bola atau telur (Ade, dkk. 2014). Mikroorganisme ini umumnya dikenal sebagai *baker's yeast* dan metabolismenya sudah banyak diteliti dengan membutuhkan suhu 30°C dan pH 4,04,5 untuk pertumbuhan normal (Pratiwi, 2018). Beberapa keunggulan *Saccharomyces* pada proses fermentasi adalah mikroorganisme ini cepat dalam pembiakan, tahan kandungan alkohol tinggi, stabil dan cepat menyesuaikan pertumbuhan (Ade, dkk, 2014). Cairan bioethanol yang sudah melalui proses fermentasi, cairan bioethanol didistilasi, yaitu proses pemisahan zat cair dari campurannya berdasarkan perbedaan titik didih atau daya

evaporasi zat tersebut (Setiawan, 2018). Pada proses tersebut cairan dipanaskan sampai titik didih, uap mengalir ke alat pendingin (kondensor), dan cairan kental dikumpulkan sebagai cairan. Gunakan air mengalir sebagai air pendingin untuk proses kondensasi (Tia Setiawan, 2018). Pemisahan zat/senyawa larutan pada proses distilasi ini dapat dilihat dari perbedaan titik didih, titik didih pada etanol murni adalah 78°C. Dengan proses distilasi ini dapat diperoleh kandungan etanol (Sari & Moeksin, 2015).

Berdasarkan pemaparan di atas dapat diketahui bahwa saat ini Indonesia sedang membutuhkan bahan bakar alternatif yang berasal dari bahan yang dapat didaur ulang, salah satunya kulit pisang raja. Kulit pisang raja tersebut mudah ditemukan dan memiliki kandungan karbohidrat lebih tinggi sehingga memiliki potensi untuk dijadikan bahan bakar alternatif bioethanol. Penelitian mengenai pembuatan bioethanol dari limbah kulit pisang raja dengan proses fermentasi dan distilasi sangat berguna untuk dikembangkan karena selain dapat mengatasi masalah pencemaran tanah, juga dapat menjadi solusi energi baru berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif mengenai bagaimana cara mengolah limbah kulit pisang raja menjadi bioetanol menggunakan metode fermentasi dan distilasi.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan:

1. Pisau
2. Timbangan
3. *Chopper*
4. Wadah plastik
5. Sarung tangan latex
6. Kaleng
7. Kompor
8. pH meter
9. Selang silikon
10. Gelas ukur
11. Alkohol meter
12. Saringan
13. Sendok

Bahan-bahan yang digunakan:

1. Kulit pisang raja
2. Ragi
3. Air
4. Es batu

Variabel Penelitian

Variabel bebas:

1. Waktu Fermentasi (Hari)
2. Jumlah Ragi (Gram)
3. Suhu Pemanasan (°C)

Variabel terikat:

1. Kadar etanol (%)

2. pH
3. Volume etanol (mL)

Variabel tetap:

1. Kulit pisang raja (Gram)
2. Air (mL)

Prosedur Penelitian

Persiapan bahan baku:

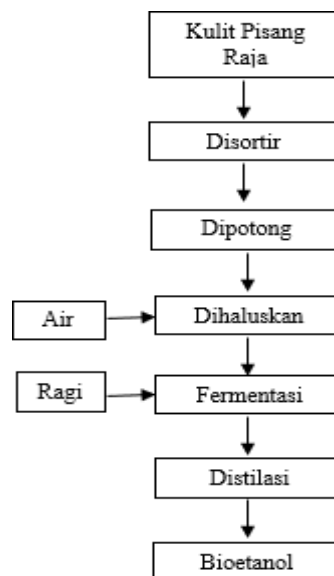
1. Pisang raja disortir, kemudian dipisahkan pisang raja yang akan dipakai untuk penelitian.
2. Pisang raja yang sudah dipisahkan, dikupas dan pisahkan daging buah dan kulitnya.
3. Kulit pisang raja yang sudah siap dipotong-potong, kemudian ditimbang beratnya 200 gram untuk setiap percobaan.
4. Haluskan potongan kulit pisang raja menggunakan *chopper* dengan ditambahkan air sebanyak $\frac{3}{4}$ bagian tinggi kulit pisang raja di dalam *chopper*.

Fermentasi:

1. Kulit pisang raja yang sudah dihaluskan dimasukkan ke dalam wadah plastik, kemudian tambahkan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan jumlah (gram) sesuai jenis percobaan.
2. Aduk ragi hingga merata.
3. Tutup wadah, kemudian diamkan dengan lama waktu (hari) sesuai jenis percobaan.

Distilasi:

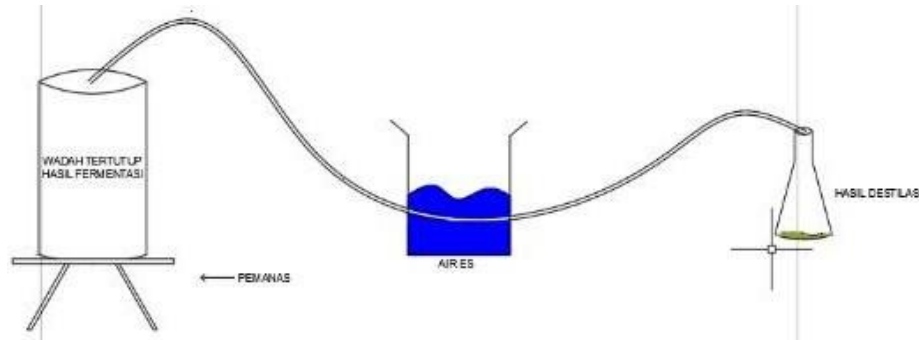
1. Hasil fermentasi kulit pisang raja disaring untuk diambil cairannya.
2. Cairan tersebut dimasukkan ke dalam kaleng alat distilasi yang akan dipanaskan.
3. Lakukan proses distilasi dengan suhu pemanasan ($^{\circ}\text{C}$) sesuai jenis percobaan dan dengan lama waktu distilasi yang sama.
4. Etanol hasil distilasi ditampung di dalam gelas ukur, kemudian diukur kandungan etanolnya.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Bioethanol Dari Kulit Pisang Raja

HASIL DAN PEMBAHASAN

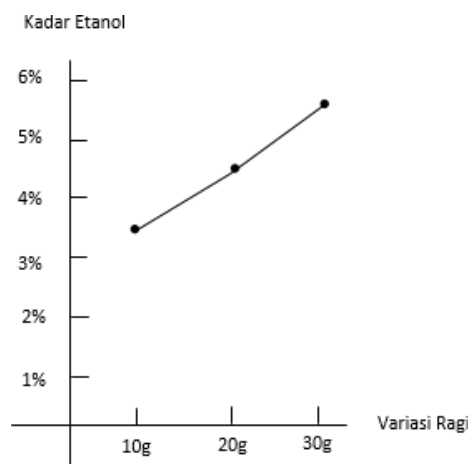
Langkah pertama sebelum bahan baku kulit pisang raja diolah menjadi bioethanol, penelitian dimulai dengan membuat alat distilasi sederhana. Alat distilasi sederhana dibuat seperti gambar skema di bawah ini.



Gambar 2. Skema Alat Distilasi

Penelitian kemudian dilanjutkan, di mana pada penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan massa ragi, waktu fermentasi, dan waktu distilasi. Adapun hasil penelitian pembuatan bioethanol yang diperoleh adalah sebagai berikut.

Pengaruh Variasi Massa Ragi Saat Fermentasi Terhadap Kandungan Ethanol Yang Dihasilkan



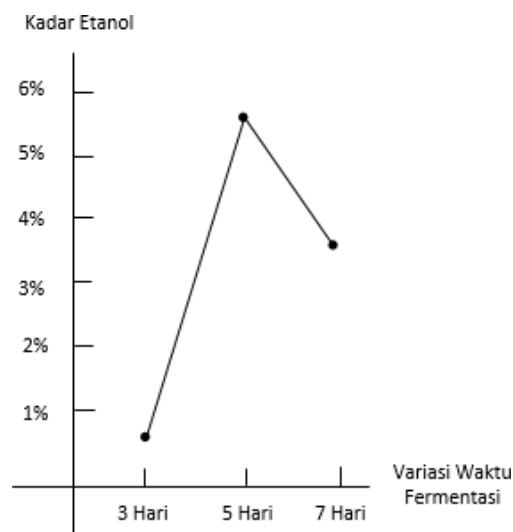
Gambar 3. Grafik Pengaruh Variasi Massa Ragi Terhadap Kadar Ethanol

Gambar 3. menunjukkan bahwa semakin banyak ragi yang digunakan, maka kadar ethanol yang dihasilkan juga semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat pada data di atas, di mana ketiga percobaan tersebut dilakukan dengan menggunakan massa kulit pisang raja yang sama yaitu 200 gram dan waktu fermentasi yang sama yaitu 7 hari. Kadar etanol yang terbesar dihasilkan dari percobaan menggunakan 30 gram ragi, yaitu 5-6 %, sedangkan kadar etanol yang terkecil dihasilkan dari percobaan menggunakan 10 gram ragi, yaitu 3-4 %. Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa semakin besar massa ragi yang diberikan, maka kadar alkohol yang terkandung di dalam bioethanol akan semakin banyak karena banyaknya ragi membuat lebih banyak bakteri yang membantu proses fermentasi (Firdaus, dkk, 2012).

Berdasarkan penelitian ini juga ditemukan bahwa semakin banyak ragi yang digunakan, maka volume etanol yang dihasilkan akan semakin sedikit. Hal ini

dibuktikan pada saat penggunaan ragi 10 gram volume etanol yang dihasilkan 130 mL, penggunaan ragi 20 gram menghasilkan volume etanol 115 mL, dan penggunaan ragi 30 gram menghasilkan volume etanol 105 mL. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi kadar alkohol maka semakin cepat pula matinya bakteri di dalamnya (Ardhiany, Sri, 2019). Jumlah *saccharomyces cerevisiae* yang diberikan tidak sebanding dengan nutrisi yang tersedia. Kinerja dari *saccharomyces cerevisiae* juga akan menurun ketika kekurangan makanan, sehingga menurun pula volume bioethanol yang dihasilkan (Ardhiany, Sri, 2019).

Pengaruh Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kandungan Ethanol Yang Dihasilkan

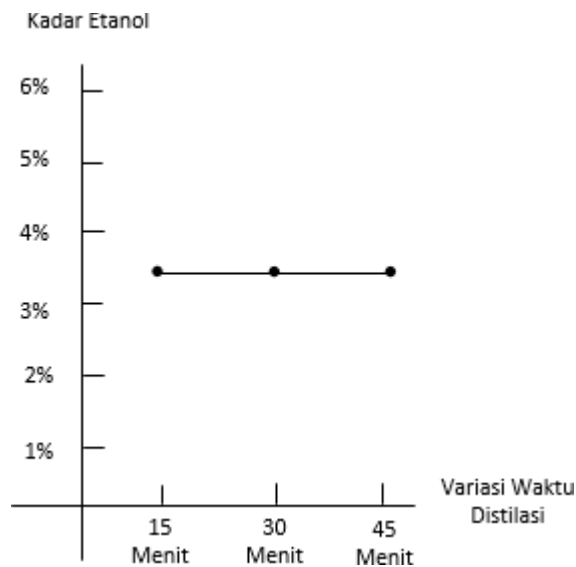


Gambar 4. Grafik Pengaruh Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Ethanol

Gambar 4. menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang digunakan untuk fermentasi, maka kadar etanol yang dihasilkan mengalami peningkatan sampai hari kelima dan terjadi penurunan di hari ketujuh. Hal ini dapat dilihat pada data di atas, di mana ketiga percobaan tersebut dilakukan dengan menggunakan massa kulit pisang raja yang sama yaitu 200 gram dan massa ragi yang sama yaitu 10 gram pada setiap percobaan. Hal tersebut diakibatkan karena pertumbuhan mikroorganisme dan nutrisi yang terkandung di dalam ragi mulai mengalami pengurangan dan sel sudah mulai berhenti membelah diri atau sel hidup dan sel matinya mulai mencapai titik kesetimbangannya (Tejasawarna, 1995).

Berdasarkan penelitian ini juga ditemukan bahwa semakin lama waktu fermentasi yang digunakan, maka volume etanol yang dihasilkan akan semakin sedikit. Hal ini dibuktikan pada percobaan dengan waktu fermentasi 3 hari menghasilkan volume etanol sebanyak 190 mL, untuk percobaan dengan waktu fermentasi 5 hari menghasilkan volume etanol sebanyak 145 mL, dan percobaan dengan waktu fermentasi 7 hari menghasilkan volume etanol 130 mL. Hal tersebut dikarenakan ragi yang diberikan akan bekerja semakin maksimal sehingga hasil dari fermentasi akan semakin padat dan kental yang membuat volume etanol berkurang atau menjadi lebih sedikit.

Pengaruh Variasi Waktu Distilasi Terhadap Kandungan Ethanol Yang Dihasilkan



Gambar 5. Grafik Pengaruh Variasi Waktu Distilasi Terhadap Kadar Ethanol

Gambar 5. menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang digunakan untuk proses distilasi, kadar ethanol yang dihasilkan akan tetap sama. Hal ini dapat dilihat dari data pada gambar 5, di mana ketiga percobaan tersebut dilakukan dengan menggunakan massa kulit pisang raja yang sama yaitu 200 gram, massa ragi yang sama yaitu 10 gram, dan lama waktu fermentasi yang sama yaitu 7 hari untuk setiap percobaan. Kadar etanol yang dihasilkan dari percobaan dengan lama waktu distilasi 15 menit, 30 menit, dan 45 adalah sama yaitu 3-4 %. Hal demikian terjadi karena cairan bioethanol melalui proses fermentasi yang sama dan proses distilasi juga terjadi pada suhu yang sama, hanya waktunya saja berbeda, sehingga perbandingan kadar ethanol yang dihasilkan akan tetap sama pada hasil distilasi yang dilakukan pada waktu yang berbeda.

Berdasarkan penelitian ini juga ditemukan bahwa semakin lama waktu distilasi yang digunakan, maka volume etanol yang dihasilkan akan semakin meningkat. Hal ini dibuktikan pada saat percobaan dengan waktu distilasi selama 15 menit menghasilkan volume etanol 55 mL. Percobaan dengan waktu distilasi selama 30 menit menghasilkan volume etanol 90 mL. Terakhir, percobaan dengan waktu distilasi selama 45 menit menghasilkan volume etanol 130 mL. Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa lama waktu distilasi tidak mempengaruhi kadar etanol dari bioetanol yang dihasilkan, hanya mempengaruhi volumenya saja (Nur Ihda F.N. & Aminudin, 2019).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Semakin banyak massa ragi yang digunakan, maka kadar ethanol yang dihasilkan juga akan meningkat, namun volume bioethanol yang dihasilkan akan semakin sedikit. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi kadar alkohol maka semakin cepat pula bakteri di dalamnya menjadi non aktif. Jumlah

saccharomyces cerevisiae yang diberikan tidak sebanding dengan nutrisi yang tersedia. Kinerja dari *saccharomyces cerevisiae* juga akan menurun ketika kekurangan makanan, sehingga menurun pula volume bioethanol yang dihasilkan.

2. Semakin lama waktu fermentasi yang digunakan, maka kadar ethanol yang dihasilkan akan semakin banyak, tetapi akan mengalami penurunan pada minggu ke-7 dan seterusnya. Hal tersebut diakibatkan karena pertumbuhan mikroorganisme dan nutrisi yang terkandung di dalam ragi mulai mengalami pengurangan dan sel sudah mulai berhenti membelah diri atau sel hidup dan sel matinya mulai mencapai titik kesetimbangannya. Juga volume bioethanol yang dihasilkan akan semakin sedikit, hal ini dikarenakan ragi yang diberikan akan bekerja semakin maksimal sehingga hasil dari fermentasi akan semakin padat dan kental yang membuat volume ethanol berkurang atau menjadi lebih sedikit.
3. Lamanya waktu distilasi yang digunakan tidak mempengaruhi kadar ethanol di dalam bioethanol yang dihasilkan, tetapi mempengaruhi banyaknya volume bioethanol yang dihasilkan. Hal demikian terjadi karena cairan bioethanol melalui proses fermentasi yang sama dan proses distilasi juga terjadi pada suhu yang sama, hanya waktunya saja berbeda.
4. Pemanfaatan limbah kulit pisang raja (*Musa sapientum*) yang diolah dengan menggunakan metode fermentasi dan distilasi menunjukkan adanya kandungan ethanol, hal ini menunjukkan bahwa jika diolah lebih lanjut maka limbah kulit pisang raja berpotensi untuk dijadikan bioethanol sebagai salah satu bentuk energi alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

- A, M., A.P, S., & Moeksin, R. (2015). Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Raja (*Musa Sapientum*) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam Dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(2), 1-7.
- Algus, L. L. F. (2014). Isolasi khamir dari tetes tebu (Molase) dan potensinya dalam menghasilkan etanol (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Anhwange, B. A., Ugye, T. J., & Nyiaatagher, T. D. (2009). Chemical composition of *Musa sapientum* (banana) peels. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 8(6), 437-442.
- Anwar, F., & Subagyo, R. (2020). Pembuatan Bioetanol Berbahan Baku Ampas Tebu Dan Kulit Pisang Dengan Variasi Massa Ragi. *Jtam Rotary*, 2(1), 123-136.
- Ardhiany, Sri. (2019). Pengaruh Penambahan Ragi Terhadap Kadar Alkohol Pada Proses Pembuatan Bioethanol Dari Kulit Pisang. *Jurnal Teknik PATRA Akademika*, 10(1), 1-8.
- Arif Harton, P. B. (2013). Pelatihan Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang SebagaiBAHAN DASAR PEMBUATAN KERUPUK. *Volume 2*(3), 198 - 203.

- Arifin, M. (2019). Pemanfaatan limbah nira siwalan (*Borassus flabellifer* L.) sebagai bahan utama pembuatan bioetanol dengan variasi lama destilasi (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Bachruddin, Z. (2018). Teknologi Fermentasi pada Industri Peternakan. UGM PRESS.
- Bahri, S., Aji, A., & Yani, F. (2018). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi Menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(2), 85-100. doi:<https://doi.org/10.29103/jtku.v7i2.1252>
- F.N, N. I., & Aminudin, A. (2019). Pengaruh Waktu Distilasi Etanol-Air Terhadap Konsentrasi Overhead Product dan Bottom Product. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 2(1), 19-25. doi:<http://doi.org/10.25273/cheesa.v2i1.4469>
- Febrina, R. V., & Nasution, R. S. (2020). PENGARUH MASSA RAGI *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* TERHADAP KADAR BIOETANOL BERBAHAN DASAR LIMBAH KULIT KOPI ARABICA (*COFFEA ARABICA* L.). *AMINA*, 2(1), 19-25.
- Firdaus, A. K., Qurthobi, A., & R.I.U, A. (2021). Analisa Residu Tape Berbahan Pisang Raja Bulu (*musa Paradisiaca* L. Var *Sapientum*). *e-Proceeding of Engineering*, 8(5), 55-88.
- Hartono, A. (2013). PELATIHAN PEMANFAATAN LIMBAH KULIT PISANG SEBAGAI BAHAN DASAR PEMBUATAN KERUPUK. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 2(03), 198-203.
- Herlianti, Sefaniyah, & Indri, A. (2018). Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai Bahan Baku pembuatan Bioetanol. *Jurnal Teknologi*, 6(1), 1-10. doi:[10.31479/jtek.v6i1.1](https://doi.org/10.31479/jtek.v6i1.1)
- Khazalina, T. (2020). *Saccharomyces cerevisiae* in making halal products based on conventional biotechnology and genetic engineering. *Journal of halal product and research (JPHR)*, 3(2), 88-94.
- Martiningsih, E. (2007). Pemanfaatan Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca* L. var *sapientum*) sebagai Substrat Fermentasi Etanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Musita, N. (2009). Kajian kandungan dan karakteristik pati resisten dari beberapa varietas pisang. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 14(1).
- Naufal, A. D. (2019). Pembuatan Bioetanol Secara Fermentasi dari Selulosa yang di isolasi dari Batang Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L.) Menggunakan Ragi Roti (*Saccharomyces Cerevisiae*).
- Pratiwi, R. T. (2018). PENGARUH KONSENTRASI STARTER *Saccharomyces cerevisiae* DAN WAKTU FERMENTASI UMBI SUWEG (*Amorphophallus paeoniifolius* (Dennst.) Nicolson) TERHADAP KADAR

ALKOHOL DAN UJI NYALA API (FLASH POINT) SEDERHANA
SEBAGAI BAHAN BAKAR NABATI (BBN).

- Saadah, A. F., Fauzi, A., & Juanda, B. (2017). Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 17(2), 118-137. doi:<http://dx.doi.org/10.21002/jepi.v17i2.661>
- Safitri, L. (2021). *Universitas Muhamadiyah Palembang*. Retrieved from http://repository.um-palembang.ac.id/id/eprint/17646/1/122017046_BAB%20I_DAFTAR%20PUSTAKA.pdf: http://repository.um-palembang.ac.id/id/eprint/17646/1/122017046_BAB%20I_DAFTAR%20PUSTAKA.pdf
- Sehwantoro, W., Hindarti, F., & Oktivina, M. (2021). RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA DESTILATOR ELEKTRIK SEBAGAI ALAT DESTILASI PADA PROSES PEMBUATAN BIOETHANOL. *SAINSTECH: JURNAL PENELITIAN DAN PENGKAJIAN SAINS DAN TEKNOLOGI*, 31(2), 1-9.
- Setiawan, T. (2018). Rancang bangun alat destilasi uap bioetanol dengan bahan baku batang pisang.
- Sukriyadi, L. (2010). Kajian Sifat Kimia dan Sifat Organoleptik Pada Tepung Kulit Pisang Dari Beberapa Varietas Pisang (Skripsi). Universitas Khairun Ternate.
- Tejasarwana. (1995). *Mikrobiologi Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Umaiya, A. S., & Reni, Y. S. (2014). Fermentasi Nira Nipah Skala 50 Liter Menjadi Bioetanol Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*.
- Wandono, E. H., Kusdiyantini, E., & Hadiyanto, H. (2020). Efektivitas Limbah Kulit Kering Nanas Madu (*Ananas Comosus* L. Merr) untuk Pembuatan Bioetanol dengan Proses Fermentasi dan Distilasi. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 1(2), 45-53.
- Wusnah, W., Bahri, S., & Hartono, D. (2020). Proses pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok (*Musa acuminata* BC) secara fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 48-56.