



Pemanfaatan Limbah Organik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol Dengan Variasi Konsentrasi Ragi (*Saccharomyces Cerevisiae*)

Utilization of Organic Waste as Raw Material for Making Bioethanol with Varying Concentrations of Yeast (*Saccharomyces Cerevisiae*)

Mhd Afnan Yogi Lubis¹, Devi Tanggasari^{*}

¹Teknologi Industri Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia

*Corresponding Author: devitanggasari@gmail.com

Article History:

Received : 08-06-2024
Revised : 20-06-2024
Accepted : 28-06-2024
Online : 30-06-2024

Keywords:

Bioethanol;
Organic Waste;
Yeast variations;

Abstract: In the midst of demands to reduce dependence on fossil energy sources which are decreasing, this research is an effort to make bioethanol an alternative energy source. The aim of this research is to determine the effect of yeast variations on pH and bioethanol levels. This research was carried out using a factorial completely randomized design (CRD) method involving one main factor, namely yeast variation with three replications for each treatment. The parameters in this research are testing pH and bioethanol content. The best results from the two parameters, namely the best pH, was found in the 3rd treatment with an average of 4.84. In testing bioethanol content, the best value was in the 3rd treatment with a yeast count of 6 grams, an average ethanol content of 0.9%. It can be concluded that bioethanol levels are influenced by yeast, distillation and fermentation time. The higher the yeast, the higher the pH, alcohol density and yield produced.

Kata Kunci:

Bioetanol;
Limbah Organik;
variasi Ragi.

Abstrak: Ditengah tuntutan untuk mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil yang semakin berkurang, maka dengan dilakukannya penelitian ini sebagai salah satu upaya untuk membuat bioetanol sebagai sumber energi alternatif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi ragi terhadap pH dan Kadar bioetanol. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial yang melibatkan satu faktor utama, yakni variasi ragi dengan tiga ulangan untuk setiap perlakuan. Parameter pada penelitian ini adalah pengujian pH dan kadar bioetanol. Hasil terbaik dari kedua parameter tersebut yaitu pH terbaik terdapat pada perlakuan ke-3 dengan jumlah rata-rata 4,84, pada pengujian kadar bioetanol nilai terbaik terdapat pada perlakuan ke-3 dengan jumlah ragi 6 gram kadar etanol rata-rata 0,9%. Dapat disimpulkan bahwa kadar bioetanol dipengaruhi oleh ragi, destilasi, dan waktu fermentasi. semakin tinggi ragi maka akan semakin tinggi pH, densitas alkohol, dan rendemen yang dihasilkan.



A. LATAR BELAKANG

Berkurangnya ketersediaan bahan bakar fosil merupakan masalah yang terjadi dari tahun ke tahun. Berdasarkan data dari Administrasi Umum Migas pada tahun (2016) menyebutkan bahwa dalam setiap tahunnya, kandungan minyak bumi terus menipis serta terus mengalami

penurunan. Penurunan jumlah produksi bahan bakar fosil sekitar 25,3% dari tahun 2015 ke 2016. Bahan bakar yang saat ini dinilai lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan energi fosil dan merupakan sebuah bahan bakar terbarukan yaitu bioethanol (KESDM, 2015).

Limbah organik merupakan sumber daya yang melimpah namun sering kali dianggap sebagai masalah lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dalam penelitian ini digunakan limbah organik yang berasal dari Pasar Seketeng di Sumbawa seperti sayur yang tidak layak konsumsi sebagai bahan baku pembuatan bioethanol. Limbah yang digunakan terdiri dari kentang, wortel, sawi putih, dan sawi hijau, diukur hingga mencapai total massa 1200 gram. Karbohidrat yang terkandung dalam limbah organik sebanyak 60%, dan komponen selulosa dalam karbohidrat tersebut digunakan dalam proses fermentasi untuk menghasilkan bioethanol sebagai sumber energi terbarukan (Wusnah et al., 2017). Kandungan pada limbah wortel yaitu 8,2g karbohidrat, 1,8 serat dan 0,1g lemak. Sementara kandungan karbohidrat dalam kentang sebesar 85,6g (Hasanah, Zaenab & Rofieq, 2015). Kandungan limbah sawi hijau mengandung unsur hara nitrogen (N) sebanyak 0,13%, posfor (P) sebanyak 0,058%, kalium (K) sebanyak 0,17%, kalsium (Ca) sebanyak 0,006%, magnesium (Mg) sebanyak 0,012% (Elmi, 2022).

Kandungan yang terdapat pada sawi putih adalah protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, besi (Fe), vitamin A, vitamin B, vitamin C (Novianti, 2017). Sawi putih mengandung air 96,6 g, energi 9 kal, protein 1 g, lemak 0,1 g, karbohidrat 1,7 g, kalsium 56 mg, fosfor 42 mg, besi 1,1 mg, natrium 5 mg, kalium 193,1 mg, vitamin B10,05 mg, vitamin B2 0,18 mg, dan vitamin C 3 mg (Widiyanto & Alviani, 2023).

Penggunaan bioethanol sebagai bahan bakar dapat mengurangi emisi karbon dioksida sebanyak 18%(Octaviani et al., 2010). Proses perombakan bahan organik menjadi etanol melalui tahapan hidrolisis, fermentasi dan destilasi (Herawati, 2021). Proses hidrolisis bertujuan untuk memecah karbohidrat kompleks menjadi struktur yang lebih sederhana, sedangkan proses fermentasi bertujuan untuk mendapatkan alkohol atau etanol dengan bantuan mikroba *Saccharomyces cerevisiae* yang diperoleh dari ragi (Salsabila & Fahrurroji, 2021). Alkohol yang diperoleh dari proses fermentasi dimurnikan dengan teknik destilasi (Huda et al., 2021).

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2024 di Laboratorium Pangan dan Agroindustri Fakultas Ilmu dan Teknologi Pertanian Universitas Teknologi Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Dan dilakukan pengujian densitas etanol di Laboratorium Teknik Bioproses Universitas Mataram (UNRAM).

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu set alat destilasi, satu set alat fermentasi berupa botol, blender merk miyako, buret, *erlenmeyer*, *fermentor lock*, gelas ukur, pengaduk, rekator hidrolisis, selang, selotip, dan timbangan analitik.

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 12 gram ragi tape merk NKL (*S. cerevisiae*), akuades 800 ml, asam sulfat 1%, 300 gram limbah wortel, 300 gram limbah kentang, 300 gram limbah sawi putih, 300 gram limbah sawi hijau sehingga diperoleh total massa 1200 gram.

3. Prosedur Penelitian

Persiapan Sampel

Limbah organik yang diambil dari berbagai pasar di Sumbawa yang terdiri dari 300 gram kentang, 300 gram wortel, 300 gram sawi putih, dan 300 gram sawi hijau, diukur hingga mencapai total massa 1200 gram. Limbah tersebut dicuci bersih dengan air. Selanjutnya dipotong kecil-kecil kemudian di filtrasi dalam fungsi autoklav pada suhu 121°C selama 20 menit. Kemudian limbah dihaluskan menggunakan blender, ditambahkan aquades 800 ml (Dhani et al., 2019). Penggunaan aquades sebanyak 800 ml untuk membantu menghasilkan konsistensi dan tekstur yang tepat pada limbah organik setelah dihaluskan (Rahmawati et al., 2017). Ditambahkan asam sulfat encer sebanyak 1%, penambahan asam sulfat encer tersebut bertujuan mempercepat laju reaksi hidrolisis dalam kandungan air pada bahan baku melalui reaksi kimia oleh larutan H_2SO_4 untuk mencapai titik keseimbangan dalam reaksi kimia dan tidak mempengaruhi hasil reaksi (Safitri et al., 2020)

Aktivasi Ragi

Ragi tape diukur sebanyak 2 gram, 4 gram, dan 6 gram, selanjutnya 1 gram gula putih dilarutkan dalam 10 ml air hangat dengan suhu sekitar $\pm 40^\circ C$. Penambahan gula pada tahap aktivasi ragi tape bertujuan dalam memicu dan mendukung proses fermentasi (Abdillah et al., 2016). Ragi tape kemudian dicampurkan ke dalam larutan dengan perbandingan 2 gram, 4 gram, dan 6 gram yang sudah dingin, kemudian di diamkan selama 24 jam dan di tutup rapat menggunakan plastik. Tujuan dari inkubasi selama 24 jam adalah memberikan waktu bagi ragi untuk menghasilkan enzim-enzim yang diperlukan selama proses fermentasi.

Proses Fermentasi

Pada proses fermentasi, limbah yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam masing-masing botol fermentasi sebanyak 400 gram. Kemudian ragi dan larutan yang sudah dicampurkan dan telah melewati tahap inkubasi selama 24 jam dicampurkan kedalam masing-masing botol fermentasi. Selanjutnya botol fermentasi ditutup dengan plastik dan disimpan pada suhu 30°C selama 144 jam (Muhammad et al., 2023). Proses ini dilakukan untuk mengamati dan mengontrol perkembangan fermentasi pada kondisi yang telah ditentukan.

Proses Destilasi

Proses awal destilasi melibatkan pengambilan sampel dari hasil fermentasi, yang kemudian disaring untuk memperoleh ekstrak dari limbah sayuran dan buah. Ekstrak limbah sebanyak 400 gram kemudian dimasukkan ke dalam alat destilasi alkohol. Selanjutnya, proses destilasi dilakukan pada suhu 80°C, sesuai dengan titik didih alkohol yang mencapai 78°C dan titik didih air sebesar 100°C. Uap yang dihasilkan dari destilasi ditampung dalam suatu penampungan. Destilat diambil setelah uap tidak lagi menetes dan disimpan dalam botol. Tahap berikutnya melibatkan analisis kadar bioetanol dan kemurnian etanol yang terkandung dalam destilat tersebut (Rahmi et al., 2023).

Pengukuran pH

Prosedur pengukuran pH pada limbah organik hasil fermentasi menggunakan pH meter dilakukan sebelum proses fermentasi dan pada hari ke-6. Tujuan pengukuran pH pada pembuatan bioetanol ini adalah untuk memonitor dan mengoptimalkan kondisi lingkungan reaksi fermentasi. pH yang tepat sangat penting dalam mendukung aktivitas optimal ragi sebagai mikroorganisme penghasil enzim yang terlibat dalam konversi gula menjadi etanol (Utama et al., 2013). Dengan memastikan pH berada dalam rentang yang diinginkan seperti biasanya antara 4.0 – 5.5 untuk fermentasi etanol dan juga dapat meningkatkan efisiensi proses fermentasi hasil produksi etanol dan mencegah kontaminasi mikroba yang tidak diinginkan (Utama & Ni'matullah, 2020). Langkah

berikutnya adalah mencelupkan elektroda pH meter pada sampel bubuk sampah hasil fermentasi hingga diperoleh pembacaan skala yang stabil, sesuai. Untuk melakukan perhitungan pH, digunakan rumus dasar pH yang menggambarkan tingkat keasaman larutan. Rumus tersebut dinyatakan sebagai berikut:

$$pH = -\log [H^+] \dots \dots \dots (1)$$

Dimana H^+ merupakan konsentrasi ion hidrogen dalam larutan. Dengan menggunakan pH meter, nilai pH dapat langsung dibaca dari layar perangkat tersebut setelah elektroda mencapai keseimbangan dalam larutan (Azizah et al., 2012).

4. Pengukuran Kadar Bioetanol

Untuk mengukur kadar bioetanol, pertama-tama piknometer diukur beratnya menggunakan timbangan analitik. Kemudian, akuades dimasukkan ke dalam alkoholmeter yang kosong dan diukur beratnya. Setelah itu, piknometer dikeringkan. Destilat kemudian dimasukkan ke dalam piknometer yang sudah dikeringkan dan diukur beratnya. Langkah selanjutnya adalah membandingkan berat aquades dengan berat destilat. Kemudian, digunakan rumus untuk menghitung rapat jenis (*density*), yaitu sebagai berikut (Muntazhor, 2020).

$$Rapat\ Jenis = \frac{A-B}{B-C} \dots \dots \dots (2)$$

Di mana:

A = berat piknometer kosong ditambah akuades (gr)

B = berat piknometer kosong (gr)

C = berat piknometer kosong ditambah destilat (gr)

5. Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini bersifat eksperimental yaitu dengan rancangan percobaan yang dilakukan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial yang melibatkan satu faktor utama, yakni variasi ragi dengan tiga ulangan untuk setiap kombinasi perlakuan.

6. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas, yaitu variasi ragi (2 gram, 4 gram, dan 6 gram). Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu kadar bioetanol dan rendemen bioetanol. Sementara variabel terkontrol melibatkan waktu fermentasi selama 144 jam dan suhu fermentasi yang di jaga pada 30°C.

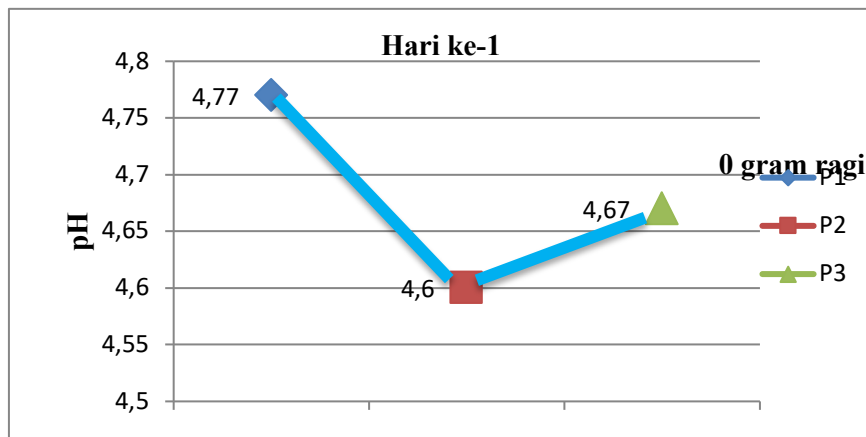
7. Analisis Data

Data hasil percobaan dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) dua arah. Apabila terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan, langkah selanjutnya adalah uji lanjutan dengan metode Tukey's *Honestly Significant Difference* (HSD) dengan tingkat signifikansi $\alpha=5\%$.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengukuran pH

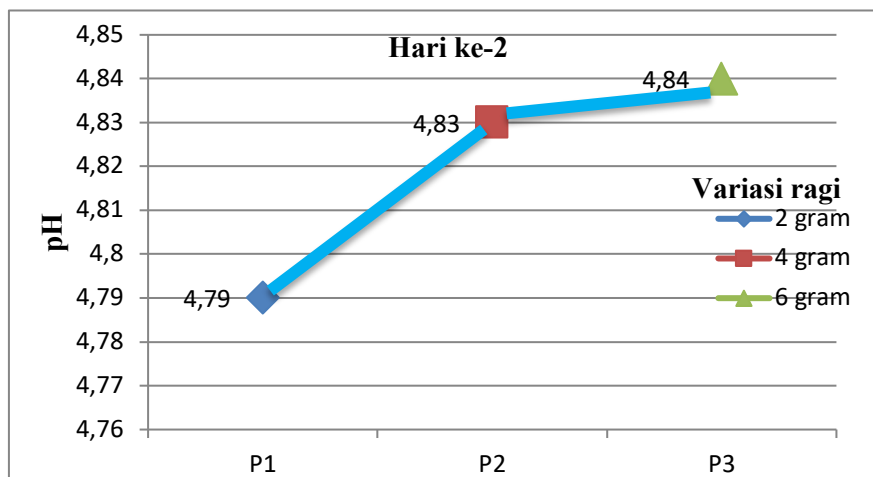
Hasil pengujian pH pada penelitian ini menunjukkan bahwa terjadinya perubahan setelah melalui proses fermentasi dengan konsentrasi variasi ragi 2 gram, 4 gram, dan 6 gram dengan alat bantu yaitu pH meter. Diagram garis dari hasil uji pH sebelum dan sesudah fermentasi yang dilakukan peneliti dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Pengujian pH hari ke-1

Sumber: Data diolah

Berdasarkan Gambar 1.1 menunjukkan bahwa pengujian pH pada hari ke-1 sebelum fermentasi (P1) menghasilkan pH 4,77. Pada (P2) menghasilkan pH 4,60, dan pada (P3) menghasilkan pH 4,67. Terdapat perbedaan pH antara ketiga sampel tersebut yang mana pada (P1) pH mengalami kenaikan sedangkan (P2) dan (P3) mengalami penurunan. Hal tersebut disebabkan oleh faktor internal yaitu adanya pengaruh bakteri *L. plantarum* yang terdapat dalam kandungan sawi hijau dan sawi putih yang dapat menurunkan pH karena menghambat kontaminasi dari mikroorganisme pantogen yang dapat menurunkan pH pada substrat.



Gambar 1.2 Pengujian pH hari ke-2

Sumber: Data diolah

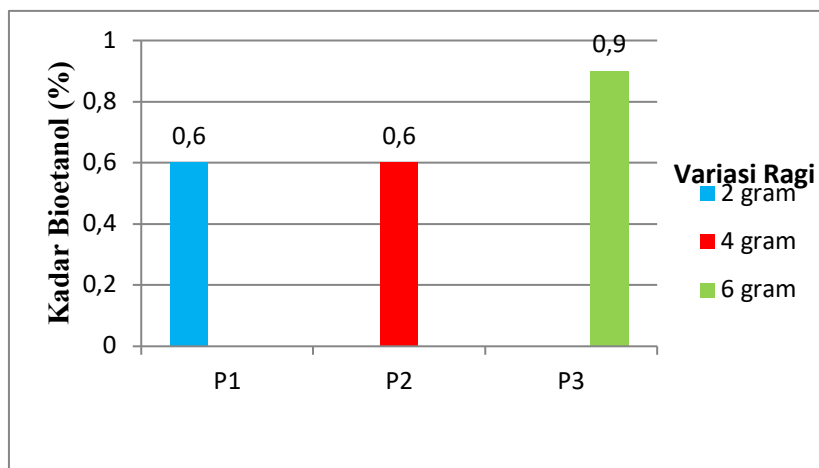
Berdasarkan Gambar 1.2 menunjukkan bahwa pada P1 dengan ragi 2 gram didapatkan pH 4,79, dan P2 dengan ragi 4 gram menghasilkan pH 4,83 dan pada P3 dengan ragi 6 gram menghasilkan pH 4,84. Pada hasil pengujian pH yang telah dilakukan tersebut terdapat perbedaan nilai pH pada masing-masing sampel. Pada P1 dan P2 diketahui pH 4,79 – 4,83, sedangkan pada P3 pH mengalami kenaikan sebesar 4,84. Hal ini disebabkan oleh aktivitas khamir *Saccharomyces*

cerevisiae dalam memecahkan gula untuk menghasilkan alkohol selama proses fermentasi. Khamir *Saccharomyces cerevisiae* membutuhkan substrat dan nutrisi untuk keperluan hidupnya.

Substrat dan nutrisi mempengaruhi pertumbuhan mikroba, ketika terjadi penurunan kandungan substrat dan nutrisi akan menyebabkan jumlah mikroba pada media menjadi berkurang. Penambahan ragi dan waktu fermentasi selama 144 jam tidak berpengaruh nyata terhadap nilai pH namun terjadi penurunan pH selama proses fermentasi selain menghasilkan etanol juga menghasilkan CO₂ dan asam lainnya.

2. Pengukuran Kadar Bioetanol

Hasil pengujian kadar bioetanol pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu piknometer dan alkohol meter. Maka adapun hasil pengujian kadar bioetanol dapat dilihat pada Gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2.1 Pengujian kadar bioetanol
Sumber : Data diolah

Grafik dari hasil pengujian kadar bioetanol diatas menunjukkan bahwa pada ulangan ke-1 dengan jumlah ragi 2 gram didapatkan hasil rata-rata 0,6%, ulangan ke-2 dengan jumlah ragi 4 gram didapatkan hasil rata-rata sebesar 0,6%, dan ulangan ke-3 dengan jumlah ragi 6 gram menghasilkan densitas rata-rata 0,9%. Pada pengujian kadar bioetanol yang telah dilakukan pada penelitian ini terdapat perbedaan pada ulangan ke-1, ke-2 mengalami penurunan dan pada ulangan ke-3 mengalami kenaikan. Hal ini diduga pada saat fermentasi terjadi kebocoran pada penutup botol fermentasi sehingga udara dapat masuk kedalam botol fermentasi sehingga mempengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan pada ulangan ke-1 dan ke-2.

Kadar bioetanol pada limbah organik bisa lebih rendah atau lebih tinggi dari 0,5%. Hal ini dikarenakan kadar etanol pada limbah sayuran juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti lama fermentasi dan pemilihan jenis katalis (Muzaiifa et al., 2021). Jenis faktor lain seperti suhu, pH, dan jumlah gula yang ditambahkan. Pengaruh lama fermentasi pada limbah organik bisa dilihat dengan naik turunnya densitas etanol oleh limbah organik sayuran (Priyono & Riswanto, 2021).

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini memiliki nilai rata-rata yang tidak berpengaruh secara signifikan. Nilai rata-rata pada hari ke-1 sebelum fermentasi (P1) menghasilkan pH 4,77. Pada (P2) menghasilkan pH 4,60, dan pada (P3) menghasilkan pH 4,67. Pada pengujian pH hari ke-2 didapatkan hasil pada P1 dengan ragi 2 gram didapatkan pH 4,79, dan

P2 dengan ragi 4 gram menghasilkan pH 4,83 dan pada P3 dengan ragi 6 gram menghasilkan pH 4,84.

Pada pengujian kadar bioetanol pada ulangan ke-1 dengan jumlah ragi 2 gram didapatkan hasil rata-rata 0,6%, ulangan ke-2 dengan jumlah ragi 4 gram didapatkan hasil rata-rata sebesar 0,6%, dan ulangan ke-3 dengan jumlah ragi 6 gram menghasilkan densitas rata-rata 0,9%. Dapat disimpulkan bahwa pH dan kadar bioetanol dari limbah organik dapat naik dan menurun, hal ini disebabkan oleh ragi yang memengaruhi pH, kadar bioetanol dan suhu pada saat proses destilasi.

Saran yang disampaikan adalah perlunya dilakukan pengembangan pada penelitian ini dan juga penambahan jenis bahan baku seperti limbah kulit buah dan lain-lain. Semoga penelitian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya dan semoga penelitian ini dapat menambah wawasan bagi peneliti dan bermanfaat bagi manusia dan lingkungan agar tetap melestarikan budaya hidup sehat dengan bahan organik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Ibuk Devi Tanggасari, S.TP., M.Si selaku dosen pembimbing Skripsi saya. Bapak Lalu Heri Rizaldi, S. TP, M.T, selaku dosen penguji I dan Ibu Ariskanopitasari, S. T., M.App.Sc, selaku dosen penguji II yang telah meluangkan waktunya. Ibu Sahri Yanti., Ph.D selaku Dekan Fakultas Ilmu Dan Teknologi Pertanian dan Bapak Shafwan Amrullah, S.T.,M.Eng selaku Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdillah, J., Widyawati, N., & Suprihati, -. (2016). PENGARUH DOSIS RAGI DAN PENAMBAHAN GULA TERHADAP KUALITAS GIZI DAN ORGANOLEPTIK TAPE BIJI GANDUM. *Agric*. <https://doi.org/10.24246/agric.2014.v26.i1.p75-84>
- Azizah, N., Al-bAARI, A., & Mulyani, S. (2012). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*.
- Dhani, J. P., Sundaryono, A., & Handayani, D. (2019). SINTESIS METIL ESTER DARI LIMBAH KELAPA SAWIT DENGAN SONOCHEMISTRY DAN CRACKING MENJADI BIOFUEL DENGAN KATALIS CrMo/HZ. *Alotrop*. <https://doi.org/10.33369/atp.v3i2.10498>
- Elmi, Y. (2022). Pengaruh Campuran A&B Mix dengan Pupuk Organik Cair Limbah Sawi Hijau (*Brassica rapa L.*) terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor L.*) Hidroponik. *HUMANTECH Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia*, 1(8), 1111–1120.
- Hasanah, Zaenab, S., & Rofieq. (2015). Perbedaan Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Berbagai Dosis Ragi Tape dari Limbah Sayuran dan Buah. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 149–156.
- Herawati, N. (2021). PEMBUATAN BIOETANOL DARI RUMPUT GAJAH DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM. *Jurnal Redoks*. <https://doi.org/10.31851/redoks.v6i1.5566>
- Huda, A. A., Karyanik, K., & Dewi, E. S. (2021). EFEK VARIASI BEBAN PENDINGINAN TERHADAP COEFFICIENT OF PERFORMANCE (COP) MESIN PENDINGIN PADA BOX COOLER ALAT DISTILASI. *Jurnal Agrotek Ummat*. <https://doi.org/10.31764/jau.v8i2.5239>
- KESDM. (2015). *RENSTRA KESDM (rencana strategis kementerian energi dan sumber daya mineral) 2015-2019*. Kementerian Energi dan sumber daya mineral.
- Muhammad, M., Sulhatun, S., Jalaluddin, J., Meriatna, M., & Marpaung, S. A. (2023). KARAKTERISASI BIOETANOL DARI PELEPAH KELAPA SAWIT. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. <https://doi.org/10.29103/jtku.v12i1.11620>
- Novianti, M. E. (2017). Perbandingan Kadar Besi (Fe) Pada Sawi Putih Dengan Sawi Hijau yang dijual Dibeberapa Pasar Kabupaten Cirebon. *Publicitas*, 2(2), 1–17.
- Octaviani, R., Irsyad, M., & Reksowardojo, I. K. (2010). Pengaruh Penambahan Bioetanol Terhadap Konsentrasi Emisi Gas Hc , Co , Dan Co 2 Pada Motor 2 Langkah. *Jurnal Teknik Lingkungan*.
- Rahmawati, A., Kurniahu, H., & Sriwulan. (2017). Teknik Pengomposan Kertas Bekas Dan Limbah Organik Rumah Tangga Menggunakan Starter Cairan Rumen Sapi. *Jurnal Biologi & Pembelajarannya*.

- Rahmi, D., Zulnazri, Z., Dewi, R., Sylvia, N., & Bahri, S. (2023). PEMANFAATAN LIMBAH KULIT NANAS MENJADI BIOETANOL DENGAN MENGGUNAKAN RAGI (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*). *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*. <https://doi.org/10.29103/cejs.v2i5.9796>
- Safitri, R., Dwi Anggita, I., Safitri, F. M., Agung, D. A., & Ratnadewi, I. (2020). Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dalam Proses Hidrolisis Selulosa dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis*) untuk Produksi Bioetanol. *Industrial Research Workshop and National Seminar*, 1–5.
- Salsabila, A. L., & Fahrurroji, I. (2021). HIDROLISIS PADA SINTESIS GULA BERBASIS PATI JAGUNG. *EDUFORTECH*. <https://doi.org/10.17509/edufortech.v6i1.33289>
- Utama, A., & Ahmad Ni'matullah Al-Baarri. (2020). Produksi Alkohol, Nilai pH, dan Produksi gas pada Bioetanol dari Susu Rusak dengan Campuran Limbah Cair Tapioka. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*.
- Utama, A. W., Legowo, A. M., & Al-Baarri, A. N. (2013). Produksi Alkohol, Nilai pH dan Produksi Gas Pada Bioetanol dari Susu Rusak dengan Campuran Limbah Cair Tapioka. *Aplikasi Teknologi Pangan*.
- Widiyanto, A., & Alviani Leny, E. (2023). Implementasi Pemberian Sawi Putih Gulung Tahu “SALUHU” Sebagai Terapi Non Farmakologi Pencegahan Osteoporosis Di Dusun Ngablak, Kemuning, Ngargoyoso, Karanganyar. *Jurnal Pengadain Masyarakat*, 02(01), 8–15.
- Wusnah, W., Bahri, S., & Hartono, D. (2017). PROSES PEMBUATAN BIOETANOL DARI KULIT PISANG KEPOK (*Musa acuminata* B.C) SECARA FERMENTASI. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. <https://doi.org/10.29103/jtku.v5i1.79>