

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT BUAH DAN BATANG PISANG
SEBAGAI BIOETANOL DENGAN VARIASI LAMA WAKTU
FERMENTASI**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

**Disusun Oleh:
NAHARANI NURHIDAYAH
NIM : H91219051**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Naharani Nurhidayah
NIM : H91219051
Program Studi : Biologi
Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "PEMANFAATAN LIMBAH KULIT BUAH DAN BATANG PISANG SEBAGAI BIOETANOL DENGAN VARIASI LAMA WAKTU FERMENTASI". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya

Surabaya, 28 Desember 2023
Yang menyatakan ,



Naharani Nurhidayah
NIM. H91219051

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi

Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Dan Batang Pisang Sebagai Bioetanol
Dengan Variasi Lama Waktu Fermentasi

Diajukan Oleh :

Naharani Nurhidayah

NIM : H91219051

Telah diperiksa dan disetujui

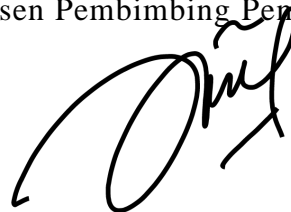
Di Surabaya, 28 Desember 2023

Dosen Pembimbing Utama



Esti Tyastirin, M.KM.
NIP. 198706242014032001

Dosen Pembimbing Pendamping



Hanik Faizah, S.Si, M.Si.
NIP.199008062023212045

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Naharani Nurhidayah ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
di Surabaya, 9 Januari 2023

Mengesahkan,
Dewan penguji

Penguji I



Esti Tyastirin, M.KM
NIP. 198706242014032001

Penguji II



Hanik Faizah, S.Si., M.Si
NIP. 199008062023212045

Penguji III



Atiqoh Zummah, S.Si., M.Sc
NIP. 199111112019032026

Penguji IV



Irul Hidayati, M.Kes
NIP. 198102282014032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saepul Hamdani, M. Pd.
NIP. 196507312000031002

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Naharani Nurhidayah
NIM : H91219051
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi
E-mail address : naharani1307@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

Pemanfaatan Limbah Kulit Buah dan Batang Pisang sebagai Bioetanol dengan Variasi Lama Waktu Fermentasi

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 10 Januari 2024

Penulis



(
Naharani Nurhidayah
)

ABSTRAK
PEMANFAATAN LIMBAH KULIT BUAH DAN BATANG PISANG
SEBAGAI BIOETANOL DENGAN VARIASI LAMA WAKTU
FERMENTASI

Keberadaan limbah tanaman pisang yang semakin banyak dan jika dibiarkan begitu saja akan membusuk hanya di satu tempat. Kulit buah dan batang pisang merupakan limbah hasil perkebunan yang memiliki kandungan selulosa sehingga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan energi alternatif berupa bioetanol. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar bioetanol tertinggi dari bahan baku kulit buah dan batang pisang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah RAL menggunakan 12 kelompok perlakuan meliputi bahan baku kulit buah dan batang pisang dengan masing masing variasi lama waktu fermentasi 24, 48,72, 96, 120, 144 jam. *Pretreatment* dilakukan dengan menggunakan larutan basa berupa NaOH 2% dan hidrolisis menggunakan asam sulfat (H₂SO₄) konsentrasi 0,05 M hingga menghasilkan larutan yang mengandung glukosa. Fermentasi dilakukan dengan menggunakan fermipan yang mengandung khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil yang berbeda signifikan (*p-value* <0,05). Hal tersebut ditunjukkan dengan hasil kadar bioetanol tertinggi yang diperoleh dari sampel kulit buah pisang sebesar 5,039% pada waktu ke-72 jam. Sedangkan kadar bioetanol tertinggi yang diperoleh dari sampel batang pisang diperoleh sebesar 6,779% pada waktu ke-96 jam. Jika dilakukan perbandingan antara kedua jenis bahan baku, kadar bioetanol tertinggi dihasilkan dari perlakuan menggunakan bahan baku batang pisang dengan lama waktu fermentasi ke-96 jam.

Kata kunci: Batang Pisang, Kadar Bioetanol, Kulit Buah Pisang, Lama Waktu Fermentasi

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT
USE OF FRUIT PEEL AND BANANA STEM WASTE AS BIOETHANOL
WITH VARIATIONS OF FERMENTATION TIME

There is an increasing amount of banana plant waste and if left alone it will rot in just one place. Fruit peels and banana stems are plantation waste which contain cellulose so they can be used to make alternative energy in the form of bioethanol. The aim of this research is to determine the highest bioethanol concentration from fruit peel and banana stem raw materials. The method used in this research was RAL using 12 treatment groups including fruit peel and banana stems with varying fermentation times of 24, 48.72, 96, 120, 144 hours. Pretreatment was carried out using an alkaline solution in the form of 2% NaOH and hydrolysis using sulfuric acid (H₂SO₄) with a concentration of 0,05 M to produce a solution containing glucose. Fermentation is carried out using fermipan containing the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Based on the research that has been carried out, significantly different results were obtained (p-value <0.05). This is shown by the results of the highest bioethanol concentration obtained from banana peel samples of 5,039% at 72 hours. Meanwhile, the highest bioethanol concentration obtained from banana stem samples was 6,779% at the 96th hour. If a comparison is made between the two types of raw materials, the highest bioethanol concentration is produced from treatment using banana stem raw materials with a fermentation time of 96 hours.

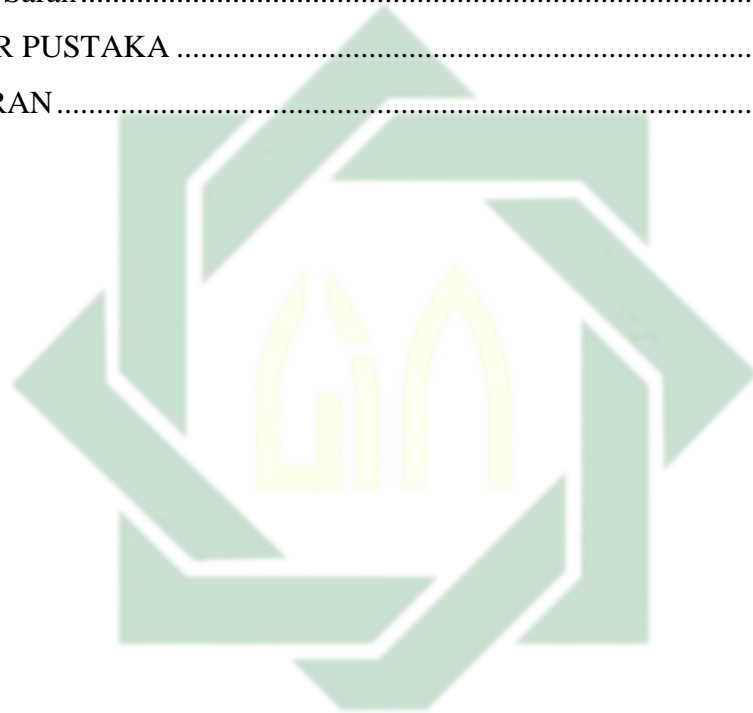
Keywords: Banana peel, Banana stem, Bioethanol concentration, Fermentation time

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian.....	10
1.4 Manfaat Penelitian.....	10
1.5 Batasan Penelitian	11
1.6 Hipotesis Penelitian.....	11
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	12
2.1 Bioetanol.....	12
2.2 Khamir (Yeast).....	28
2.3 Tanaman Pisang.....	34
BAB III METODE PENELITIAN.....	39
3.1 Rancangan Penelitian	39
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	40
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	40
3.4 Variabel Penelitian	41
3.5 Prosedur Penelitian.....	42

3.6 Analisis data	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Uji Gula Reduksi	46
4.2 Uji Etanol.....	50
BAB V PENUTUP.....	60
PENUTUP.....	60
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	74



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat-sifat fisika Etanol	14
Tabel 2.2. Kandungan Kulit Pisang	36
Tabel 3.1. Perlakuan	39
Tabel 3.2 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	40
Tabel 4.1. Absorbansi pada Larutan Standar Glukosa	47
Tabel 4.2. Hasil Kadar Glukosa	48
Tabel 4.3. Absorbansi pada Larutan Standar etanol	51
Tabel 4.4. Konsentrasi bioetanol dengan variasi waktu fermentasi	53
Tabel 4.5. Hasil Uji <i>Mann-Withney</i> Konsentrasi Bioetanol	54



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Diagram Komposisi Sampah	3
Gambar 2.1. Reaksi Delignifikasi	16
Gambar 2.2. Mekanisme Hidrolisis pada Selulosa dengan Katalis Asam	20
Gambar 2.3. Reaksi Yang Terjadi Selama Hidrolisis Bahan Lignoselulosa	21
Gambar 2.4. Rantai Perubahan Senyawa-Senyawa Kimia pada Fermentasi	23
Gambar 2.5. Sel dan bentuk koloni <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	31
Gambar 2.6. Morfologi Tanaman Pisang Kepok	35
Gambar 2.7. Kulit buah pisang kepok	36
Gambar 2.8. Struktur Lignin Sel	37
Gambar 2.9. Struktur Bangun Selulosa	38
Gambar 4.1. Perubahan Warna Sampel pada Uji Gula Reduksi	46
Gambar 4.2. Kurva Standar Glukosa Sampel Kulit Pisang	47
Gambar 4.3. Kurva Standar Glukosa Sampel Batang Pisang	48
Gambar 4.4. Kadar Gula Reduksi pada Sampel	48
Gambar 4.5. Perubahan Warna Sampel pada Uji Etanol	51
Gambar 4.6. Kurva Standar Etanol	52
Gambar 4.7. Konsentrasi Bioetanol dengan Variasi Lama Waktu Fermentasi ...	56

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR PUSTAKA

- Aboul-Enein, A. M., Salama, Z. A., Gaafar, A. A., Aly, H. F., Abou-Ellella, F., & Ahmed, H. A. (2016). Identification Of Phenolic Compounds From Banana Peel (*Musa paradisiaca* L.) As Antioxidant And Antimicrobial Agents. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 8(4), 46-55.
- Afriza, R. (2019). Analisis Perbedaan Kadar Gula Pereduksi dengan Metode Lane Eynon dan Luff Schoorl pada Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Temapela*, 2(2), 90-96.
- Agustina, E., Safitri, G. I., Fatiha, I. I., Pratama, M. I., Rahmania, R., Safitri, R., Andiarna, F., & Hidayati, I. (2021). Pemanfaatan limbah kulit buah dan sayur sebagai bahan bakar Bioetanol dengan variasi konsentrasi katalis. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 10(1), 45-50.
- Agustini, N. W., & Febrian, N. (2019). Hidrolisis Biomassa Mikroalga *Porphyridium cruentum* menggunakan Asam (H_2SO_4 dan HNO_3) dalam Produksi Bioetanol. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 41(1), 1-10.
- Almatsier, S. (2004). *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Aniriani, G. W., Apriliani, N. F., & Sulistiono, E. (2018). Hidrolisis Polisakarida Xilan Jerami Menggunakan Larutan Asam Kuatuntuk Bahan Dasar Produksi Bioetanol. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18(2), 113-117.
- Anwar, H., Septiani, S., & Nurhayati, N. (2021). Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) sebagai Substitusi Tepung Terigu dalam Pengolahan Biskuit. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), 315-320.
- Apriliani, A. S., & Franky Agustinus. (2013). Pembuatan Etanol dari Kulit Pisang Secara Fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2(2), 177-180.
- Ardhiany, S. (2019). Pengaruh Penambahan Ragi Terhadap Kadar Alkohol Pada Proses Pembuatan Bioethanol Dari Kulit Pisang. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 10(01), 13-19.
- Arif, A. B., Diyono, W., Budiyanto, A., & Richana, N. (2016). Analisis Rancangan Faktorial Tiga Faktor Untuk Optimalisasi Produksi Bioetanol dari Molases Tebu. *Informatika Pertanian*, 25(1), 145-154.
- Arjeni, R., Hasan, A., & Syarif, A. (2022). Analisa Konsentrasi NaOH dan Temperatur Pemanasan Terhadap Kadar Selulosa dan Kadar Lignin dari Batang Pisang Klutuk Menggunakan Alat Delignifikasi sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Inovator*, 5(1), 18-22.

- Azizah, N., Al-Barrii, A. N., & 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*, 1(3), 72-77.
- 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.
- Bahri, S., Kurniawan, E., Jalaluddin, J., & Mulyawan, R. (2022). Sosialisasi Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menjadi Bioetanol. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 2(6), 1799-1806.
- Bestari, A., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2013). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol dari Limbah Kulit Pisang Kepok Dan Raja. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(3), 1-6.
- Buckle, KA., Edwards, RA., Fleet, GH., dan Wootton, M. (2013). *Ilmu pangan*. UI Press: Jakarta.
- Casida. 1980, didalam Sijabat, H.R. (2001). Pemanfaatan Air Kelapa Sebagai Media Dasar Pertumbuhan Untuk Memproduksi Etanol Oleh *Saccharomyces cereviceae*. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor
- Chandra, G. (2017). Produksi Bioetanol dengan Filtrat Kulit Nanas (*Ananas comosus (L.) Merr*) menggunakan Teknik Imobilisasi Berulang Sel *Saccharomyces Cerevisiae*. *Skripsi*. Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Danmaliki, G. I., Muhammad, A. M., Shamsuddeen, A. A., & Usman, B. J. (2016). Bioethanol Production From Banana Peels. *IOSR Journal of Environmental Science, Ver. II*, 10(6), 56-62.
- Dean, J. A., (1995). *Analytical Chemistry Handbook*, Mc Graw-Hill, Inc., *United States of America*, 4.1 – 4.63.
- Desrosier, N. W., (1988). *Teknologi Pengawetan Pangan*. Jakarta: UI-Press.
- Dhalika, T., Mansyur, & Budiman, A. (2012). Evaluasi Karbohidrat dan Lemak Batang Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca*. Val) Hasil Fermentasi Anaerob dengan Suplementasi Nitrogen dan Sulfur sebagai Bahan Pakan Ternak. *Pastura*, 2(2), 97-101.
- Ditjen Migas. (2022). “Konsumsi Peralite Capai 23 Juta KL, Paling Banyak Digunakan Masyarakat”. dalam web <https://migas.esdm.go.id/post/read/konsumsi-peralite-capai-23-juta-kl-paling-banyak-digunakan-masyarakat>.

- Dupont, C. (2003). Gelatine Sizing of Paper and Its Impact on the Degradation of Cellulose During Aging : A Study Using Size Exclusion Chromatography. *Dissertation*, Faculty of Science, University of Amsterdam. Netherlands.
- Dwivanny, F. M., Wikantika, K., Sutanto, A., Ghazali, M. F., Lim, C., Kamalesha, G. (2021). *Pisang Indonesia*. Bandung: ITB Press.
- Emaga, T. H., Andrianaivo, R. H., Wathelet, B., Tchango, J. T., & Paquot, M. (2007). Effects Of The Stage Of Maturation and Varieties On The Chemical Composition Of Banana and Plantain Peels. *Food chemistry*, 103(2), 590-600.
- Eni, R., Sari, W., & Moeksin, R. (2015). Pembuatan Bioetanol Dari Air Limbah Cucian Beras Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatik Dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(1), 14-22.
- Fauziah, V. (2015). Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Dan Waktu Hidrolisis Terhadap Produksi Bioetanol Dari Limbah Kulit Pisang Kepok Kuning (*Musa balbisiana* Bbb). *Skripsi*. Fakultas Kedokteran dan ilmu kesehatan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Febriyanti, A. E., Sari, C. N., & Adisyahputra, A. (2016). Efektivitas Media Pertumbuhan Khamir Komersial (*Saccharomyces cerevisiae*) Untuk Fermentasi Bioetanol Dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Bioma*, 12(2), 112-117.
- Fitriani, Bahri, S., & Nurhaeni. (2013). Produksi bioetanol tongkol jagung (*zea mays*) dari hasil proses delignifikasi. *Jurnal Natural Science*, 2(3), 66-74.
- Ghozali, I. (2016). Ghozali, Imam. (2016). Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 23. Semarang: BPF Universitas Diponegoro. *IOSR Journal of Economics and Finance*, 3(1), 98.
- Gunam, I. B. W., Buda, K., & Guna, I. M. Y. S. (2010). Pengaruh perlakuan delignifikasi dengan larutan NaOH dan konsentrasi substrat jerami padi terhadap produksi enzim selulase dari *aspergillus niger* NRRL A-II, 264. *Jurnal Biologi*, 14(2), 55-61.
- Gunawan, M. R. (2023). Biokonversi Biomassa Selulosa dari *Nannochloropsis* Sp. menjadi Bioetanol menggunakan Isolat *Indigenous Compost Actinomycetes*. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
- Gray, K. A., Zhao, L., & Emptage, M. (2006). Bioethanol. *Current Opinion in Chemical Biology*, 10(2), 141-146.
- Hajar, E. W. I., Ungsiono, T. A., Utomo, S., & Setiawan, B. (2016). Proses Hidrolisi menggunakan Katalis Zeolit Alam pada Kulit Pisang Kepok

sebagai Sumber Glukosa. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(1), 28–32.

- Handayani, S. S., Amrullah, A., Tarnanda, R., & Rahayu, B. A. (2018). Proses Degradasi Lignin Pada Limbah Batang Tembakau Sebagai Persiapan Produksi Bioetanol. *Jurnal Pijar MIPA*, 13(2), 140-146.
- Hanum, F., Pohan, N., Rambe, M., Primadony, R., & Ulyana, M. (2013). Pengaruh Massa Ragi Dan Waktu Fermentasi Terhadap Bioetanol Dari Biji Durian. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(4), 49-54.
- Harefa, W., & Pato, U. (2017). Evaluasi Tingkat Kematangan Buah Terhadap Mutu Tepung Pisang Kepok yang Dihasilkan. *JOM FAPERTA*, 4(2), 1-12.
- Herman, H., Masnang, A., & Sulassih, S. (2022). Respon Tanaman Sawi pada Berbagai Frekuensi Pemberian Air di Wadah Tanam Batang Pisang. *Agrisintech (Journal of Agribusiness and Agrotechnology)*, 3(1), 7-14.
- Hidayat, M. R. (2013). Teknologi Pretreatment Bahan Lignoselulosa Dalam Proses Produksi Bioetanol. *Biopropal Industri*, 4(1), 33-48.
- Hikmiyati, N., & Yanie, N. S. (2009). Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong Melalui Proses Hidrolisa Asam dan Enzimatis. *Skripsi*. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Ihsan, D. M. Optimasi Delignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Batch Lab-Scale Dan Ekstrmmuksi Pada Reaktor Kontinu Untuk Produksi Bioetanol. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Jakarta.
- Inggrid, M., Yonathan, C., & Djojsubroto, H. (2011). Pretreatment Sekam Padi dengan Alkali Peroksida dalam Pembuatan Bioetanol. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. E05-1 – E05-6
- Jannah, A. M., & Aziz, T. (2017). Pemanfaatan Sabut Kelapa Menjadi Bioetanol Dengan Proses Delignifikasi Acid-Pretreatment. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(4), 245-251.
- Jayus, J., Noorvita, I. V., & Nurhayati, N. (2017). Produksi Bioetanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* FNCC 3210 pada Media Molases dengan Kecepatan Agitasi dan Aerasi yang Berbeda. *Jurnal Agroteknologi*, 10(02), 184-192.
- Jeckson, E., Ahmad, A., & Muria, S. R. (2014). Pengaruh Laju Pengadukan Dalam Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Serabut Buah Sawit Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *JOM FTEKNIK*, 1(2), 1-8
- Judoamidjojo, M., Darwis, A. A., & Said, E. G. (1992). *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Rajawali Pers.

- Kaslam, K. (2020). Sustainable Energi dalam Pandangan Islam. *Tahdis: Jurnal Kajian Ilmu Al-Hadis*, 11(1), 99-110.
- Khaira, Z. F., & Muria, S. R. (2015). Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung Menggunakan Proses Simultaneous Sacharification and Fermentation (SSF) dengan Variasi Konsentrasi Enzim dan Waktu Fermentasi. *JOM FTEKNIK*, 2(2), 1-8
- Khodijah, S., & Abtokhi, A. (2015). Analisis Pengaruh Variasi Persentase Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Waktu pada Proses Fermentasi dalam Pemanfaatan Duckweed (*Lemna minor*) sebagai Bioetanol. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 7(2), 71-76.
- Kumalasari, I. J. (2011). Pengaruh Variasi Suhu Inkubasi terhadap Kadar Etanol Hasil Fermentasi Kulit dan Bonggol Nanas (*Ananas sativus*). *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang.
- Kumar P, Barrett DM, Delwiche MJ, Stroeve P. (2009). Methods For Pretreatment Of Lignocellulosic Biomass For Efficient Hydrolysis And Biofuel Production. *Ind. Eng. Chem. Res.* 48, 3713–3729.
- Kunaepah, U. (2008). Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa terhadap Aktivitas Antibakteri, Polifenol Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah. *Tesis*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kurniati, Y., Khasanah, I. E., & Firdaus, K. (2021). Kajian Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Nanas (*Ananas comosus*. L). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 10(2), 95-101.
- Kusumaningati, M. A., Nurhatika, S., & Muhibuddin, A. (2013). Pengaruh Konsentrasi Inokulum Bakteri *Zymomonas mobilis* dan Lama Fermentasi Pada Produksi Etanol Dari Sampah Sayur Dan Buah Pasar Wonokromo Surabaya. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(2), E218-E223.
- Megawati. (2015). *Bioetanol Generasi Kedua*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Melly, A., Septyana, A. P., & Moeksin, R. (2015). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Raja (*Musa sapientum*) menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(2), 1-7.
- Menon, V., & Rao, M. (2012). Trends In Bioconversion Of Lignocellulose: Biofuels, Platform Chemicals & Biorefinery Concept. *Progress in energy and combustion science*, 38(4), 522-550.
- Miranda, G., Amri, A., & Utami, S. P. (2014). Hidrolisis Mikroalga *Tetraselmis chuii* dengan Variasi Konsentrasi Asam Sulfat dan Temperatur. *Jom FTEKNIK*, 1(2), 1-5.

- Miskah, S., Saing, W., & Siburian, C. (2017). Pembuatan Bioetanol dari Biji Cempedak Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(4), 216-225.
- Morton, J. (1987). Banana. *Fruits of warm climates*, 29-46.
- Munadjim, Drs., 1988. "Teknologi Pengolahan Pisang". Penerbit PT Gramedia. Jakarta.
- Muhammad, Arsyad Habe. (2015). Karakteristik Sifat Mekanik Serat Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) Hasil Perlakuan Kimia. *Disertasi*. Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
- Muin, R., Hakim, I., & Febriyansyah, A. (2015). Pengaruh Waktu Fermentasi dan Konsentrasi Enzim Terhadap Kadar Bioetanol dalam Proses Fermentasi Nasi Aking Sebagai Substrat Organik. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(3), 56-66.
- Muksin, I. K., & Arpiwi, N. L. (2019). Bioetanol dari Kulit Pisang (*Musa paradisiaca* L.) dengan Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 6(1), 106-112.
- Mushollaeni, W., Tantal, L., & Sanny, R. *Reduksi Sianida pada Biji Karet melalui Fermentasi*. UNITRI Press: Malang.
- Ningsih, Y. A., Lubis, K. R., & Moeksin, R. (2012). Pembuatan Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1), 30-34.
- Nisa, D., & Putri, W. D. R. (2014). Pemanfaatan Selulosa dari Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai Bahan Baku Pembuatan CMC (*Carboxymethyl Cellulose*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 34-42.
- Novia, N., Utami, I., & Windiyati, L. (2014). Pembuatan Bioetanol Dari Sekam Padi Menggunakan Kombinasi Soaking In Aqueous Ammonia (SAA) *Pretreatment–Acid Pretreatment–Hidrolisis–Fermentasi*. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(1), 46-53.
- O’Leary, V. S., Green, R., Sullivan, B. C., & Holsinger, V. H. (2004). Alcohol Production by Selected Yeast Strains in Lactase Hydrolyzed Acid Whey. *Jurnal Biotechnology and Bioengineering*, 19(7), 1019-1035.
- Palmqvist, E., & Hahn-Hägerdal, B. (2000). Fermentation of lignocellulosic hydrolysates. II: inhibitors and mechanisms of inhibition. *Bioresource technology*, 74(1), 25-33.
- Pangaribuan, R. N., Tambunan, G. A., Martgrita, M. M., & Manurung, A. (2021). *Kajian Pustaka: Potensi Kulit Buah untuk Menghasilkan Bioetanol dengan*

Mengkaji Kondisi, Substrat, dan Metode Fermentasi. *Journal of Applied Technology and Informatics Indonesia*, 1(1), 1-13.

- Pangestu, E. (2022). Pengaruh Konsentrasi Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Urea terhadap Kadar dan Volume Bioetanol Substrat Limbah Buah Pisang. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Permei, I. (2022). Pengaruh Konsentrasi Asam pada Proses Hidrolisis dan Waktu Fermentasi terhadap Pembuatan Bioetanol dari *Gracilaria verrucosa*. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Poerba, Y. S., Martanti, D., Ahmad, F., Herlina, Handayani, T., & Witjaksono. (2018). *Deskripsi Pisang*. Jakarta: LIPI Press.
- Prawitwong, P., Kosugi, A., Arai, T., Deng, L., Lee, K. C., Ibrahim, D., Murata, Y., Sulaiman, O., Hashim, R., Sudesh, K., Ibrahim, W. A. Bt., Saito, M., & Mori, Y. (2012). Efficient Ethanol Production From Separated Parenchyma And Vascular Bundle Of Oil Palm Trunk. *Bioresource Technology*, 125, 37-42.
- Prescott, S. G and C. G. Said, 1959, “*Industrial Microbiology*”, ed 3, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Pujawati, E. D., & Payung, D. (2022). *Biologi Hutan*. Banjarbaru: CV Banyubening Cipta Sejahtera.
- Purnomo, D., Wulandari, S., & Mahadi, I. Pengaruh Lama Fermentasi Limbah Kulit Nenas (*Ananas comosus* L. Merr) Terhadap Kadar Bioetanol Sebagai Rancangan Modul Pembelajaran Biologi Sma Materi Bioteknologi. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 6(2), 221-231.
- Puspita, D., Nadia, E., Immanuela, E., & Titania. (2020). Isolasi, Identifikasi dan Uji Produksi Yeast yang Diisolasi dari Nira Kelapa. *Biosfer: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 5(1), 1-5.
- Putri, A. W., Surbakti, S. U., & Trisakti, B. (2016). Pengaruh Konsentrasi Ragi Dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Bioetanol Dari Biji Cempedak (*Artocarpus champeden spreng*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(2), 21-26.
- Putri, B. O. K., & Isnawati, I. (2018). Profil Miskonsepsi Buku Teks pada Konsep Enzim dan Metabolisme Sel Kelas XII SMA di Kabupaten Sidoarjo. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 7(3), 468-477.
- Putri, D. J., Ritami, I., & Putra, M. D. (2020). Pemanfaatan Berbagai Jenis Kulit Pisang Sebagai Bahan Pembuatan Bioetanol Menggunakan Ragi Tape.

SNIKSDA: Seminar Nasional Industri Kimia dan Sumber Daya Alam, 111-116.

- Qodar, A. N. (2022). *Agrikultur Dalam Al-Qur'an (Studi Analisis Terhadap Penafsiran Ayat-ayat Pertanian Dalam Al-Qur'an)*. *Skripsi*. Fakultas Ushuluddin, Institut PTIQ Jakarta.
- Rahmawati, A. (2010). *Pemanfaatan Limbah Kulit Ubi Kayu (Manihot utilissima pohl.) dan Kulit Nanas (Ananas comosus l.) pada Produksi Bioetanol menggunakan Aspergillus niger*. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Rehm, H.J & Reed, G. 1983. *Biotechnology Industrial Microbiology*. AVI Publishing Company Inc. Westport, Connecticut. vol 3. 390 hal.
- Retno, T.D., & Nuri, W. (2011). *Pembuatan bioetanol dari kulit pisang*. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, 1-7.
- Richana, N. (2011). *Bioetanol: Bahan Baku, Teknologi, Produksi Dan Pengendalian Mutu*. Penerbit Nuansa: Bandung.
- Rifal, M. (2022). *Pengaruh Campuran Bahan Bakar Ethanol Bensin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Pada Kendaraan Bermotor 125 cc Sistem Injeksi*. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 4(2), 50-57.
- Rijal, M., Mahulauw, A., & Rumberu, A. (2019). *Pengaruh Konsentrasi Saccharomyces cereviceae terhadap Produksi Bioetanol Berbahan Dasar Batang Jagung*. *Biosel: Biology Science and Education*, 8(1), 59-70.
- Riksawan, R. N. (2021). *Produksi Bioetanol Dari Limbah Jerami Padi Berbantuan Enzim Selulase Terimobilisasi Dari Limbah Baglog Jamur Tiram*. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
- Roukas, T. (1994). *Continuous Ethanol Production from Carob Pod Extract by Immobilized Saccharomyces cerevisiae in A Packed - Bed Reactor*. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology: International Research in Process, Environmental AND Clean Technology*, 59(4), 387-393.
- Said, M., Diah, A. W. M., & Sabang, S. M. (2014). *Sintesis Bioetanol dari Jerami Padi (Oryza sativa L) Melalui Fermentasi*. *Jurnal Akademika Kimia*, 3(4), 178-182.
- Salsabila, N. F. (2020). *Pengaruh Substitusi Terigu Dengan Tepung Beras Hitam (Oryza sativa L. indica) Terhadap Karakteristik Bakpao*. *Skripsi*. Jurusan Gizi, Politeknik Kesehatan Kemenkes Denpasar.

- Sanchez, O., Sierra, R., & Diaz, C. J. A. (2011). Delignification process of agro-industrial wastes an alternative to obtain fermentable carbohydrates for producing fuel. Diunduh kembali dari www.intechopen.com/books/references/alternative-fuel/delignificationprocess-of-agro-industrial-wastes-analternative-to-obtain-fermentablecarbohydrates.
- Saputera, M. M. A., & Ayuhecaria, N. (2018). Uji Efektivitas Ekstrak Etanolik Batang Bajakah Tampala (*Spatholobus littoralis*Hassk.) Terhadap Waktu Penyembuhan Luka. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 3(2), 318-327.
- Saputra, N. (2021). Mikroorganisme Dalam Al-Qur'an (Analisis Penafsiran Mustafa al-Maraghi terhadap Kata *Famâ Fauqahâ* Pada Surat Al-Baqarah Ayat 26). *Skripsi*. Fakultas Ushuluddin, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Saraswati, F. N. (2015). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Limbah Kulit Pisang Kepok Kuning (*Musa balbisiana*) Terhadap Bakteri Penyebab Jerawat (*Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, dan *Propionibacterium acne*). *Skripsi*. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Sastrohamidjojo, H.(1991).*Spektroskopi*. Liberty: Yogyakarta.
- Sediaoetama, A.D. (2004). *Ilmu Gizi*. Jakarta Timur: Dian Rakyat.
- Seftian, D., Antonius, F., & Faizal, M. (2012). Pembuatan Etanol Dari Kulit Pisang Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatik Dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1), 10–16.
- Setiawati, D. R., Sinaga, A. R., & Dewi, T. K. (2013). Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(1), 9-15.
- Setyo, M. E., dan Yulianti, L. N. (2004). *Membuat Aneka Roti*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Silva, C. E. F. & Bertucco, A. (2016). Bioetanol from microalgae and cyanobacteria: a review and technological outlook. *Process Biochemistry*, 51, 1833-1842.
- Sinta, D., & Hasibuan, R. (2023). Analisis Morfologi Tanaman Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Var. *Balbisiana colla*) di Desa Tanjung Selamat Kabupaten Labuhanbatu Selatan. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 86-97.
- Siregar, N. S. (2014). Karbohidrat. *Jurnal Ilmu Keolahragaan*, 13(02), 38-44.
- Sofia, W. N. (2021). Interpretasi Imam Al-Maraghi dan Ibnu Katsir Terhadap Qs. Ali Imran Ayat 190-191: Imam Al-Maraghi and Ibn Kathir's Interpretation

- of Qs. Ali Imran Verses 190-191. *Tafkir: Interdisciplinary Journal of Islamic Education*, 2(1), 41-57.
- Solihah, F., Tjahjani, S., & Amaria. (2020). Upaya Peningkatan Kemurnian Bioetanol Pati Singkong Karet dengan Adsorpsi. *UNESA Journal of Chemistry*, 9(1), 1-8.
- Subagyo, R., & Arifin, W. (2016). Analisa Variasi Waktu Fermentasi Pembuatan Bioetanol dengan Bahan Kulit Singkong dan Kulit Nanas. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 1(2), 113-124.
- Suci, A. Z. R. (2018). Delignifikasi Tongkol Jagung dan Batang Pisang Menggunakan Enzim dari *Larva Cossus-cossus* Dalam Produksi Biofuel Generasi Kedua. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar.
- Suhartati, T. (2017). *Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrometri Massa untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik*. AURA CV. Anugrah Utama Raharja: Bandar Lampung.
- Suharto. (2017). *Bioteknologi dalam Bahan Bakar Nonfosil*. Penerbit Andi: Yogyakarta.
- Sukowati, A., Sutikno, & Rizal, S. (2014). Produksi Bioetanol dari Kulit Pisang Melalui Hidrolisis Asam Sulfat. *Jurnal Teknologi Dan Industri Hasil Pertanian Volume*, 19(3), 274-288.
- Sun R, Lawther JM, dan Banks WB. (1995). Influence Of Alkaline Pre-Treatments On The Cell Wall Components Of Wheat Straw. *Industrial crops and products*, 4(2): 127-145.
- Susanti, A. D., Prakoso, P. T., & Prabawa, H. (2011). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Nanas Melalui Hidrolisis dengan Asam. *Ekulibrium*, 10(2), 81-86.
- Sutikno, S., Marniza, M., & Sari, N. (2017). Pengaruh Perlakuan Awal Basa dan Hidrolisis Asam terhadap Kadar Gula Reduksi Ampas Tebu. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 20(2), 65-72.
- Tahir, I. (2008). Arti Penting Kalibrasi pada Proses Pengukuran Analitik: Aplikasi pada Penggunaan pHmeter dan Spektrofotometer UV-VIS. *Paper Seri Manajemen Laboratorium*.
- Taslim, M., Mailoa, M., & Rijal, M. (2017). Pengaruh Ph, dan Lama Fermentasi Terhadap Produksi Ethanol dari *Sargassum crassifolium*. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 6(1), 13-25.
- Tomás-Pejó, E., Alvira, P., Ballesteros, M., & Negro, M. J. (2011). Pretreatment

- Technologies for Lignocellulose-to-Bioethanol Conversion. *Biofuels*, 149–176.
- Wang, Y., Guo, W., Cheng, C., Ho, S., Chang, J., Ren, N. (2016). Enhancing bio-butanol production from biomass of *Chlorella vulgaris* JSC-6 with sequential alkali pretreatment and acid hydrolysis. *Bioresour Technol*, 200, 557-564.
- Wardani, A. K. & Pertiwi, F. N. E. (2013). Produksi Etanol dari Tetes Tebu oleh *Saccharomyces cerevisiae* Pembentuk Flok (NRRL – Y 265). *AgriTECH*, 33(2), 131–139.
- Wenas, D. M. (2017). Kajian Ulasan Aktivitas Farmakologi dari Limbah Pisang Ambon dan Pisang Kepok. *Sainstech Farma*, 10(1), 30-36.
- Wenas, D. M., Aliya, L. S., & Anjani, W. M. (2019). Formula Ekstrak Bonggol Pisang Kepok Kuning (*Musa acuminata* X *Musa balbisiana*) Sebagai Antiinflamasi. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*, 30(2), 100 - 110
- Widiastutik, N., & Alami, N. H. (2014). Isolasi dan Identifikasi Yeast dari Rhizosfer *Rhizophora mucronata* Wonorejo. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 3(1), E11-E16.
- Widyawati, Y., Mardhotillah, A., & Sugoro, I. (2022). Sintesis Bioetanol dari Bagas Sorgum Samurai 1 Hasil Hidrolisis Enzimatis dan Fermentasi Oleh *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Konversi*, 11(1), 1-12.
- Wina, E. (2001). Tanaman Pisang sebagai Pakan Ternak Ruminansia. *Wartazoa*, 11(1), 20-27.
- 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.
- Xiang, Y.Y, Qian. Lee, Par O. Pattersson, & W.T, Robert. 2003. Heterogeneous Aspects of Acid Hydrolysis of α - cellulase Applied. *Biochemistry and Biotechnology*. 107:1-3.
- Yuda, I. G. Y. W., Wijaya, I. M. M., & Suwariani, N. P. (2018). Studi Pengaruh pH Awal Media dan Konsentrasi Substrat Pada Proses Fermentasi Produksi Bioetanol dari Hidrolisat Tepung Biji Kluwih (*Actinocarpus communis*) Dengan Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 6(2), 115-124.
- Zhao H, Baker GA, & Cowins JV. (2010). Fast Enzymatic Saccharification Of Switchgrass After Pretreatment With Ionic Liquids. *Biotechnol. Prog.* 26: 127–133.

Zhao Y, Wang Y, Zhu JY, Ragauskas A, dan Deng Y. (2008). Enhanced Enzymatic Hydrolysis Of Spruce By Alkaline Pretreatment At Low Temperature. *Biotechnol Bioeng*. 99:1320-1328.