



UNIVERSITAS NEGERI PADANG

**KARAKTERISASI BIOETANOL DARI SINGKONG SEBAGAI BAHAN
BAKAR PADA GASOLINE ENGINE**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar SARJANA Teknik

TUGAS AKHIR

Muhammad Ihsan

21338078

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

PADANG

2026

HALAMAN PERSETUJUAN SIDANG

Judul : Karakterisasi Bioetanol Dari Singkong Untuk Bahan
Bakar pada Gasoline Engine

Nama : Muhammad Ihsan

NIM : 21338078

Tahun Masuk : 2021

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Departemen : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Telah disetujui keasliannya dan diajukan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

Padang, 24 Februari 2026

Disetujui oleh:

Koordinator Program Studi

S1 Teknik Mesin



Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D.Eng

NIP. 197607062003121001

Dosen Pembimbing,



Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D.Eng

NIP. 197607062003121001

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

*Dinyatakan lulus setelah mempertahankan tugas akhir di depan tim penguji Program
Studi S1 Teknik Mesin, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas
Negeri Padang*

Judul : Karakterisasi Bioetanol dari Singkong sebagai Bahan Bakar
pada Gasoline Engine

Nama : Muhammad Ihsan

NIM : 21338078

Tahun Masuk : 2021

Program Studi : S1 Teknik Mesin

Departement : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Padang, 13 Februari 2026

Tim Penguji

1 Ketua : Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D.Eng.

1.....

2 Anggota : Prof. Dr. Jr. Arwizet K., S.T., M.T.

2.....

3 Anggota : Andre Kurniawan, S.T., M.T.

3.....

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulisan saya, tugas akhir dengan judul “Karakterisasi Bioetanol dari Singkong sebagai Bahan Bakar pada Gasoline Engine” adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas Negeri Padang, maupun di Perguruan tinggi Lainnya.
2. Karya tulis ini murni hasil gagasan, rumusan, dan penilaian saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan dari tim pembimbing dan penguji.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh tanpa ada paksaan dari pihak lain dan apa bila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dari tulisan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik, berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 13 Februari 2026

aya yang menyatakan,



Muhammad Ihsan

NIM. 21338078

ABSTRAK

Muhammad Ihsan, 2025. Karakterisasi Bioetanol dari Singkong Sebagai Bahan Bakar pada Gasoline Engine. Tugas Akhir. Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Peningkatan kebutuhan energi dan keterbatasan bahan bakar fosil mendorong pengembangan bioetanol sebagai energi terbarukan. Singkong (*Manihot esculenta*) berpotensi sebagai bahan baku bioetanol karena kandungan patinya tinggi. Penelitian ini bertujuan memproduksi dan mengkarakterisasi bioetanol dari singkong serta menganalisis pengaruh suhu fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Proses produksi meliputi liquifikasi dengan enzim α -amilase, sakarifikasi dengan glukoamilase, fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* selama 7 hari pada suhu 30 °C, 35 °C, dan 40 °C, serta destilasi pada 78 °C. Kadar etanol diukur dengan alkoholmeter dan karakterisasi kimia menggunakan FTIR. Hasil menunjukkan kadar etanol tertinggi diperoleh pada suhu 30 °C sebesar 73% (214 g), diikuti 35 °C sebesar 68% (187 g), dan 40 °C sebesar 63% (170 g). Spektrum FTIR mengonfirmasi keberadaan gugus O–H, C–H, dan C–O khas etanol. Bioetanol yang dihasilkan berpotensi sebagai bahan bakar campuran bensin karena kandungan oksigennya mendukung pembakaran yang lebih bersih.

Kata kunci: bioetanol, singkong (*Manihot esculenta*), fermentasi, *Saccharomyces cerevisiae*, bahan bakar terbarukan.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur dan kemuliaan hanya kepada Allah Yang Maha Esa atas segala limpahan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “*Karakterisasi Bioetanol Dari Singkong Sebagai Bahan Bakar pada Gasoline Engine*”.

Shalawat beserta salam semoga selalu dilimpahkan oleh Allah Subhanahu Wa Ta’ala kepada junjungan umat islam, Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam yang telah membawa umat manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang penuh dengan cahaya ilmu pengetahuan.

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini penulis banyak mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Yolli Fernanda, S.T., M.T., Ph.D. Eng. Selaku Pembimbing Akademis, dosen pembimbing dan Ketua Prodi S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Padang, yang telah memberikan bimbingan, saran-saran dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Arwizet K., S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam pengerjaan tugas akhir.
3. Bapak Andre Kurniawan, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam pengerjaan tugas akhir.
4. Bapak Dr. Eko Indrawan, S.T., M.Pd. selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

5. Bapak dan ibu dosen beserta staf administrasi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Orang tua memberikan dorongan, nasehat, semangat, doa dan kasih sayang yang begitu besar sehingga penulis dapat melakukan penyusunan tugas akhir dengan penuh semangat dan sungguh-sungguh.

Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala memberikan balasan yang baik kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa Proposal Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan.

Padang, Februari 2026

Muhammad Ihsan

NIM. 21338078

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN SIDANG.....	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Landasan Teori	8
1. Biomassa	8
2. Singkong.....	12
3. Biofuel	14
4. Jenis - Jenis Biofuel.....	15
5. Proses konversi biomassa menjadi biofuel.....	18
6. Bioetanol	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
A. Jenis Penelitian	28
B. Waktu dan Tempat Penelitian	28
C. Alat dan Bahan Penelitian	28
D. Parameter Penelitian	33
E. Prosedur Penelitian	34

F. Diagram Alir.....	36
G. Pengolahan Data.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
A. Hasil penelitian.....	38
B. Pembahasan	44
C. Pengujian	50
a) Hasil Pengujian Kadar Etanol Menggunakan Alkoholmeter.....	50
b) Karakterisasi Etanol dengan Instrumen FTIR (<i>Fourier Transmission Infra Red</i>) 51	
BAB V PENUTUP	58
A. Kesimpulan.....	58
B. Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Biomassa.....	8
Gambar 2.2 Struktur Sell Biomassa	8
Gambar 2.3 Singkong	12
Gambar 2.4 Biofuel	14
Gambar 2.5 Bioetanol.....	15
Gambar 2.6 Biodiesel	16
Gambar 2.7 Bioavtur	16
Gambar 2.8 Biogas	17
Gambar 2.9 Proses konversi Biomassa Secara Termokimia	18
Gambar 2.10 Gasifikasi	19
Gambar 2.11 Pembakaran Langsung.....	19
Gambar 2.12 Konversi Biokimia.....	20
Gambar 2.13 Fermentasi	21
Gambar 2.15 Digesti Anaerobik	21
Gambar 3.1 Alat Pencacah	29
Gambar 3.2 Panci	29
Gambar 3.3 Kompor Portable.....	30
Gambar 3.4 Tabung Fermentasi.....	30
Gambar 3.5 Alat Destilasi Sederhana	31
Gambar 3.6 Timbangan	31
Gambar 3.7 Thermometer.....	32
Gambar 3.8 Thermoscientific	32
Gambar 3.9 Alkoholmeter	33
Gambar 4.1 Singkong setelah dicacah	45
Gambar 4.2 Singkong setelah diberi enzim.....	46
Gambar 4.3 Singkong saat difermentasi.....	46
Gambar 4.4 Proses Destilasi.....	47
Gambar 4.5 Hasil Kadar Etanol	48
Gambar 4.6 Jumlah Etanol yang didapat.....	48
Gambar 4.7 Grafik Sampel FTIR 30	51
Gambar 4.8 Grafik FTIR Sampel 35	53
Gambar 4.9 Grafik FTIR Sampel 40	54
Gambar 4.11 Grafik Gabungan Hasil FTIR Sampel 30, 35 dan 40.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Metode Konversi.....	22
Tabel 3. 1 Tabel Bahan Penelitian	36
Tabel 4.1 Parameter Crushing	39
Tabel 4.2 Parameter Liquifikasi.....	39
Tabel 4.3 Parameter Liquifikasi.....	40
Tabel 4.4 Parameter Fermentasi	41
Tabel 4.5 Tabel Hasil Penelitian	43
Tabel 4.6 Tabel Input–Output Proses Pembuatan Bioetanol dari Singkong di suhu 30.....	43
Tabel 4.7 Tabel Input–Output Proses Pembuatan Bioetanol dari Singkong di suhu 35.....	43
Tabel 4. 8 Tabel Input–Output Proses Pembuatan Bioetanol dari Singkong di suhu 40.....	44
Tabel 4.9 Hasil Yang Didapatkan	50
Tabel 4.10 Tabel Interpretasi FTIR Sampel 30.....	52
Tabel 4.11 Tabel Interpretasi FTIR Sampel 35.....	53
Tabel 4.12 Tabel Interpretasi FTIR Sampel 40.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan energi di Indonesia saat ini sangat besar, terutama pada sektor transportasi yang sangat bergantung pada bahan bakar fosil seperti bensin. Namun, ketersediaan bahan bakar fosil semakin menipis dan harganya terus mengalami kenaikan, disertai dampak negatif terhadap lingkungan seperti peningkatan emisi gas rumah kaca yang menyebabkan perubahan iklim global. Oleh karena itu pengembangan energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan menjadi langkah strategis untuk memenuhi kebutuhan energi nasional secara berkelanjutan. (Prasetyo et al., 2019). Penggunaan *gasoline* (bensin) sebagai bahan bakar utama pada mesin bensin (*spark ignition engine*) sudah berlangsung sejak lama karena sifatnya yang mudah menguap, memiliki nilai kalor tinggi (sekitar 44 MJ/Kg), dan karakteristik pembakaran yang stabil (Gajewski et al., 2025). Namun konsumsi *gasoline* dalam jangka panjang menimbulkan masalah serius berupa ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang jumlahnya terbatas serta kontribusinya terhadap emisi gas buangan seperti CO₂, dan HC yang berperan dalam pencemaran udara dan pemanasan global (Dhande et al., 2021)

Bioetanol umumnya diproduksi dari bahan baku nabati yang mengandung pati atau gula. Salah satu bahan baku tersebut adalah singkong, yang mengandung pati dan dapat dikonversikan menjadi bioetanol melalui proses hidrolisis dan fermentasi (Erna et al., 2016). Singkong memiliki siklus pertumbuhan dengan umur panen 9-12 bulan. Dan untuk meningkatkan nilai ekonomisnya yang selama ini cenderung untuk produk pangan dan belum banyak dimanfaatkan dengan skala

besar. Penggunaan Bioetanol diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan kelangkaan dari Bahan Bakar energi fosil dan mengurangi dampak lingkungan seperti emisi CO₂ dari 80% - 90% menjadi 40% - 60% (Dinanti et al., 2024).

Secara umum, proses produksi bioetanol meliputi beberapa tahap, yaitu liquifikasi agar pati terkonversi menjadi gula kompleks, sakarifikasi sehingga gula kompleks diubah menjadi glukosa sederhana, fermentasi oleh mikroorganisme untuk menghasilkan etanol, dan proses destilasi. Dalam keseluruhan proses tersebut, tahap fermentasi menjadi salah satu faktor yang paling berpengaruh terhadap kualitas dan kadar etanol yang dihasilkan. Parameter penting yang perlu dikendalikan dalam fermentasi adalah suhu dan waktu, karena keduanya berpengaruh langsung terhadap aktivitas enzim dan pertumbuhan mikroba fermentatif.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kondisi suhu memiliki peran penting dalam menentukan kadar etanol hasil fermentasi. Seperti yang disebutkan oleh (Kusmiyati & Shitophyta, 2014) melaporkan bahwa suhu fermentasi yang terlalu rendah menghambat aktivitas mikroorganisme, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan inaktivasi enzim. Sementara itu, (Amtiran, 2019) menjelaskan bahwa lama waktu fermentasi juga memengaruhi konsentrasi etanol yang terbentuk. Sedangkan penelitian oleh (Ariyanti et al., 2019) menemukan bahwa suhu fermentasi optimum untuk produksi bioetanol dari singkong berada pada kisaran 30–35 °C.

Dalam proses pemurnian bioetanol, destilasi berfungsi memisahkan etanol dari campuran hasil fermentasi berdasarkan perbedaan titik didih. Keberhasilan

proses destilasi sangat dipengaruhi oleh kinerja kondensor, yang berfungsi mendinginkan uap etanol sehingga berubah kembali menjadi fase cair. Uap etanol yang terbentuk pada suhu sekitar 78 °C dialirkan ke kondensor dan didinginkan menggunakan media air, sehingga dapat ditampung sebagai bioetanol cair. Kondensor yang bekerja dengan baik akan meningkatkan jumlah etanol yang terkondensasi dan mengurangi kehilangan uap, sehingga berpengaruh terhadap laju produksi dan kualitas bioetanol yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil tersebut, penelitian ini difokuskan pada proses fermentasi singkong putih dengan suhu 30°C, 35°C, 40°C, yaitu kondisi yang secara teoritis mendekati suhu optimum bagi aktivitas *Saccharomyces cerevisiae*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan kadar etanol terbaik yang dihasilkan dari proses fermentasi singkong putih pada suhu 30°C, 35°C, 40°C, serta menilai kelayakan hasil bioetanol tersebut sebagai bahan bakar campuran untuk *gasoline engine*. selain itu, penelitian (Yuniarti et al 2024) melaporkan bahwa lama fermentasi sekitar 7 hari memberikan hasil etanol yang cukup optimal, karena pada rentang waktu tersebut aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* masih tinggi dan kandungan gula dalam substrat telah banyak terkonversi menjadi etanol sebelum proses fermentasi mulai melambat. Penelitian terdahulu umumnya hanya berfokus pada optimasi suhu fermentasi atau lama waktu fermentasi untuk meningkatkan kadar etanol. Namun, pada penelitian ini dilakukan variasi suhu fermentasi 30°C, 35°C, dan 40°C dalam satu rangkaian eksperimen, disertai karakterisasi kimia menggunakan FTIR serta analisis potensi aplikasinya sebagai bahan bakar campuran pada gasoline engine. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya

meninjau kadar etanol, tetapi juga karakteristik kimianya serta relevansinya terhadap performa bahan bakar. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah yang berguna dalam pengembangan teknologi produksi bioetanol berbasis singkong, sekaligus mendukung pemanfaatan sumber daya pertanian lokal sebagai alternatif energi terbarukan yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, penulis mengangkat tugas akhir dengan judul **“Karakterisasi Bioetanol Dari Singkong Sebagai Bahan Bakar pada Gasoline Engine”**.

B. Identifikasi Masalah

1. Keterbatasan ketersediaan bahan bakar fosil di Indonesia menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan.
2. Pemanfaatan singkong di Indonesia masih berfokus pada sektor pangan, padahal kandungan patinya berpotensi besar untuk dijadikan bahan baku produksi bioetanol.
3. Proses fermentasi merupakan tahap kritis dalam produksi bioetanol, di mana faktor suhu dan waktu sangat memengaruhi kadar etanol yang dihasilkan.
4. Belum banyak penelitian yang secara spesifik mengkaji karakterisasi bioetanol dari singkong putih pada pengaruh suhu fermentasi, padahal suhu tersebut berada pada kisaran optimal bagi aktivitas mikroba *Saccharomyces cerevisiae*.

C. Batasan Masalah

1. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah singkong putih (*Manihot esculenta*) yang masih segar dan belum mengalami proses pengolahan.
2. Pengolahan singkong menjadi BBM yakni Bioetanol sangat tergantung pada proses fermentasi yang memerlukan kondisi yang sesuai
3. Belum jelasnya hubungan kondisi terutama temperature terhadap kinerja fermentasi
4. Produk fermentasi diubah menjadi etanol lewat destilasi jadi belum ada penjelasan kondisi yang cocok

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana proses pembuatan bioetanol dari bahan baku singkong putih (*Manihot esculenta*) melalui fermentasi menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan memperhatikan pengaruh temperatur fermentasi terhadap hasil bioetanol yang diperoleh?
2. Bagaimana pengaruh temperatur fermentasi terhadap kualitas dan kadar etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi singkong putih dengan lama fermentasi selama 7 hari?
3. Bagaimana laju produksi bioethanol dengan menggunakan tungku kompor gas portable dan kondensor?

E. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui proses pembuatan bioetanol dari bahan baku singkong putih (*Manihot esculenta*) melalui fermentasi menggunakan ragi

Saccharomyces cerevisiae dengan memperhatikan pengaruh temperatur fermentasi terhadap hasil bioetanol yang diperoleh.

2. Untuk menganalisis pengaruh temperatur fermentasi terhadap kualitas dan kadar etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi singkong putih dengan lama fermentasi selama 7 hari.
3. Untuk mengetahui laju produksi bioethanol dengan menggunakan tungku kompor gas portable dan kondensor

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis
 - a. Implementasi ilmu pada masa perkuliahan, dengan harapan dapat menambah informasi dan memberi masukan bersifat konstruktif untuk perkembangan ilmu pengetahuan.
 - b. Untuk mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya berkenaan dengan teknik pembakaran serta yang terkait lainnya .
2. Manfaat Praktis
 - a. Memenuhi tugas akhir dalam menyelesaikan studi dalam bentuk karya ilmiah berupa skripsi.
 - b. Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat positif bagi pendukung kepentingan seperti penulis, mahasiswa, dosen, pemerintah, dan masyarakat.
 - c. Penelitian ini diharapkan dapat memberi bahan masukan bersifat konstruktif akademisi bagi mahasiswa yang mempelajari hal ini.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai *Karakterisasi Bioetanol dari Singkong (Manihot esculenta) sebagai Bahan Bakar pada Gasoline Engine*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Bioetanol berhasil diproduksi dari singkong melalui tahapan proses liquifikasi, sakarifikasi, fermentasi, dan destilasi dengan menggunakan enzim α -amilase, glukoamilase, serta ragi *Saccharomyces cerevisiae*.
2. Variasi suhu fermentasi berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Kadar etanol tertinggi diperoleh pada suhu fermentasi 30 °C, yaitu sebesar 73% (214 gram), diikuti oleh suhu 35 °C sebesar 68% (187 gram), dan suhu 40 °C sebesar 63% (170 gram).
3. Penurunan kadar etanol pada suhu fermentasi yang lebih tinggi disebabkan oleh menurunnya aktivitas ragi *Saccharomyces cerevisiae* akibat kondisi suhu yang kurang optimal, sehingga proses konversi gula menjadi etanol tidak berlangsung secara maksimal.
4. Hasil karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi O–H, C–H, dan C–O yang merupakan karakteristik khas senyawa etanol, sehingga dapat disimpulkan bahwa produk yang dihasilkan merupakan bioetanol.

5. Bioetanol dari singkong yang dihasilkan memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan bakar campuran bensin (gasoline) karena memiliki kandungan oksigen yang dapat mendukung proses pembakaran yang lebih bersih dan ramah lingkungan.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pemurnian lanjutan guna meningkatkan kadar etanol hingga mendekati standar bahan bakar bioetanol komersial.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh waktu fermentasi, jenis ragi, serta konsentrasi enzim terhadap peningkatan rendemen dan kualitas bioetanol.
3. Pengujian lanjutan pada mesin bensin (gasoline engine) secara langsung disarankan untuk mengetahui pengaruh penggunaan bioetanol dari singkong terhadap performa mesin dan emisi gas buang.
4. Untuk meningkatkan efisiensi destilasi, disarankan menggunakan sistem kondensor yang lebih optimal agar kehilangan uap etanol dapat diminimalkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amtiran, F. B. I. G. F. K. Y. S. (2019). Terbarukan Dari Bahan Baku Serbuk Buah Bidara. *PEMBUATAN BIOETANOL SKALA LABORATORIUM SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF UNTUK PENGEMBANGAN ENERGI TERBARUKAN DARI BAHAN BAKU SERBUK BUAH BIDARA (ZIZIPHUS MAURITIANA)* Feriyanti, 2(1), 1–6.
- Ariyanti, D., Purbasari, A., Kusumayanti, H., & Handayani, N. A. (2019). Penentuan Proses Pretreatment untuk Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Bioetanol melalui Hidrolisa Enzimatis menggunakan *Aspergillus spp.* *Metana*, 15(1), 1.
<https://doi.org/10.14710/metana.v15i1.22965>
- Bioetanol, P., Seluruh, D., Tanaman, B., & Di, S. (2021). Bioethanol Potential From Whole Parts of Cassava Plant in Indonesia. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 31(2012), 20–33.
<https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2021.31.1.20>
- Deshpande, S., Marathe, R., Jaybhaye, H., Kakde, A., & Dhote, V. (2022). *Characterization of Lignocellulosic Biomass for Bioenergy : A Review*. 11(05), 186–189.
- Dhande, D. Y., Sinaga, N., & Dahe, K. B. (2021). Study on combustion, performance and exhaust emissions of bioethanol-gasoline blended spark ignition engine. *Heliyon*, 7(3), e06380.

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06380>

Dinanti, P., Sundari, S., Laksmono, R., Ramadhan, T. R., & Sianipar, L. (2024).

Analisis Biaya Ekonomi Serta Dampak Lingkungan Penggunaan Gasoline dan Biofuel Sebagai Bahan Bakar Transportasi. *El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi & Bisnis Islam*, 5(4), 2027–2040.

<https://doi.org/10.47467/elmal.v5i4.871>

Duku, M. H., Gu, S., & Hagan, E. Ben. (2011). A comprehensive review of biomass resources and biofuels potential in Ghana. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 404–415.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.09.033>

Erdiwansyah, Gani, A., Mamat, R., Bahagia, Nizar, M., Yana, S., Mat Yasin, M.

H., Muhibbuddin, & Rosdi, S. M. (2024). Prospects for renewable energy sources from biomass waste in Indonesia. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 10(August), 100880.

<https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100880>

Erna, Said, I., & Abram, P. H. (2016). Bioetanol Dari Limbah Kulit Singkong

(*Manihot esculenta* Crantz) Melalui Proses Fermentasi Bioethanol from Waste of Cassava Peel (*Manihot esculenta* Crantz) through Fermentation. *Jurnal Akademik Kimia Pendidikan Kimia /FKIP -UIVERSITAS Tadulako, Palu-Indonesia* 94118, 5(3), 121–126.

Faturochman, Supriyanto, G., & Oktavianty, H. (2024). Karakterisasi Bioetanol dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *BIOFOODTECH : Journal of*

Bioenergy and Food Technology, 3(1), 1–8.

<https://doi.org/10.55180/biofoodtech.v3i1.1087>

Gajewski, M., Wyrąbkiewicz, S., & Kaszkowiak, J. (2025). Effects of Ethanol–Gasoline Blends on the Performance and Emissions of a Vehicle Spark-Ignition Engine. *Energies*, 18(13). <https://doi.org/10.3390/en18133466>

Hanun, V., & Sutjahjo, D. H. (2018). Komparasi Karakteristik Bioetanol Gel dengan Pengental Karbopol dan Carboxy Methyl Cellulose (CMC) sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 7(2), 14–20.

Khabibulloh, M. J. M., Suhartatik, N., & Mustofa, A. (2024). *AGRITEKNO : Jurnal Teknologi Pertanian Masa Depan dan Pengembangan Bioetanol di Indonesia The Future and Development of Bioethanol in Indonesia*. 13(September), 210–223.

Kusmiyati, K., & Shitophyta, L. M. (2014). Produksi Bioetanol dari Bahan Baku Singkong, Jagung dan Iles-iles :Pengaruh Suhu Fermentasi dan Berat Yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Reaktor*, 15(2), 97. <https://doi.org/10.14710/reaktor.15.2.97-103>

Lestari, R. S., Hanum, F. F., & Jamilatun, S. (2024). *Review : Metode Konversi Termokimia Pada Limbah Biomassa Menjadi Biofuel*. November, 28–42.

Mailool, J. C., Molenaar, R., Tooy, D., & Longdong, I. A. (2013). Produksi Bioetanol dari Singkong (Manihot utilissima) Dengan Skala Laboratorium. *Cocos*, 2(1), 1–11.

- Novelia, D., Putra, A. Y., & Sari, Y. (2022). Pemanfaatan Berbagai Macam Limbah Menjadi Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 20(1), 39. <https://doi.org/10.30872/jkm.v20i1.1130>
- PlantAmor. (2023). *Manihot esculenta (Cassava)*. <https://plantamor.com/species/profile/manihot/esculenta>
- Prasetyo, I., Sarjito, S., & Effendy, M. (2019). Analisa Performa Mesin Dan Kadar Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Memanfaatkan Bioetanol Dari Bahan Baku Singkong Sebagai Bahan Bakar Alternatif Campuran Peralite. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 19(2), 43–54. <https://doi.org/10.23917/mesin.v19i2.5698>
- Prayetno, M., & Syahrizal. (2019). Pengaruh Pencampuran Bioetanol Dengan Peralite Terhadap Torsi Dan Daya Pada Motor Yamaha Jupiter Z 110cc. *Perancangan Aplikasi Antrian Pasien Di Rumah Sakit Menggunakan Metode Fast, Lcm*, 270–276.
- Puspitasari, N. I., Mayang, T., Santi, V., Pd, S., Pd, M., Muzayana, E., Tp, S., Atmaja, P., Sc, M., Pengolahan, A., Pertanian, H., & Smk, A. (2018). *Pengolahan Ubi Kayu atau Singkong (Manihot Esculenta Crantz) Menjadi Tepung Mocaf Dengan Menggunakan Fermentasi Ragi Tape*. 1–5.
- Scarlat, N., Dallemand, J. F., Monforti-Ferrario, F., & Nita, V. (2015). The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts. *Environmental Development*, 15(2015), 3–34. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.03.006>

Syariah, K. N. E. dan K. (2024). *Pengembangan Teknologi untuk Ketahanan Pangan Halal Indonesia*. Komite Nasional Ekonomi dan Keuangan Syariah.