

**DINAMIKA POPULASI BAKTERI PADA
FERMENTASI CAMPURAN LIMBAH NASI,
MOLASES DAN KULIT SINGKONG
MENGUNAKAN METODE FERMENTASI
LANGSUNG**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana (S-1)
Program Studi Biologi



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Disusun oleh:

Nur Hisyam Fu'ad Widodo

19106040014

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2024/Un.02/DST/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : DINAMIKA POPULASI BAKTERI PADA VERMENTASI CAMPURAN LIMBAH NASI, MOLASES DAN KULIT SINGKONG MENGGUNAKAN METODE VERMENTASI LANGSUNG

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NUR HISYAM FU'AD WIDODO
Nomor Induk Mahasiswa : 19106040014
Telah diujikan pada : Selasa, 18 Agustus 2026
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD.
SIGNED

Valid ID: 6a880d350f28b



Penguji I

Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a87f281cf5e8



Penguji II

Agessy Ika Nurlita, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a880bca152ab



Yogyakarta, 18 Agustus 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a88196569d6d

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Hisyam Fu'ad Widodo
NIM : 19106040014
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul: "Dinamika Populasi Bakteri pada Fermentasi Campuran Limbah Nasi, Molases dan Kulit Singkong menggunakan Metode Fermentasi Langsung" adalah hasil karya pribadi dan sepanjang pengetahuan penyusun tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penyusun ambil sebagai acuan.

Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, maka sepenuhnya menjadi tanggungjawab penyusun.

Yogyakarta, 11 Agustus 2026

Yang menyatakan,


Nur Hisyam Fu'ad Widodo
NIM. 19106040014



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 515856 Yogyakarta 55281

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

Kepada:

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Yogyakarta

Assalamualaikum wr.wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka saya selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Nur Hisyam Fu'ad Widodo
NIM : 19106040014
Judul Skripsi : Dinamika Populasi Bakteri pada Fermentasi Campuran Limbah Nasi, Molases dan Kulit Singkong menggunakan Metode Fermentasi Langsung

Sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang sosial.

Dengan ini saya berharap agar skripsi tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya saya ucapkan terimakasih.

Yogyakarta, 11 Agustus 2026
Pembimbing,

Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD.
NIP.19790127 200901 2 004

MOTTO

Allah SWT berfirman,

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا ۚ لَهَا مَا كَسَبَتْ وَعَلَيْهَا مَا اكْتَسَبَتْ

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat (pahala) dari (kebajikan) yang dikerjakannya dan ia mendapat (siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya.”

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahillāhirabbil 'ālamīn, segala puji bagi Allah Swt. atas limpahan rahmat, nikmat, kesehatan, serta kemudahan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Karya sederhana ini penulis persembahkan sebagai wujud rasa syukur, cinta, dan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan doa, dukungan, serta motivasi selama proses penyusunan skripsi. Suatu nikmat yang patut disyukuri atas selesainya tugas akhir ini, Penulis persembahkan kepada: kedua orang tua tercinta, Ibu Marmi dan Alm. Bapak Andiek Rahmat Widodo, seluruh keluarga dan sahabat yang ada di kala suka maupun duka, terima kasih atas segala doa yang telah diberikan semoga Allah senantiasa merahmati, mengampuni, dan memberikan hidayah-Nya kepada kita semua.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, hidayah serta nikmat-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **“Dinamika Populasi Bakteri pada Fermentasi Campuran Limbah Nasi, Molases dan Kulit Singkong Menggunakan Metode Fermentasi Langsung”**, sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Sarjana (S1) Program Studi Biologi. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman Islamiyah yakni agama Islam, semoga kita semua mendapat syafaat beliau di yaumul qiyamah nanti.

Suatu kebahagiaan dan kebanggaan tersendiri bagi Penulis karena dapat menyelesaikan skripsi ini, namun Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih banyak kekurangan. Meskipun demikian, atas dukungan dan bimbingan berbagai pihak, Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Noorhaidi, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D., selaku rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.

3. Ibu Dr. Ika Nugraheni Ari Martiwi, S.Si., M.Si., selaku Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
4. Ibu Dias Idha Pramesti, M. Si selaku dosen pembimbing akademik yang membantu segala kelancaran Penulis dalam menjalankan masa studi sebagai mahasiswa Program Studi Biologi
5. Ibu Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan dan nasehat kepada Penulis sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.
6. Bapak dan Ibu Staff Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga yang banyak membantu Penulis selama proses penelitian.
7. Ibu Ethik Susiawati Purnomo, S.Si., dan Bapak Doni Eko Saputro, S,Pd.I., selaku PLP di Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
8. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga yang telah menyumbangkan pengetahuan selama perkuliahan.
9. Ibu Marmi dan Alm Bapak Andiek Rahmat Widodo selaku orang tua Penulis yang senantiasa dengan tulus mendoakan, memotivasi, serta mendampingi dan memfasilitasi segala kebutuhan dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Sahabat-sahabat terbaik yang telah memberikan bantuan menemani dan selalu menyemangati

Penulis dan penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai keterbatasan dan kekurangan, baik dari segi penyusunan maupun isi. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai bahan evaluasi dan perbaikan di masa mendatang. Besar harapan Penulis agar skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik sebagai tambahan wawasan bagi Penulis sendiri maupun sebagai referensi yang berguna bagi pembaca, peneliti selanjutnya, serta masyarakat. Akhir kata, Penulis memohon kepada Allah SWT agar senantiasa melimpahkan rahmat, ridho, dan keberkahan-Nya, serta membalas segala bentuk bantuan, doa, dan kebaikan dari semua pihak yang telah mendukung penyelesaian skripsi ini dengan balasan yang berlipat ganda. Aamiin ya Rabbal 'alamin.

Yogyakarta, 7 Agustus 2026

Penulis



Nur Hisyam Fu'ad Widodo

19106040014

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**Dinamika Populasi Bakteri pada Fermentasi Campuran Limbah Nasi,
Molases dan Kulit Singkong Menggunakan
Metode Fermentasi Langsung**

Nur Hisyam Fu'ad Widodo
19106040014

ABSTRAK

Limbah organik seperti nasi basi, kulit singkong, dan molases berpotensi besar untuk diolah melalui fermentasi menjadi produk bernilai tambah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika populasi bakteri pada fermentasi campuran limbah nasi, molases, dan kulit singkong menggunakan ragi instan (*Saccharomyces cerevisiae*) sebagai starter. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 4×3 dengan variasi substrat (A1: limbah nasi 100%; A2: limbah nasi 100% + molases 20%; A3: limbah nasi 80% + kulit singkong 20% + molases 20%; A4: limbah nasi 70% + kulit singkong 30% + molases 20%) dan waktu fermentasi (24, 48, dan 72 jam). Parameter yang diukur meliputi *optical density* (OD 600) sebagai indikator total bakteri, derajat keasaman (pH), dan Total Asam Titrasi (TAT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi bakteri mencapai puncaknya pada fermentasi 24–48 jam dan menurun drastis pada 72 jam akibat keterbatasan nutrisi dan akumulasi asam organik. Nilai OD 600 tertinggi diperoleh pada perlakuan A4B1 (nasi 70% + kulit singkong 30% + molases 20%, 24 jam) sebesar 2,143, menunjukkan kombinasi substrat tersebut paling optimal untuk pertumbuhan bakteri awal. Total Asam Titrasi (TAT) tertinggi diperoleh pada perlakuan A2B3 (nasi + molases 20%, 72 jam) sebesar 1,008%, membuktikan bahwa penambahan molases 20% efektif meningkatkan produksi asam organik. Derajat keasaman (pH) menurun dari 6 menjadi 4–5 selama fermentasi, dengan perlakuan penambahan kulit singkong (A3 dan A4) menunjukkan pH yang lebih stabil (5) hingga 72 jam dibandingkan perlakuan tanpa kulit singkong yang mencapai pH 4. Penelitian ini menyimpulkan bahwa waktu fermentasi 48 jam optimal untuk pertumbuhan bakteri, sedangkan 72 jam optimal untuk produksi asam organik. Perlakuan dengan penambahan molases (A2) direkomendasikan untuk produksi asam organik pekat, sementara penambahan kulit singkong (A3 dan A4) direkomendasikan untuk aplikasi yang memerlukan stabilitas pH, seperti pupuk organik cair atau probiotik pakan ternak.

Kata Kunci: Dinamika populasi bakteri, Fermentasi, kulit singkong, limbah nasi, molases, OD 600, *Saccharomyces cerevisiae*, Total Asam Titrasi.

Population Dynamics of Bacteria in Direct Fermentation of Mixed Rice Waste, Molasses, and Cassava Peels

Nur Hisyam Fu'ad Widodo
19106040014

ABSTRACT

Organic wastes such as leftover rice, cassava peels, and molasses have great potential to be processed through fermentation into value-added products. This study aimed to analyze the dynamics of bacterial populations during the fermentation of a mixture of rice waste, molasses, and cassava peels using instant yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a starter. The study employed a 4×3 factorial completely randomized design (CRD) with substrate variations (A1: 100% rice waste; A2: 100% rice waste + 20% molasses; A3: 80% rice waste + 20% cassava peel + 20% molasses; A4: 70% rice waste + 30% cassava peel + 20% molasses) and fermentation times (24, 48, and 72 hours). Parameters measured included optical density (OD 600) as an indicator of total bacteria, pH, and Total Titratable Acidity (TAT). The results showed that bacterial populations peaked at 24–48 hours of fermentation and decreased dramatically at 72 hours due to limited nutrients and accumulation of organic acids. The highest OD 600 value was obtained in the A4B1 treatment (70% rice + 30% cassava peel + 20% molasses, 24 hours) at 2.143, indicating that this substrate combination was the most optimal for initial bacterial growth. The highest Total Titratable Acidity (TAT) was obtained in the A2B3 treatment (rice + 20% molasses, 72 hours) at 1.008%, proving that the addition of 20% molasses effectively increased organic acid production. The pH decreased from 6 to 4–5 during fermentation, with cassava peel treatments (A3 and A4) showing more stable pH (5) up to 72 hours compared to treatments without cassava peel which reached pH 4. This study concludes that 48 hours of fermentation is optimal for bacterial growth, while 72 hours is optimal for organic acid production. Treatment with molasses addition (A2) is recommended for concentrated organic acid production, while the addition of cassava peels (A3 and A4) is recommended for applications requiring pH stability, such as liquid organic fertilizer or animal feed probiotics.

Keywords: Bacterial population dynamics, cassava peel, fermentation, molasses, OD 600, rice waste, *Saccharomyces cerevisiae*, Total Titratable Acidity.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	1
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. Limbah Organik	4
B. Fermentasi Limbah organik	6
C. Dinamika Populasi Bakteri	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	11
A. Waktu dan Tempat Penelitian	11
B. Alat dan Bahan.....	11
C. Rancangan Penelitian	11
D. Preparasi Limbah Nasi	12
E. Preparasi Kulit Singkong dan Molases	13

F. Proses Fermentasi	13
G. Proses Titration.....	14
H. Test pH.....	14
I. Uji Spektrofotometer OD 600	14
J. Perhitungan Asam Organik Total Tertitration.....	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
A. Hasil	16
B. Pembahasan.....	19
BAB V PENUTUP.....	30
A. Kesimpulan	30
B. Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rancangan kombinasi perlakuan.....	12
Tabel 2. Nilai optical density (OD) menggunakan Spetofotometer 600.....	17
Tabel 3. Nilai Ph.....	18
Tabel 4. Nilai Total asam tertitrasi (%).....	19



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Visualiasi substrat fermentasi.....	16
Gambar 2. Grafik Nilai Optical Density (OD).....	17
Gambar 3. Grafik Nilai pH.....	18
Gambar 4. Grafik Total Asam Titrasi.....	19



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tampak media fermentasi A1 (nasi 100%).....	35
Lampiran 2. Tampak media fermentasi A2 (nasi + molases 20%).....	35
Lampiran 3. Tampak media fermentasi A3 (nasi 80% + SK 20% + molases 20%).....	35
Lampiran 4. Tampak media fermentasi A4 (nasi 70% + SK 30% + molases 20%).....	36

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris dengan produksi limbah organik baik dari limbah pertanian maupun limbah pangan dengan jumlah yang cukup besar setiap tahun (BPS, 2023). Limbah organik tersebut jika tidak dikelola dengan baik dapat mengakibatkan masalah lingkungan yang serius berupa pencemaran tanah dan air serta emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu, pengolahan limbah organik menjadi salah satu faktor penting yang mendesak untuk dilakukan.

Salah satu contoh limbah pangan yang dikategorikan sebagai limbah organik adalah sisa nasi. Limbah ini sangat berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan ramah lingkungan karena kandungan karbohidrat yang tinggi sehingga berpotensi tinggi jika dapat dimanfaatkan secara optimal melalui proses fermentasi (Bušić et al, 2018). Kulit singkong sebagai limbah pengolahan singkong kurang termanfaatkan dengan baik padahal kandungan pati dalam kulit singkong cukup tinggi serta memiliki kandungan lignin yang rendah sehingga memudahkan proses pemisahan gula. Selain nasi dan kulit singkong terdapat juga molases yang merupakan produk samping industri pembuatan gula. Molases mengandung glukosa dalam konsentrasi yang cukup tinggi sehingga dinilai baik sebagai nutrisi tambahan dalam fermentasi (kumar et al, 2020).

Fermentasi merupakan salah satu metode pengolahan limbah organik yang paling efektif dan ramah lingkungan. Proses ini memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk mengkonversi bahan organik kompleks menjadi produk yang lebih sederhana dan bernilai tambah. (Siregar et al, 2019).

Penggunaan *Saccharomyces cerevisiae* sebagai starter pada proses fermentasi memiliki beberapa keunggulan, beberapa diantaranya adalah kemudahan akses, stabilitas penyimpanan dan aktivitas fermentasi yang konsisten. Penambahan ragi dapat mempercepat degradasi pati menjadi lebih cepat dan optimal sehingga meningkatkan efektivitas fermentasi.

Selama proses fermentasi dinamika populasi merupakan aspek yang sangat krusial untuk memahami interaksi aktivitas mikroba dan mengoptimalkan proses fermentasi. Namun dinamika populasi pada proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa aspek diantaranya adalah konsentrasi ragi, lama fermentasi dan kondisi lingkungan baik pH maupun suhu. (Siregar et al, 2019).. Penelitian mengenai dinamika populasi bakteri selama fermentasi sangat penting untuk memahami pola pertumbuhan bakteri serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Sehingga proses fermentasi dapat dioptimalkan untuk menghasilkan produk yang bernilai tambah dan berkontribusi pada pengolahan limbah organik yang berkelanjutan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut permasalahan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana dinamika populasi bakteri selama fermentasi campuran limbah nasi, molases dan kulit singkong dengan menggunakan ragi instan sebagai starter?
2. Bagaimana pola pertumbuhan bakteri pada berbagai interval waktu fermentasi?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui dinamika populasi bakteri selama fermentasi campuran limbah nasi, molases dan kulit singkong dengan menggunakan ragi instan sebagai starter.
2. Mengetahui pola pertumbuhan bakteri pada berbagai interval waktu fermentasi.

D. Manfaat Penelitian

Diharapkan data hasil penelitian dapat digunakan untuk bahan kajian atau sumber informasi mengenai dinamika populasi bakteri dalam fermentasi limbah organik untuk dasar pengembangan teknologi pengolahan serta sebagai upaya pengurangan limbah organik.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan sebelumnya kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Dinamika populasi bakteri selama fermentasi dari empat perlakuan (A1, A2, A3, A4) bervariasi.
2. Pola pertumbuhan bakteri pada perlakuan A1 pada jam ke-24 menunjukkan nilai OD (600nm) tertinggi kemudian A2 memiliki nilai OD (600nm) tertinggi pada jam ke-48 dan A1 terendah dibandingkan dengan perlakuan lain.

B. Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama: aplikasi produk. Fermentasi dengan penambahan kulit singkong menghasilkan pH yang lebih stabil, sehingga lebih cocok diaplikasikan sebagai pupuk organik cair atau probiotik pakan ternak yang memerlukan kondisi pH tidak terlalu ekstrem, sedangkan perlakuan tanpa kulit singkong lebih sesuai untuk produksi asam organik pekat.

Perlu dilakukan pengkajian ulang metode pengukuran OD 600 pada fase akhir (72 jam) karena munculnya nilai negatif yang mengindikasikan terjadinya perubahan komposisi media sehingga mempengaruhi pembacaan

spektrofotometer serta disarankan untuk menggunakan metode *Total plate count (TPC)* sebagai verifikasi lebih lanjut terhadap data yang dihasilkan



DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (16th ed.). Washington, D.C.: AOAC International.
- Angelia, I. O. (2017). Kandungan pH, Total Asam Tertitrasi, Padatan Terlarut dan Vitamin C pada beberapa Komoditas Hortikultura (pH content, total acidified acid, dissolved solids and vitamin c in some horticultural commodities). *Journal of Agritech Science (JASc)*, 1(2), 68-74.
- Azhar, S. H. M., Abdulla, R., Jambo, S. A., Marbawi, H., Gansau, J. A., Faik, A. A. M., & Rodrigues, K. F. (2019). Yeasts in sustainable bioethanol production: A review. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 10, 52–61.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Statistik konsumsi beras Indonesia 2023. Jakarta: BPS.
- Bušić, A., Marđetko, N., Kundas, S., Morzak, G., Belskaya, H., Ivančić Šantek, M., & Šantek, B. (2018). Bioethanol production from renewable raw materials and its separation and purification: a review. *Food technology and biotechnology*, 56(3), 289-311.
- Elijah, A. I., Atanda, O. O., Popoola, A. R., & Uzochukwu, S. V. A. (2014). Molecular characterization and potential of bacterial species associated with cassava waste. *Nigerian Food Journal*, 32(2), 56-65.
- Green, V. (2015). *The microbial ecology of a rum production process* (Doctoral dissertation, UNSW Sydney).
- Hidayat, N., Padaga, M. C., & Suhartini, S. (2020). Mikrobiologi industri. Yogyakarta: Andi Publisher.

- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Mitigation of climate change*. Cambridge University Press.
- Jati, S. S., & Widayatno, T. (2022). Pengaruh konsentrasi kapang dan lama waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol dari limbah kulit singkong (*Manihot esculenta*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 11(2), 102-109.
- Khoiriyah, I., & Wikandari, P. R. (2023). Potensi Minuman Sari Kulit Singkong Fermentasi dengan Kultur Starter *Lactobacillus plantarum* B1765 sebagai Antioksidan. *UNESA Journal of Chemistry*
- Kumar, D., Singh, V., & Singh, B. (2020). Ethanol production from molasses using *Saccharomyces cerevisiae*. *International Journal of Renewable Energy Research*, 10(3), 1124–1132.
- Lowenzi, N. (2024). Pengaruh Penambahan Molase pada Kulit Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) sebagai Substrat dalam Pembuatan Vinegar. *Skripsi*, Universitas Andalas
- Maulah, I., & Wikandari, P. R. (2023). Potensi Minuman Fermentasi Sari Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) dengan Kultur Starter *Lactobacillus plantarum* B1765 sebagai Minuman Probiotik. *UNESA Journal of Chemistry*.
- Methods AOAC (1995) Official Methods of Analysis. 14th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Volume 1, 771 p.
- Murugan, S., Sujithaadevi, S., & Dr.S.MURUGAN. (2023). Recovery of bioethanol from food waste using *Saccharomyces cerevisiae*. *Global NEST Journal*.
- Nabayi, A., Sung, C. T. B., Zuan, A. T. K., & Paing, T. N. (2021). Fermentation of Washed Rice Water Increases Beneficial Plant Bacterial Population and Nutrient Concentrations. *Sustainability*, 13(23), 13437.
- Nurmary, Y. (2026). Analisis pengaruh waktu fermentasi terhadap karakteristik pupuk organik kotoran sapi menggunakan regresi linear. *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, 7(2), 655-661.

- Olaniyan, S. A., Hussein, J. B., Oke, M. O., Akinwande, B. A., Workneh, T. S., Ayodele, M., & Adeyemi, I. A. (2025). Assessment of the physicochemical characteristics of by-products of cassava processing and their effects on biodiversity. *Environmental monitoring and assessment*, 197(5), 533.
- Peinemann, J. C., Rhee, C., Shin, S. G., & Pleissner, D. (2020). Non-sterile fermentation of food waste with indigenous consortium and yeast—effects on microbial community and product spectrum. *Bioresource technology*, 306, 123175.
- Putri, D. A., & Rahayu, S. (2022). Pengaruh konsentrasi ragi terhadap produksi bioetanol skala laboratorium. *Jurnal Teknologi Kimia*, 11(3), 144–150.
- Pratiwi, A. P., Hazar, S., & Yuniarni, U. (2025, August). Uji Aktivitas Prebiotik Buah Tin (*Ficus carica* L.) terhadap Pertumbuhan *Lactobacillus acidophillus*. In *Bandung Conference Series: Pharmacy* (Vol. 5, No. 2, pp. 1231-1238).
- Siregar, J. S., Ahmad, A., & Amraini, S. Z. (2019, November). Effect of time fermentation and *saccharomyces cerevisiae* concentration for bioethanol production from empty fruit bunch. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1351, No. 1, p. 012104). IOP Publishing.
- Wahyudi, T., & Susanti, L. (2024). Optimalisasi fermentasi bioetanol berbasis limbah pangan. *Jurnal Energi Terbarukan Indonesia*, 6(1), 1–10.
- Walker, G. M., & Stewart, G. G. (2016). *Saccharomyces cerevisiae* in the production of fermented beverages. *Beverages*, 2(4), 30.
- Ye, N. F., Lü, F., Shao, L. M., Godon, J. J., & He, P. J. (2007). Bacterial community dynamics and product distribution during pH-adjusted fermentation of vegetable wastes. *Journal of Applied Microbiology*, 103(4), 1055-1065.
- Zabed, H., Sahu, J. N., Boyce, A. N., & Faruq, G. (2017). Fuel ethanol production from lignocellulosic biomass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 475–501.