

**PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP PARAMETER KIMIA
GINGER BEER DARI JAHE GAJAH LOKAL KEDIRI
SEBAGAI BAHAN AJAR BIOLOGI SMA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.)
Pada Prodi Pendidikan Biologi



OLEH :

GILANG TAUFAN INSANI

NPM : 2215020018

FAKULTAS ILMU KESEHATAN DAN SAINS (FIKS)
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

2026

Skripsi oleh:

GILANG TAUFAN INSANI
NPM : 2215020018

Judul :

**PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP PARAMETER KIMIA
GINGER BEER DARI JAHE GAJAH LOKAL KEDIRI
SEBAGAI BAHAN AJAR BIOLOGI SMA**

Telah disetujui untuk diajukan Kepada Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Prodi Pendidikan Biologi FIKS UN PGRI Kediri

Pada tanggal: 02 Juli 2026

Dosen Pembimbing I



Dra. Dwi Ari Budhiretnani, M.Pd
NIDN. 0711096102

Dosen Pembimbing II



Elysabet Herawati, S.Pd. M.Si
NIDN. 0717058904

Skripsi oleh :

GILANG TAUFAN INSANI

NPM : 2215020018

Judul:

**PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP PARAMETER KIMIA
GINGER BEER DARI JAHE GAJAH LOKAL KEDIRI
SEBAGAI BAHAN AJAR BIOLOGI SMA**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Prodi Pendidikan Biologi FIKS UN PGRI Kediri
Pada tanggal: 14 Juli 2026

Dan Dinyatakan telah Memenuhi Persyaratan

Panitia Penguji :

1. Ketua : Dra. Dwi Ari Budiretnani, M.Pd



2. Penguji 1 : Ida Rahmawati, S.Pd., M.Sc



3. Penguji 2 : Elysabet Herawati, S.Pd., M.Si.



Mengetahui,
Dekan FIKS



Dr. Nur Ahmad Muharram, M.Or.
NIDN. 0703098802

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Gilang Taufan Insani
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat/tgl. Lahir : Kediri, 8 Januari 2004
NPM : 2215020018
Fak/Prodi. : FIKS/Pendidikan Biologi

menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 02 Juli 2026
Yang Menyatakan

Gilang Taufan Insani
NPM. 2215020018

MOTTO

“Lâ yukallifullâhu nafsân illâ wus‘ahâ: Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(QS. Al-Baqarah: 258)

“Hidup bukan saling mendahului, bermimpilah sendiri sendiri”
(Hindia)

“Buatlah Topengmu Semenarik Mungkin”
(Penulis)

PERSEMBAHAN

Tidak ada lembar yang lebih bermakna dalam skripsi ini selain lembar persembahan. Karya sederhana ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta, yang tidak pernah berhenti mendoakan, mendidik, dan menguatkan setiap langkah penulis; kepada pasangan, yang senantiasa hadir dengan doa, kesabaran, dan dukungan dalam setiap proses perjuangan; kepada sahabat dan teman-teman, yang telah hadir sebagai bagian dari perjalanan ini dengan menghadirkan kebersamaan, semangat, serta ketulusan yang menjadi penguat di setiap langkah; serta kepada diri penulis sendiri, yang memilih untuk tetap teguh, bangkit di setiap kegagalan, dan terus melangkah hingga mampu menyelesaikan skripsi ini. Semoga karya sederhana ini menjadi pengingat bahwa setiap pencapaian bukanlah hasil dari perjuangan seorang diri, melainkan buah dari doa yang dipanjatkan, kepercayaan yang diberikan, serta kehadiran orang-orang baik yang menjadikan setiap proses penuh makna dan layak untuk dikenang.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Atas kehendak-Nya, penulis diberikan kesehatan, kekuatan, ketekunan, serta kesempatan untuk melalui setiap proses yang penuh pembelajaran hingga akhirnya skripsi yang berjudul **“PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP PARAMETER KIMIA *GINGER BEER* DARI JAHE GAJAH LOKAL KEDIRI SEBAGAI BAHAN AJAR BIOLOGI SMA”** ini dapat penulis selesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan penuh rasa syukur, skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas Nusantara PGRI Kediri.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dr. Poppy Rahmatika Primandiri, M.Pd, Selaku Kaprodi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah memberikan arahan, dukungan, dan pelayanan akademik selama penulis menempuh pendidikan.
2. Ibu Dra. Dwi Ari Budiretnani, M.Pd, selaku dosen pembimbing I, yang telah banyak memberikan masukan, ilmu dan pengalaman kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Elysabet Herawati, S.Pd., M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah berkenan mencurahkan waktu untuk memberikan saran dan nasihat, serta senantiasa memberikan arahan pada setiap tahapan penyusunan skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan baik.
4. Ibu Dra. Budhi Utami, selaku dosen PA yang telah memberikan ilmu, saran, kritik, motivasi dan evaluasi selama masa perkuliahan.
5. Seluruh dosen Program Studi Pendidikan Biologi yang telah membagikan ilmu dan pengalaman, sehingga menjadi bekal berharga bagi penulis.
6. Ibu Ida Rahmawati, S.Pd., M.Sc, selaku dosen penguji yang telah berkenan untuk memberikan kritik dan saran serta masukan yang membangun sehingga dapat membantu penulis dalam menyempurnakan skripsi ini.

7. Ibu Hanifah M.Pd, selaku guru mapel Biologi SMAN 1 Kediri yang telah meluangkan waktu, serta sambutan yang baik selama pelaksanaan penelitian di Sekolah.
8. Kedua orang tua tercinta, yang menjadi sumber kekuatan terbesar dalam kehidupan penulis. Terima kasih atas setiap doa yang tidak pernah terputus, kasih sayang yang tulus, pengorbanan yang tiada henti, serta kepercayaan yang selalu menguatkan penulis untuk terus melangkah hingga berada pada titik ini.
9. Pemilik NPM 2215020017, terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas segala dukungan, semangat, perhatian, dan bantuan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
10. Saudara serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, perhatian, dukungan, dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan studi.
11. Rekan seperjuangan, dan seluruh teman-teman Program Studi Pendidikan Biologi yang telah menjadi bagian dari perjalanan ini melalui kebersamaan, bantuan, motivasi, serta berbagai pengalaman yang tidak ternilai.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan maupun doa sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan belum sempurna sepenuhnya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan sebagai bahan evaluasi dan perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan di bidang pendidikan biologi serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Kediri, 02 Juli 2026

Penulis,


Gilang Taufan Insani
NPM. 2215020018

RINGKASAN

Gilang Taufan Insani Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Parameter Kimia *Ginger beer* Dari Jahe Gajah Lokal Kediri sebagai Bahan Ajar Biologi SMA, Skripsi, Pendidikan Biologi, FIKS, UN PGRI Kediri

Kata kunci: *ginger beer*, jahe gajah, lama fermentasi

Jahe gajah (*Zingiber officinale* Rosc. var. *officinatum*) merupakan salah satu komoditas biofarmaka unggulan yang banyak dibudidayakan di Kabupaten Kediri dan memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi *ginger beer*, yaitu minuman hasil fermentasi yang memanfaatkan aktivitas bakteri asam laktat dan khamir. Proses fermentasi tidak hanya menghasilkan karakteristik rasa dan aroma yang khas, tetapi juga memengaruhi kualitas kimia produk, seperti nilai pH, kadar asam laktat, dan total padatan terlarut (TPT). Lama fermentasi menjadi salah satu faktor yang menentukan keberhasilan proses tersebut karena berhubungan langsung dengan aktivitas metabolisme mikroorganisme selama fermentasi. Di sisi lain, hasil penelitian mengenai fermentasi *ginger beer* memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan ajar biologi SMA, khususnya pada materi bioteknologi berbasis potensi lokal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap nilai pH, kadar asam laktat, dan total padatan terlarut pada *ginger beer* berbahan jahe gajah lokal Kediri, serta mengembangkan hasil penelitian tersebut menjadi bahan ajar biologi SMA.

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap. Tahap pertama merupakan penelitian eksperimen laboratorium menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan lama fermentasi, yaitu 0 jam, 48 jam, 96 jam, 144 jam, dan 192 jam, dengan pengulangan sebanyak empat kali. Parameter yang diamati meliputi nilai pH menggunakan pH meter digital, kadar asam laktat menggunakan metode titrasi asam-basa, serta total padatan terlarut menggunakan refraktometer. Data dianalisis menggunakan SPSS versi 31. Tahap kedua merupakan penyusunan bahan ajar berbasis hasil penelitian. Penyusunan bahan ajar dilakukan melalui tahapan analisis kebutuhan, *Focus Group Discussion* (FGD), penyusunan draf panduan praktikum, revisi berdasarkan masukan para ahli, dan validasi bahan ajar menggunakan skala Likert untuk mengetahui tingkat kelayakan produk.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh terhadap kualitas kimia *ginger beer*. Nilai pH mengalami penurunan seiring bertambahnya lama fermentasi, yaitu dari rata-rata 6,35 pada awal fermentasi menjadi 4,13 pada 48 jam, 4,01 pada 96 jam, 3,82 pada 144 jam, dan mencapai 3,52 pada 192 jam fermentasi. Hasil uji Shapiro-Wilk menunjukkan seluruh data berdistribusi normal, sedangkan uji homogenitas menunjukkan varians antarperlakuan homogen. Analisis menggunakan One Way ANOVA menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$), yang menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai pH *ginger beer*. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama proses fermentasi berlangsung, maka aktivitas bakteri asam laktat dalam mengubah gula menjadi asam organik semakin meningkat sehingga menyebabkan nilai pH menurun, kadar asam laktat meningkat, dan total padatan terlarut cenderung menurun akibat pemanfaatan gula sebagai substrat metabolisme mikroorganisme. Hasil penelitian ini selanjutnya dimanfaatkan sebagai dasar penyusunan bahan ajar biologi SMA berupa panduan

praktikum, sesuai hasil analisis kebutuhan bahan ajar. Panduan praktikum dirancang sesuai karakteristik materi bioteknologi, sehingga diharapkan mampu mendukung pembelajaran yang lebih kontekstual, meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik, serta memperkenalkan potensi lokal Kabupaten Kediri melalui kegiatan praktikum biologi. Berdasarkan hasil validasi guru mata pelajaran dan dosen validator, panduan praktikum menunjukkan presentase kelayakan 98,6%. Sehingga panduan praktikum tergolong sangat layak sebagai bahan ajar biologi SMA.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
MOTTO.....	v
PRAKATA.....	vi
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
A. Kajian Teorii	7
1. Jahe Gajah	7
2. <i>Ginger beer</i>	10
3. Proses Fermentasi <i>Ginger beer</i>	12
4. pH pada <i>Ginger beer</i>	14
5. Asam Laktat pada <i>Ginger beer</i>	15
6. Total Padatan Terlarut(TPT).....	16
7. Panduan Praktikum	17
B. Penelitian Sebelumnya	18
1. Potensi Jahe Gajah Lokal Kediri.....	18
2. Pengaruh Variabel Lama Fermentasi	18
3. Dinamika pH dan Kadar Asam Laktat	18
4. Relevansi sebagai Bahan Ajar Biologi SMA	19
C. Kerangka Berpikir	20

D. Hipotesis	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
A. Penelitian Tahap I	22
1. Desain Penelitian.....	22
2. Instrumen Penelitian.....	23
3. Tempat dan Jadwal Penelitian	24
4. Populasi dan Sampel	24
5. Prosedur Pengumpulan Data	25
6. Teknik Analisis Data	28
B. Penelitian Tahap II.....	28
1. Desain Penelitian.....	28
2. Tempat dan Waktu Penelitian	28
3. Subjek Penelitian.....	29
4. Prosedur Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
A. Hasil Penelitian.....	32
1. Hasil Penelitian Tahap I	32
2. Hasil Penelitian Tahap II	43
B. Pembahasan	46
1. Pembahasan Penelitian Tahap I.....	46
2. Pembahasan Penelitian Tahap II	50
BAB V PENUTUP.....	53
A. Kesimpulan.....	53
B. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kode Denah Penelitian.....	22
Tabel 3.2 Denah Penelitian	22
Tabel 3.3 Alat Penelitian	23
Tabel 3.4 Bahan Penelitian.....	24
Tabel 3.5 Matrik Jadwal Penelitian	24
Tabel 3.6 Resep <i>Ginger bug</i>	25
Tabel 3.7 Resep <i>Ginger beer</i>	25
Tabel 4.1 Hasil Pengamatan pH <i>Ginger beer</i>	32
Tabel 4.2 Uji Normalitas pH	33
Tabel 4.3 Uji Homogenitas pH.....	34
Tabel 4.4 Uji ANOVA pH	34
Tabel 4.5 Uji Lanjut pH	35
Tabel 4.6 Hasil Asam Laktat	36
Tabel 4.7 Uji Normalitas Asam Laktat.....	37
Tabel 4.8 Uji Homogenitas Asam Laktat	38
Tabel 4.9 Uji ANOVA Asam Laktat	38
Tabel 4.10 Uji Lanjut Asam Laktat	39
Tabel 4.11 Hasil Pengukuran TPT	40
Tabel 4.12 Uji Normalitas TPT	41
Tabel 4.13 Uji Homogenitas TPT	41
Tabel 4.14 Uji ANOVA TPT	42
Tabel 4.15 Uji Lanjut TPT	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jahe Gajah	7
Gambar 2.2 <i>Ginger beer</i> Jahe Gajah.....	10
Gambar 2.3 Kerangka Berpikir	20
Gambar 4.1 Grafik Penurunan Kadar pH.....	32
Gambar 4.2 Grafik Peningkatan Kadar Asam Laktat.....	37
Gambar 4.3 Grafik Penurunan TPT	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Bimbingan	63
Lampiran 2. Analisis Kebutuhan Sekolah.....	65
Lampiran 3. Undangan FGD Dosen Validator	68
Lampiran 4. Undangan FGD Guru Mapel	69
Lampiran 5. Surat Permohonan Validasi Dosen Validator	70
Lampiran 6. Surat Permohonan Validasi Guru Mapel	71
Lampiran 7. Resume Agenda FGD	72
Lampiran 8. Daftar Hadir FGD.....	75
Lampiran 9. Validasi Angket Dosen Validator	76
Lampiran 10. Validasi Angket Guru Mapel	78
Lampiran 11. Foto Pembuatan <i>Ginger beer</i>	80
Lampiran 12. Foto Bukti FGD.....	81
Lampiran 13. Panduan Praktikum.....	82
Lampiran 14. BAST Panduan Praktikum.....	94

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman jahe (*Zingiber officinale*) di Indonesia telah lama menjadi komoditas rempah yang memiliki nilai ekonomi serta memberikan manfaat kesehatan yang besar (Ali *et al.*, 2025). Rimpangnya dikenal kaya akan senyawa bioaktif berupa gingerol dan shogaol, yang berperan dalam aktivitas antioksidan, anti-inflamasi, serta membantu meredakan nyeri (Ersedo *et al.*, 2023; Handayani & Contesa, 2023). Keberadaan senyawa-senyawa ini membuat jahe semakin diminati sebagai bahan utama dalam pengembangan produk pangan fungsional bernilai kesehatan (Krisnawan *et al.*, 2024).

Keragaman varietas jahe di Indonesia sangat melimpah. Salah satu varietas yang paling banyak dibudidayakan adalah jahe gajah (*Zingiber officinale* Rosc. *var. officinarum*) yang dikenal memiliki ukuran rimpang besar dan potensi ekonomi yang menjanjikan. Berbagai zat gizi yang bermanfaat bagi tubuh diketahui terkandung dalam rimpang jahe, meliputi energi, karbohidrat, serat, protein, natrium, zat besi, kalium, dan vitamin C. Selain itu, kandungan gizi lain yang juga terdapat dalam rimpang jahe meliputi magnesium, fosfor, seng, folat, vitamin B6, vitamin A, riboflavin, dan niasin (Sari dan Nasuha, 2021). Berdasarkan beragam kandungan gizi dan senyawa yang dimiliki tersebut, jahe gajah dipilih sebagai bahan baku dalam penelitian ini karena dinilai berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam pembuatan *ginger beer*. Kabupaten Kediri, Jawa Timur merupakan salah satu daerah yang berkembang sebagai sentra produksi biofarma, sehingga keberadaan jahe gajah lokal dari wilayah ini memiliki peluang besar untuk dioptimalkan pemanfaatannya (Maharani *et al.*, 2021). Potensi tersebut semakin relevan mengingat tren masyarakat yang kian mengutamakan produk alami dan herbal untuk kebutuhan kesehatan sehari-hari (Lukviana *et al.*, 2023).

Perkembangan bioteknologi pangan, jahe gajah banyak dikembangkan menjadi berbagai produk olahan, termasuk minuman fermentasi seperti *ginger beer*. Fermentasi bukan hanya memberikan karakter rasa yang khas, tetapi juga dapat meningkatkan ketersediaan senyawa bioaktif dalam jahe

(Yanti *et al.*, 2023). Proses fermentasi pada *ginger beer* menuntut pengendalian yang ketat guna menjaga kualitas serta keamanan produk (Canakapalli *et al.*, 2024). Karena itu, standarisasi fermentasi *ginger beer* menjadi langkah penting agar produk yang dihasilkan tetap konsisten, aman, dan mampu memberikan manfaat optimal bagi konsumen (Pujiati *et al.*, 2022). *Ginger beer* saat ini telah diakui sebagai minuman fungsional yang berharga, terutama karena pada dasarnya tergolong dalam kelompok minuman probiotik yang berpotensi memberikan manfaat bagi kesehatan saluran pencernaan (Gaonkar *et al.*, 2024). Parameter kimia yang berpengaruh dalam keberhasilan pembuatan *ginger beer* antara lain adalah pH, asam laktat dan total padatan terlarut (TPT). Keseimbangan yang harmonis antara pH, asam laktat, dan TPT inilah yang pada akhirnya diperlukan untuk menghasilkan minuman dengan kualitas sensorik yang seimbang dan teruji.

Penentuan kondisi fermentasi yang optimal harus berdasarkan batasan aman dan kualitas yang ditetapkan oleh regulasi pangan nasional. Berdasarkan konteks keamanan pangan, produk minuman fungsional berbasis fermentasi harus memenuhi standar ketat. Sebagai contoh, tingkat keasaman (pH) harus dijaga agar berada di bawah batas tertentu untuk memastikan keamanan mikrobiologi dan kestabilan produk. Bakteri asam laktat berpengaruh pada penurunan pH lingkungan menjadi pH 3 hingga pH 4,5 yang dapat dimanfaatkan untuk menghambat pertumbuhan bakteri bakteri lain seperti bakteri pembusuk (Setiarto, 2021). Kepatuhan terhadap batas-batas ini menjadi dasar ilmiah untuk mengklaim *ginger beer* jahe gajah aman dan layak konsumsi. Lama fermentasi juga menjadi salah satu contoh variabel yang sering ditentukan secara subjektif, padahal durasi proses sangat memengaruhi pembentukan metabolit seperti pH dan total asam (Ma'aruf & Dahliana, 2024). Total padatan terlarut (TPT) digunakan sebagai indikator untuk memperkirakan kandungan gula yang masih tersisa setelah mengalami perombakan selama proses fermentasi (Adrianto *et al.*, 2020). Pada dasarnya TPT merupakan gula (sukrosa dan fruktosa) dan berbagai senyawa lainnya seperti asam organik, asam amino larut, lemak, mineral, dan lain-lain (Hadiwijaya *et al.*, 2020).

Masyarakat Indonesia umumnya melakukan pembuatan *ginger beer* dengan cara-cara tradisional atau metode *home-brewed* (Sila, 2023). Pendekatan ini banyak didasarkan pada kebiasaan turun-temurun dan belum dilengkapi pengawasan ilmiah terhadap variabel penting fermentasi. Akibatnya, proses yang dijalankan berbeda-beda antar pembuat, baik dari segi lamanya fermentasi maupun komposisi bahan baku yang digunakan (Zaliani, 2019). Variasi tersebut dapat menyebabkan mutu produk yang dihasilkan menjadi tidak konsisten, terutama pada karakteristik rasa dan aroma (Arlene & Kristijarti, 2011).

Lama fermentasi menjadi salah satu faktor yang berperan dalam perubahan tersebut karena berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme dalam memanfaatkan substrat dan menghasilkan metabolit selama fermentasi. Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus mengkaji pengaruh lama fermentasi pada *ginger beer* berbahan jahe gajah lokal Kediri dengan mengamati perubahan pH, kadar asam laktat, dan total padatan terlarut secara bersamaan masih terbatas. Di sisi lain, hasil penelitian mengenai fermentasi jahe yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar kontekstual berbasis potensi lokal dalam pembelajaran Biologi SMA juga belum banyak dikembangkan dalam bentuk panduan praktikum. Celah tersebut menjadi dasar dilakukannya penelitian ini, yaitu mengkaji pengaruh lama fermentasi terhadap parameter kimia *ginger beer* dari jahe gajah lokal Kediri dan memanfaatkan hasil penelitian tersebut sebagai dasar pengembangan panduan praktikum pada materi Bioteknologi tingkat SMA.

Penelitian mengenai pengaruh lama proses fermentasi *ginger beer* berbahan jahe gajah lokal Kediri memiliki urgensi yang cukup penting karena menyentuh tiga aspek penting sekaligus antara lain pengembangan ilmu, peningkatan nilai ekonomi daerah, dan pemanfaatan dalam pendidikan. Dari sisi akademik, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi nyata pada pengembangan bioteknologi pangan, khususnya yang berbasis komoditas herbal lokal. Berdasarkan perspektif ekonomi, penelitian ini diharapkan dapat membuka peluang untuk meningkatkan nilai tambah jahe gajah yang selama ini lebih sering dijual dalam bentuk bahan mentah. Dengan adanya protokol fermentasi

yang terstandarisasi, produk minuman fungsional yang dihasilkan akan memiliki mutu yang lebih konsisten serta bisa bersaing di pasaran (Kurniawan, 2016).

Selain itu, penelitian ini memiliki manfaat penting dalam dunia pendidikan, terutama untuk bahan ajar biologi di tingkat sekolah menengah atas. Kebutuhan akan pengembangan bahan ajar tersebut diperkuat oleh hasil wawancara dengan guru biologi yang dilakukan menggunakan instrumen yang mengacu pada Munsofia *et al.* (2021) dengan modifikasi pada aspek analisis kebutuhan bahan belajar peserta didik. Hasil analisis menunjukkan adanya peluang dan kebutuhan untuk menghadirkan bahan ajar yang lebih aplikatif dan sesuai dengan konteks lokal, khususnya pada materi bioteknologi fermentasi, sehingga pembelajaran diharapkan dapat berlangsung lebih bermakna dan mendukung pencapaian tujuan pembelajaran secara optimal. Dengan demikian, urgensi penelitian ini tidak hanya terkait pengembangan produk, tetapi juga berkontribusi pada pendidikan dan pengembangan potensi daerah.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah lama fermentasi berpengaruh terhadap nilai pH *ginger beer* dari jahe gajah lokal Kediri?
2. Apakah lama fermentasi berpengaruh terhadap kadar asam laktat *ginger beer* dari jahe gajah lokal Kediri?
3. Apakah lama fermentasi berpengaruh terhadap total padatan terlarut *ginger beer* dari jahe gajah lokal Kediri?
4. Apakah hasil penelitian mengenai *ginger beer* dari gajah lokal Kediri dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar biologi tingkat SMA pada materi bioteknologi?

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, D. I., Nofiani, R., & Ardiningsih, P. (2012). Karakterisasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus Sp.* Red1 Dari Cincalok Formulasi. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 1(1), 1–5.
- Adjeng, A. N. T., Andrifanie, F., Syafiz, K. S., & Ramadhani, U. K. S. (2023). Edukasi Optimalisasi Pemanfaatan Rimpang Jahe Gajah (*Zingiber officinale* Rosc) sebagai Nutraceutical Gummy Candy Berkhasiat Kesehatan dan Anti-Emeticum di Pekon Kedaung Kecamatan Pardasuka Kabupaten Pringsewu. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 7(1), 393–403. <https://doi.org/10.33024/jkpm.v7i1.12879>
- Adnyana, I. K., & Suciwati, S. W. (2016). Napak tilas jahe gajah (*Zingiber officinale* Roscoe var *officinale*) dan jahe merah (*Zingiber officinale* var *rubrum*). *Jurnal Farmasi Galenika*, 3, 1–7.
- Adrianto, R., Wiraputra, D., Jyoti, M. D., & Andaningrum, A. Z. (2020). Total Bakteri Asam Laktat, Total Asam, Nilai pH, Sineresis, Total Padatan Terlarut Dan Sifat Organoleptik Yoghurt Metode Back Slopping. *Agritechno*, 13(2), 105–111.
- Ali, M. A., Uswa Afzal, Shazma Qasim, Areesha Jahangir, Javeria, Zahra Rashid, Hajra Fatima, Yamna Afzaal, Amna Maryam, Amina Shahid, Tayyaba Nawaz, & Muhammad Asif Latif. (2025). Health Benefits Of Ginger. *Journal of Medical & Health Sciences Review*, 2(1). <https://doi.org/10.62019/hk552290>
- Apriliyanto, U. (2021). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Gula dan Lama Waktu Proses Fermentasi Pada Karakteristik Kefir Susu Kedelai. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Ilmu Pertanian (JIPANG)*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.36526/jipang.v2i1.1209>
- Ariantika, C., Nurwantoro, & Pramono, Y. B. (2017). *Characteristics of the Physical, Chemical and Hedonic Durian Fermentation (Tempoyak) Flour with Different Drying Temperatures*. *Jurnal Teknologi Pangan*, 1(2), 39–44. www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tekpangan.
- Arikunto, S. (2021). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan* (R. Damayanti, Ed.; 3rd ed., Vol. 3).
- Arlene, A., & Kristijarti, A. P. (2011). *Laporan Penelitian Pembuatan Bir Jahe Emprit*.
- Aryanta, I. W. R. (2019). Manfaat Jaje Untuk Kesehatan. *Widya Kesehatan*, 1(2), 39–43. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v1i2.463>
- Barus, E. P. B., Rizqiati, H., & Bintoro, V. P. (2019). Total Bakteri Asam Laktat, Nilai pH, Total Padatan Terlarut, dan Sifat Organoleptik Cocofir dengan Lama Fermentasi yang Berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), 247–251.

- BPOM. (2016). Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2016 Tentang Kategori Pangan. Badan Pengawas Obat Dan Makanan.
- Cahyanti, A. nani, & Rachmasari, A. (2024). Jahe Dan Kayumanis Dalam Fermentasi Minuman Fungsional. *TEMATIK*, 4(2), 132. <https://doi.org/10.26623/tmt.v4i2.10310>
- Canakapalli, S., Hong, H., Kim, E., Shellhammer, T., & Park, S. H. (2024). *Microbial Characterization of Home-Brewed Ginger beer Using Culture-Dependent and Independent Methods*. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 39(6), 593–601. <https://doi.org/10.13103/JFHS.2024.39.6.593>
- Darmawan, A., & Sangaji, F. (2023). Seberapa Efektif Penggunaan Model Pembelajaran Scientific dalam Praktikum Ilmu Pengetahuan Alam. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 1(2), 14–21. <https://doi.org/10.47945/search.v1i2.1248>
- Djalo, A., Missa, H., Ndukang, S., Gare, A. A., Sawu, G., & Naibaha, M. (2023). Pelatihan Penyusunan Panduan Praktikum Materi IPA Bagi Guru IPA SMPN 2 Oelpuah Kupang Tengah. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 4(2), 1276–1284.
- Dusabumuremyi, J. C., Duhoranimana, E., & Chen, X. (2022). Health Benefits of Turmeric and Ginger. In *Handbook of Nutraceuticals and Natural Products* (pp. 259–268). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119746843.ch24>
- Dwiloka, B., Budi Pramono, Y., Zaliani, A., Etza Setiani, B., & Dwi Puspitoasih, A. (2020). pH Value, Total Microbes, Alcohol Content and Overall Hedonic Characteristic of Ginger Ale. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 518(1), 012065. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/518/1/012065>
- Dwinianti, E. F., Neliana, I. R., & Prasetyo, F. H. H. (2025). Review: Potensi Bakteri Asam Laktat (BAL) Untuk Meningkatkan Mutu Produk Pangan. *Biosense*, 8(3), 263–278.
- Ersedo, T. L., Teka, T. A., Forsido, S. F., Dessalegn, E., Adebo, J. A., Tamiru, M., & Astatkie, T. (2023). Food flavor enhancement, preservation, and bio-functionality of ginger (*Zingiber officinale*): a review. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 928–951. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2194576>
- Fachrial, E., Harmileni, & Anggraini, S. (2022). *Pengantar Teknik Laboratorium Mikrobiologi dan Pengenalan Bakteri Asam Laktat*. UNPRI Press.
- Fadila, D. N. (2023). *Pengaruh Fermentasi Bakteri Asam Laktat (Bal) Dan Khamir Terhadap Karakteristik Kimia Dan Fungsional Ekstrak Jahe (Zingiber officinale Rosc.)* [Thesis]. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

- Fiana, N., Julia, H., & Jamaluddin, A. (2025). The Effect of SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) Fermentation on Phenolic Content and Antioxidant Activity of Tea. *AGROTEKNIKA*, 8(4), 791–811.
- Gänzle, M. G. (2015). Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage. *Current Opinion in Food Science*, 2, 106–117. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.03.001>
- Gaonkar, S. K., Nadaf, Z., Nayak, S., Desai Gaonkar, R., & Borkar, S. (2024). Bio-actives and COVID-19: a production of sustainable fermented *ginger beer* and probiotic fruit drinks as a plausible approach for boosting the immune system. *Discover Food*, 4(1), 5. <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00075-x>
- Ghozali, D. I., Sari, Di. R., & Ruslim, Y. (2021). Panduan Praktikum Mesin Mesin Kehutanan [Panduan Praktikum]. Universitas Mulawarman.
- Gunawan, A. W., Lestari, D., Magdalena, S., & Barus, T. (2025). Panduan Penulisan Karya Ilmiah Program Studi Bioteknologi, Teknologi Pangan, dan Magister Bioteknologi (1st ed., Vol. 1). Fakultas Teknobiologi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya.
- Gutiérrez-Sarmiento, W., Peña-Ocaña, B. A., Lam-Gutiérrez, A., Guzmán-Albores, J. M., Jasso-Chávez, R., & Ruíz-Valdiviezo, V. M. (2022). *Microbial community structure, physicochemical characteristics and predictive functionalities of the Mexican tepache fermented beverage*. *Microbiological Research*, 260, 127045. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127045>
- Hadi, M. J., & Junaidi, Muh. (2020). Prinsip dan Langkah-Langkah Penerapan Focus Group Discussion untuk Meningkatkan Keterampilan Berbicara dan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnalistrendi : Jurnal Linguistik, Sastra, Dan Pendidikan*, 5(2), 126–134. <https://doi.org/10.51673/jurnalistrendi.v5i2.426>
- Hadiwijaya, Y., Kusumiyati, K., & Munawar, A. A. (2020). Prediksi Total Padatan Terlarut Buah Melon Golden (Cucumis Melo L.) Menggunakan Vis-Swirls Dan Analisis Multivariat. *Jurnal Penelitian Saintek*, 25(2), 103–114. <https://doi.org/10.21831/jps.v25i2.34487>
- Halimah, H., Maddeppungeng, N. R., & Nurasmi, N. (2019). Instant *Ginger beer*, the Traditional Health Drinks from Buginese-Makassar. *Materials Science Forum*, 967, 107–112. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.967.107>
- Handayani, R. T., & Contesa, L. (2023). Pemanfaatan Jahe Dalam Mengurangi Emesis Gravidarum di Puskesmas Nagaswidak Palembang. *Jukeshum: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 113–117. <https://doi.org/10.51771/jukeshum.v3i1.486>
- Hapsari, M. W., Anggraeni, N., Novianingrum, M. P., & Murti, P. D. B. (2025). Analisis Kandungan Gula Minuman Kemasan Menggunakan Pendekatan Refraktometri Sebagai Dasar Evaluasi Mutu Pangan. *Science Technology and Management Journal*, 5(2), 151–155. <https://doi.org/10.53416/stmj.v5i2.487>

- Hardikamukti, D., Suharyono, E., & Karyadi. (2022). Analisis Usahatani Tanaman Jahe Gajah Di Desa Tlogorejo Kecamatan Tlogowungu Kabupaten Pati. *AGROMEDIA: Berkala Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*, 40(1), 14–20. <https://doi.org/10.47728/ag.v40i1.349>
- Herditiya, H., & Trisianawati, E. (2025). Penerapan model PjBL melalui pembuatan produk fermentasi terhadap hasil belajar bioteknologi dan keterampilan kerja ilmiah mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 14(1), 92–100. <https://doi.org/10.31571/saintek.v14i1.8468>
- Hermanto, D. (2021). Penentuan Kandungan Etanol dalam Makanan dan Minuman Fermentasi Tradisional Menggunakan Metode Kromatografi Gas. *Chempublish Journal*, 5(2), 105–115. <https://doi.org/10.22437/chp.v5i2.8979>
- Heruwati, E. S., Sudariastuti, E., & Indriati, N. (2017). Pengaruh Suhu Inkubasi Dan Jenis Bakteri Asam Laktat Terhadap Kecepatan Fermentasi Dan Mutu Organoleptik Sosis Ikan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 3(1), 53. <https://doi.org/10.15578/jppi.3.1.1997.53-61>
- Hidayah, A. C., & Sumanto, A. (2022). Analisis potensi subsektor unggulan di Kabupaten Kediri, Provinsi Jawa Timur. *Fair Value: Jurnal Ilmiah Akuntansi Dan Keuangan*, 4(11), 4937–4948. <https://doi.org/10.32670/fairvalue.v4i11.1789>
- Hotimah, H., Hayati, A., & Zayati, H. (2019). Studi Etnobotani Jahe (*Zingiber officinale*) pada Masyarakat Desa Banyior Kecamatan Sepulu Kabupaten Bangkalan. *Biosaintropis*, 4(3), 33–39.
- Karangan, J., Sugeng, B., & Sulardi, S. (2019). Uji Keasaman Air dengan Alat Sensor pH di STT Migas Balikpapan. *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 2(1), 65. <https://doi.org/10.31602/jk.v2i1.2065>
- Knowles, S., Gorman, M., & McSweeney, M. B. (2023). Does it burn? The effect of guar gum addition on ginger beer's sensory properties. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(1), 290–296. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16204>
- Kowidita, O. L. (2014). *Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Jahe Gajah (Zingiber officinale var. Roscoe) terhadap Staphylococcus epidermidis secara In Vitro* [Thesis]. Universitas sebelas maret.
- Krisnawan, A. H., Setiawan, V., Indarini, I., & Izharuddin, M. (2024). *Diversifikasi Produk Pangan Fungsional Berbahan Jahe : Pengolahan dan Pemasaran Produk*. University of Surabaya.
- Kurniawan, D. (2016). PROSPEK Pengembangan Agribisnis Padi Organik Di Kabupaten Kediri Guna Mendukung Program Ketahanan Pangan Di Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 16(1). <https://doi.org/10.25047/jii.v16i1.4>
- Kusuma, G. P. A. W., Nocianitri, K. A., & Pratiwi, I. D. P. K. (2020). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Fermented Rice Drink Sebagai

- Minuman Probiotik Dengan Isolat *Lactobacillus* sp. F213. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 9(2), 181. <https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i02.p08>
- Lestari, I., Hakiki, N., Nurjanah, S., Jamil, T. K., & Sativa, N. (2024). Karakter Morfologi Dan Hubungan Kekerabatan Pada Tanaman Jahe (*Zingiber officinale*) di Kabupaten Garut. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 10(3), 150–156. <https://doi.org/10.29244/jsdh.10.3.150-156>
- Lukviana, D. L., Raihan, N. D., Putri, L. A., Kusuma, F. D., Daima, A. S., Syaltha, P. C. N., Cahyani, I. S., Melani, F., Ridha, M. R., Hadian, H. I., & Rahmadewi, Y. M. (2023). Peningkatan Pengetahuan Dan Keterampilan Kelompok Ibu-ibu PKK di Kelurahan Pengkok Gunung Kidul Dalam Pengolahan Jahe Menjadi Minuman Instan. *Indonesia Berdaya*, 4(1), 273–280. <https://doi.org/10.47679/ib.2023409>
- Ma'aruf, G., & Dahliana, Y. (2024). Analisis Minuman Terfermentasi (Halal Beverage) Dalam Prespektif Tafsir Ayat Ahkam Karya Ali Ash-Shabuni [Thesis]. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Maharani, N., Winahyu, N., & Khoiriyah, U. (2021). Penentuan Komoditas Unggulan Biofarmaka di Kabupaten Kediri. *Innofarm: Jurnal Inovasi Pertanian*, 23, 115–120.
- Mahrawi, Rifqiawati, I., & Mulyani, D. (2022). Pengembangan Panduan Praktikum Biologi pada Konsep Sistem Pencernaan untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis. *JONED*, 1(2), 68–78.
- Maryanty, Y., Saputra, F. L. W., & Prasetyo, R. (2020). Pembuatan Asam Laktat dari Selulosa oleh Bakteri *Lactobacillus delbrueckii* dengan Selulase dari Bakteri *Bacillus subtilis* dan *Bacillus circulans*. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 4(2), 153–161. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v4i2.179>
- Maulina, R. N. (2021). Manfaat Jahe dalam Menjaga Imunitas Tubuh. In R. Hidayat (Ed.), *Nursing System dan Budidaya Tanaman Obat Keluarga (TOGA)* (3rd ed., Vol. 3, pp. 43–92). Mata Kata Inspirasi.
- Mawarni. (2024). *Pengaruh Pemberian Ekstrak Jahe Emprit Dan Sukrosa Terhadap Total Asam Laktat, Viskositas, Dan Ph Minuman Probiotik Sari Labu Kuning (Curcubita Moschata Duschene)* [Undergrade Thesis]. Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya.
- Munsofia, A., Sulistiono, & Utami, B. (2021). Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran Pada Materi Keaneragaman Hayati Biologi Kelas X Sma. *Sinkesjar*, 1(1), 77–83.
- Mutaqin, A. Z., Nurzaman, M., Setiawati, T., Budiono, R., & Noviani, E. (2017). Utilization of Zingiberaceae Family Plants by Communities Around Rancabuaya Beach Tourism Area in Caringin District Garut Regency. *Sains Dan Matematika*, 5(Vol. 5 No. 2 (2017): April, Sains & Matematika), 35–41.

- Nasution, M. R., Aulia, N., & Zamri, W. A. (2025). *Bakteri Asam Laktat Dan Fermentasi Pangan. Isolasi, Karakterisasi, Dan Aplikasi* (L. Bathara, Ed.). Tangguh Denara Jaya Publisher.
- Ningsih, R., Rizqiati, H., & Nurwantoro. (2019). Total Padatan Terlarut, Viskositas, Total Asam, Kadar Alkohol, Dan Mutu Hedonik Water Kefir Semangka Dengan Lama Fermentasi Yang Berbeda. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(2), 325–331.
- Nurhayati, N. (2017). Sensory Characteristics Of Coffee Bag and Instant Coffee Of Robusta and Arabika Varieties. *INOVASI*, 17(2).
- Nutakor, C., Essiedu, J. A., Adadi, P., & Kanwugu, O. N. (2020). *Ginger beer: An Overview of Health Benefits and Recent Developments*. *Fermentation*, 6(4), 102. <https://doi.org/10.3390/fermentation6040102>
- Pribadi, E. R. (2009). Pasokan dan Permintaan Tanaman Obat Indonesia Serta Arah Penelitian dan Pengembangannya . *Perspektif*, 8(1), 52–64.
- Pujiati, Sulistyarsi, A., & Prafitasari, N. F. (2022). *The Quality Test of Fermented Ginger Drink (Ginger Ale) Produced from Various Types of Indonesian Ginger. 2nd International Conference on Education and Technology (ICETECH 2021)*, 152–159. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220103.023>
- Putri, B. C., Hendri, M., & Rasmi, D. P. (2022). Analisis Kebutuhan Bahan Ajar E-modul berbasis Pendekatan STEM dengan Scaffolding Untuk Mendukung Pembelajaran *Hybrid Learning* di SMA. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 10(1), 43–49.
- Rahayu, T. P. (2018). Panduan Praktikum Ilmu Bahan Pakan. Faperta Untidar, 1–25.
- Rahmawati, N. A., & Sasmita, I. R. A. (2026). Pengaruh Lama Fermentasi dengan Penambahan *Ginger bug* terhadap Karakteristik Kimia Minuman Bunga Telang. *Innovative Agriculture* , 3(1).
- Raj, T., Chandrasekhar, K., Kumar, A. N., & Kim, S.-H. (2022). *Recent biotechnological trends in lactic acid bacterial fermentation for food processing industries*. *Systems Microbiology and Biomanufacturing*, 2(1), 14–40. <https://doi.org/10.1007/s43393-021-00044-w>
- Rasmikayati, E., Wiyono, S. N., & Saefudin, B. R. (2025). *Is There A Relationship Between Consumer Knowledge Of Fermented Drinks And Their Behavior*. *Agroinfo Galuh*, 12(1), 645–659.
- Renanda, J. D., Utami, B., Herawati, E., Sulistiono, & Hariyadi, R. (2025). Pengembangan Panduan Praktikum Bioteknologi Berbasis Hasil Fermentasi Tepache Nanas Kelud Varietas Lokal untuk Pembelajaran Biologi SMA. *Slnkesjar*, 5(1).
- Rizal, S., Erna, M., Nurainy, F., & Tambunan, A. R. (2016). Karakteristik Probiotik Minuman Fermentasi Laktat Sari Buah Nanas dengan Variasi Jenis Bakteri

- Asam Laktat. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 18(01), 63–71. <https://doi.org/10.14203/jkti.v18i01.41>
- Rosadi, Milla, A. N., & Sukmawani, R. (2021). Analisis Pendapatan Usaha Tani Jahe Gajah Di Tingkat Petani. *Agrisintech (Journal of Agribusiness and Agrotechnology)*, 1(2), 69. <https://doi.org/10.31938/agrisintech.v1i2.281>
- Royani, I., & Imran, A. (2020). Pengembangan Petunjuk Praktikum Biologi SMA melalui Metode Daring untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 8(2), 310–316.
- Sarah, N. A. (2022). *Pembuatan Ginger beer Berbahan Jahe Merah* [Thesis]. Poltekpar HNI Bandung.
- Sari, Dewi, & Nasuha, Anas (2021). Kandungan zat gizi, fitokimia, dan aktivitas farmakologis pada jahe (*Zingiber officinale Rosc.*). *Tropical Bioscience: Journal of Biological Science*, 1(2), 11-18.
- Setiarto, R. H. B. (2021). Bioteknologi Bakteri Asam Laktat Untuk Pengembangan Pangan Fungsional (Guepedia, Ed.; Vol. 1). Guepedia.
- Shaukat, M. N., Nazir, A., & Fallico, B. (2023). Ginger Bioactives: A Comprehensive Review of Health Benefits and Potential Food Applications. *Antioxidants*, 12(11), 2015. <https://doi.org/10.3390/antiox12112015>
- Sihombing, W. C. (2024). Pengembangan Modul Praktikum Pada Materi Bioteknologiproduksi Bahan Pangan Dan Minuman Berbantuan Visualisasi Video Faktual [Thesis]. Universitas Negeri Medan.
- Sila, T. K. (2023). Perbandingan Berbagai Jenis dan Konsentrasi Gula Terhadap Kualitas Hasil Bir Jahe Merah [Thesis]. Universitas Kristen Satya Wacana.
- SNI. (2014). SNI 3719:2014 Minuman sari buah. Badan Standardisasi Nasional.
- Sufianingsih, I., & Fitri, R. (2024). Literature review: Analisis pengembangan panduan praktikum pada mata pelajaran biologi untuk tingkat SMA. *Bio-Pedagogi*, 13(2), 85. <https://doi.org/10.20961/bio-pedagogi.v13i2.88307>
- Tampubolon, N. (2025). Pengaruh Dosis Gula dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Alkohol pada Pembuatan Bir Ubi Jalar Cilembu (*Ipomoea batatas*) [Thesis]. Universitas Medan Area.
- Touret, T., Oliveira, M., & Semedo-Lemsaddek, T. (2018). Putative probiotic lactic acid bacteria isolated from sauerkraut fermentations. *PLOS ONE*, 13(9), e0203501. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203501>
- Tu, N. T. M., Giang, D. T., & Quan, N. M. (2025). Ginger Processing and Applications In Vietnam's Food Industry:Acomprehensive Review. *CIGR Journal*, 27(2), 195–213.
- Wahidah, A. N. (2018). Pengaruh Perubahan Suhu dan Waktu Dalam Pembuatan Sari Jahe Gajah (*Zingiber Officinale Roscoe*) dengan Alat Evaporator Vakum [Thesis]. Universitas Diponegoro.

- Wibowo, R. S. (2020). Alat Pengukur Warna Dari Tabel Indikator Universal Ph Yang Diperbesar Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Edukasi Elektro*, 3(2). <https://doi.org/10.21831/jee.v3i2.28545>
- Yanti, N. A., Jamili, Ardiansyah, & Ahmad, S. W. (2023). *Teknologi Fermentasi Pangan* (Nasrudin, Ed.; 1st ed.). PT Nasya Expanding Management.
- Zaliani, A. (2019). Substitusi Gula Putih Dengan Gula Aren Dalam Proses Fermentasi Bir Jahe (*Ginger Ale*). Universitas Diponegoro.