

**PENGARUH WAKTU FERMENTASI KOMBUCHA SARI KULIT NANAS
KELUD VARIETAS SIMPLEX TERHADAP PARAMETER KIMIA
SEBAGAI BAHAN AJAR BIOLOGI SMA**

SKRIPSI

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



OLEH:

NADIA SHAFIRA EKA PUTRI

NPM: 2215020017

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

2026

Skripsi oleh:

NADIA SHAFIRA EKA PUTRI

NPM: 2215020017

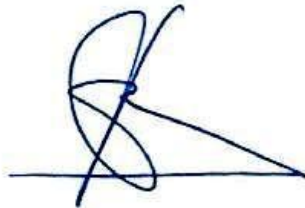
Judul:

**PENGARUH WAKTU FERMENTASI KOMBUCHA SARI KULIT NANAS
KELUD VARIETAS SIMPLEX TERHADAP PARAMETER KIMIA 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:

NADIA SHAFIRA EKA PUTRI

NPM: 2215020017

Judul :

**PENGARUH WAKTU FERMENTASI KOMBUCHA SARI KULIT NANAS
KELUD VARIETAS SIMPLEX TERHADAP PARAMETER KIMIA
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

4. Penguji 3 : Dr. Pujiati, M.Si
(Universitas PGRI Madiun)



Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains



Dr. Nur Ahmad Muharram, M.Or.

NIDN. 0703098802

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Fa inna ma'al-'usri yusrâ. Inna ma'al-'usri yusrâ. : Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan.”

(QS. Al-Insyirah [94]: 5-6)

*”Semua jatuh bangunmu, hal yang biasa
Angan dan pertanyaan, waktu yang menjawabnya
Berikan tenggat waktu, bersedihlah secukupnya
Rayakan perasaanmu sebagai manusia”*

(Hindia - mata air)

“Menerima yang ada, mengusahakan yang bisa”

(Nadia Shafira Eka Putri)

PERSEMBAHAN

Karya ini penulis persembahkan dengan penuh rasa syukur kepada Ayah dan Mama tercinta, yang melalui doa, kasih sayang, dan perjuangannya selalu menjadi tempat penulis menemukan kekuatan untuk menyelesaikan setiap langkah. Kepada seseorang yang menjadi bagian dari perjalanan ini, terima kasih telah memberikan semangat, perhatian dan dukungan di saat-saat yang tidak mudah. Kepada sahabat dan teman seperjuangan, terima kasih telah menemani proses panjang ini dengan cerita, tawa dan bantuan yang akan selalu penulis kenang. Dan untuk diri sendiri, terima kasih karena telah bertahan sejauh ini, belajar dari setiap kesulitan, dan menyelesaikan apa yang telah dimulai. Semoga karya sederhana ini menjadi pengingat bahwa setiap langkah yang telah dilalui, sekecil apapun, selalu memiliki cerita, doa dan orang-orang baik di baliknya.

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Nadia Shafira Eka Putri
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat/tgl.lahir : Lumajang, 15 Mei 2004
NPM : 2215020017
Fak/Prodi. : FIKS/S1 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,



Nadia Shafira Eka putri
NPM. 2215020017

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **Pengaruh Waktu Fermentasi Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud Varietas Simplex Terhadap Parameter Kimia Sebagai Bahan Ajar Biologi SMA**. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Prodi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, mulai dari masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Poppy Rahmatika Primandiri, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri.
2. Ibu Dra. Dwi Ari Budiretnani, M.Pd., selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta ilmu yang sangat berharga kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Elysabet Herawati, S.Pd., M.Si, selaku dosen pembimbing II yang dengan penuh kesabaran dan perhatian senantiasa memberikan bimbingan, motivasi, masukan, serta berbagai saran yang membangun kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Berkat arahan dan dukungan yang diberikan, penulis memperoleh banyak pengalaman dan wawasan yang sangat berarti dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Ibu Dra. Budhi Utami, selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan ilmu, saran, motivasi dan evaluasi selama masa perkuliahan.
5. Ibu Ida Rahmawati, S.Pd., M.Sc., selaku dosen penguji I yang telah memberikan arahan, saran dan masukan yang membangun sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dan disempurnakan dengan baik.
6. Ibu Dr. Pujiati, M.Si., selaku dosen penguji eksternal Universitas PGRI Madiun yang telah memberikan kritik, saran, dan arahan yang bermanfaat dalam penyempurnaan skripsi ini.

7. Ibu Rena Liansari S.Pd., Gr., selaku guru mata pelajaran biologi SMAN 1 Kediri yang telah meluangkan waktu dan membimbing dalam penelitian di sekolah untuk luaran penelitian skripsi.
8. Kepada kedua orang tua saya yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral maupun material, serta menjadi sumber kekuatan dan semangat bagi penulis dalam menyelesaikan pendidikan ini.
9. Teman satu angkatan Program Studi Pendidikan Biologi, yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses pengerjaan skripsi berlangsung.
10. Seluruh pihak yang telah memberikan dukungan masukan, serta bantuan dalam berbagai bentuk selama proses penyusunan skripsi ini hingga selesai.
11. *Last but not least i wanna thank me, i wanna thank me for believing in me, i wanna thank me for doing all this hard work, i wanna thank me for having no days off, i wanna thank me for never quitting, i wanna thank me for always being a giver and trying to give more than i receive, i wanna thank me for trying to do more right than wrong, i wanna thank me for just being me all time.*

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan belum terlepas dari kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai bahan perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, menambah wawasan dalam bidang pendidikan biologi, serta dapat menjadi salah satu referensi yang bermanfaat bagi penelitian selanjutnya.

Kediri, 02 Juli 2026

Penulis,



Nadia Shafira Eka putri
NPM. 2215020017

RINGKASAN

Nadia Shafira Eka Putri Pengaruh Waktu Fermentasi Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud Varietas Simplex Terhadap Parameter Kimia Sebagai Bahan Ajar Biologi SMA, Skripsi, Pendidikan Biologi, FIKS UN PGRI Kediri, 2026.

Kata kunci: bahan ajar SMA, kombucha, kulit nanas kelud varietas Simplex, parameter kimia, waktu fermentasi.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh melimpahnya produksi nanas di Indonesia yang menghasilkan kulit nanas sebagai hasil samping dalam jumlah besar, tetapi belum dimanfaatkan secara optimal. Kulit nanas Kelud varietas Simplex masih mengandung karbohidrat, serta, mineral, vitamin, dan senyawa bioaktif yang berpotensi digunakan sebagai substrat fermentasi. Salah satu bentuk pemanfaatan yang dikaji dalam penelitian ini adalah pembuatan kombucha sari kulit nanas Kelud varietas Simplex, karena proses fermentasi dapat mengubah karakteristik kimia produk. Selain memiliki potensi sebagai bahan baku fermentasi, pemanfaatan bahan lokal seperti kulit nanas juga relevan untuk pembelajaran biologi SMA, khususnya pada materi bioteknologi fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh waktu fermentasi terhadap pH, kadar asam laktat, dan Total Padatan Terlarut (TPT) kombucha sari kulit nanas Kelud varietas Simplex serta menyusun panduan praktikum biologi SMA berdasarkan hasil penelitian tersebut.

Penelitian dilaksanakan dalam 2 tahap. Penelitian tahap I menggunakan pendekatan kuantitatif dengan rancangan acak lengkap (RAL) pada fermentasi kombucha selama 14 hari, dengan pengamatan pada hari ke-0, ke-2, ke-4, ke-6, ke-8, ke-10, ke-12, dan ke-14. Sampel dibuat dari 250 g kulit nanas, 75 g gula, 750 mL air matang, dan 75 mL starter SCOBY. Parameter yang diamati meliputi pH, kadar asam laktat, dan Total Padatan Terlarut. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, uji normalitas Shapiro-Wilk, uji homogenitas Levene, ANOVA satu arah, serta uji lanjut sesuai karakteristik data pada taraf signifikansi 0,05. Penelitian tahap II merupakan penyusunan ajar berupa panduan praktikum biologi SMA pada materi Bioteknologi melalui analisis kebutuhan, FGD, penyusunan draf, revisi, dan validasi ahli.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu fermentasi berpengaruh terhadap seluruh parameter kimia kombucha sari kulit nanas Kelud varietas Simplex. Nilai pH menurun dari 3,68 pada hari ke-0 menjadi 2,757 pada hari ke-14, kadar asam laktat meningkat dari 0,738% menjadi 1,998%, sedangkan Total Padatan Terlarut (TPT) menurun dari 11,0°Brix menjadi 8,0°Brix. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi berlangsung, semakin intensif aktivitas mikroorganisme dalam mengubah komponen terlarut menjadi asam organik. Hasil penelitian ini juga layak dijadikan dasar penyusunan panduan praktikum biologi SMA pada materi Bioteknologi karena relevan dengan pembelajaran berbasis potensi lokal pengalaman praktikum yang bermakna. Berdasarkan hasil validasi oleh dosen validator dan guru mata pelajaran, panduan praktikum memperoleh persentase kevalidan sebesar 95% yang termasuk dalam kategori sangat layak digunakan sebagai bahan ajar biologi SMA.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PERNYATAAN.....	v
PRAKATA.....	vi
RINGKASAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
A. Kajian Teori.....	6
1. Klasifikasi dan Morfologi Nanas	6
2. Pengertian Kombucha	8
3. Variasi Waktu Fermentasi.....	12
4. pH pada Fermentasi Kombucha	13
a. Definisi dan Peran pH dalam Kombucha.....	13
5. Kadar Asam Laktat pada Fermentasi Kombucha.....	14
6. Total Padatan Terlarut pada Fermentasi Kombucha	15
7. Panduan Praktikum	16
B. Penelitian Terdahulu.....	17
1. Penelitian Terkait Kulit Nanas Sebagai Bahan Fermentasi.....	17
2. Penelitian Terkait Kombucha	17
3. Penelitian Terkait Pengaruh Waktu Fermentasi Kombucha.....	17

4. Penelitian Terkait Panduan Praktikum Berbasis Eksperimen	17
C. Kerangka Berpikir.....	18
D. Hipotesis Penelitian.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
A. Penelitian Tahap I.....	20
1. Desain Penelitian.....	20
2. Tempat dan Jadwal Penelitian	21
3. Instrumen Penelitian.....	21
4. Objek Penelitian	22
5. Prosedur Penelitian	22
6. Teknik Analisis Data	25
B. Penelitian Tahap II	25
1. Desain Penelitian.....	26
2. Tempat dan Jadwal Penelitian.....	26
3. Subjek Penelitian.....	26
4. Prosedur Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
A. Hasil Penelitian	30
1. Hasil Penelitian Tahap I	30
2. Hasil Penelitian Tahap II	42
B. Pembahasan.....	44
1. Pembahasan Penelitian Tahap I.....	44
2. Pembahasan Penelitian Tahap II	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
A. Simpulan	53
B. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kode Perlakuan	20
Tabel 3.2 Denah Penelitian	21
Tabel 3.3 Jadwal Penelitian.....	21
Tabel 3.4 Alat dan Bahan Pembuatan Kombucha	22
Tabel 3.5 Skala Penilaian Validasi	28
Tabel 3.6 Kriteria Penilaian Validasi.....	29
Tabel 4.1 Hasil Uji pH Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud	30
Tabel 4.2 Uji Normalitas pH Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud	31
Tabel 4.3 Uji Homogenitas pH Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud.....	32
Tabel 4.4 Uji ANOVA pH Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud	32
Tabel 4.5 Uji Post Hoc Tukey HSD pH Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud	33
Tabel 4.6 Hasil Uji Kadar Asam Laktat Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud	34
Tabel 4.7 Uji Normalitas Asam Laktat Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud.....	36
Tabel 4.8 Uji Homogenitas Varians Asam Laktat Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud.....	36
Tabel 4.9 Uji ANOVA Welch Asam Laktat Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud..	37
Tabel 4.10 Data Total Padatan Terlarut Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud	38
Tabel 4.11 Uji Nomalitas TPT Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud.....	39
Tabel 4.12 Uji Homogenitas TPT Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud.....	40
Tabel 4.13 Uji Anova TPT Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud	40
Tabel 4.14 Uji Tukey HSD Total Padatan Terlarut.....	40
Tabel 4.15 Lembar Validasi Dosen Validator	43
Tabel 4.16 Lembar Validasi Guru Mata Pelajaran Biologi	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Nanas Kelud Varietas Simplex	7
Gambar 2.2 Kombucha Sari Kulit Nanas.....	9
Gambar 2.3 Kerangka Berpikir Dalam Penelitian	18
Gambar 4.1 Grafik pH Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud Simplex	31
Gambar 4.2 Grafik Kadar Asam Laktat Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud Simplex	35
Gambar 4.3 Grafik Total Padatan Terlarut Kombucha Sari Kulit Nanas Kelud Simplex	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Bimbingan	65
Lampiran 2. Hasil Uji Post Hoc Games-Howell Kadar Asam Laktat.....	67
Lampiran 3. Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Biologi.....	69
Lampiran 4. Undangan FGD Dosen Validator	71
Lampiran 5. Undangan FGD Guru Mapel	72
Lampiran 6. Surat Permohonan Validasi Dosen Validator	73
Lampiran 7. Surat Permohonan Validasi Guru Mapel	74
Lampiran 8. Agenda FGD	75
Lampiran 9. Presensi FGD.....	78
Lampiran 10. Validasi Angket Dosen Validator	79
Lampiran 11. Validasi Angket Guru Mapel.....	82
Lampiran 12. Foto Pembuatan Kombucha.....	85
Lampiran 13. Foto Bukti FGD	87
Lampiran 14. Panduan Praktikum.....	88
Lampiran 15. BAST Panduan Praktikum.....	100

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kombucha dikenal sebagai minuman fermentasi berbasis teh yang diolah menggunakan kultur SCOBY (Santiago-Santiago *et al.*, 2025). Fermentasi yang melibatkan kultur SCOBY menghasilkan berbagai metabolit, termasuk asam organik, polifenol dan senyawa antioksidan (Kamelia *et al.*, 2023). Metabolit hasil fermentasi kombucha dilaporkan berkontribusi dalam mendukung keseimbangan mikrobiota usus, mendukung fungsi pencernaan, memodulasi respons imun, menunjukkan aktivitas antibakteri, serta memiliki potensi antikanker (Anantachoke *et al.*, 2023; Rezaldi *et al.*, 2022). Mengingat tingginya potensi fungsional tersebut, pengembangan kombucha kini tidak hanya terbatas pada penggunaan teh hitam sebagai bahan utama, tetapi juga dapat menggunakan berbagai sumber nabati lain yang kaya akan gula dan polifenol, termasuk buah tropis (Zubaidah *et al.*, 2023).

Produksi nanas di Indonesia mencapai 3.203.775,15 ton pada tahun 2022, sehingga menempatkan Indonesia sebagai produsen nanas terbesar di dunia dan melampaui Filipina dan Kosta Rika (Paz-Arteaga *et al.*, 2024). Pada tahun 2021, Jawa Timur menghasilkan 705,88 ton atau 6,9% dari total produksi nasional dan tercatat sebagai provinsi penghasil nanas terbesar keenam di Indonesia. Kecamatan Ngancar, Kabupaten Kediri, dikenal sebagai salah satu kawasan utama penghasil nanas, dengan 75% wilayahnya dimanfaatkan sebagai lahan budidaya tanaman nanas. Terdapat berbagai macam jenis nanas yang ditanam di wilayah kecamatan Ngancar Kediri, salah satunya adalah nanas Kelud varietas Simplex (Nursandi *et al.*, 2024). Tingginya produksi nanas ini turut meningkatkan jumlah kulit nanas sebagai hasil samping pengolahan buah. Jumlah kulit buah nanas dapat mencapai 30-35% dari total bobot buah (Kholifah *et al.*, 2022). Pemanfaatan kulit nanas sebagai bahan baku fermentasi juga telah dibuktikan oleh Devi *et al.* (2024), yang melaporkan bahwa kulit nanas Kelud dapat diolah menjadi minuman fermentasi sehingga berpotensi meningkatkan nilai tambah pengolahan nanas.

Meskipun kulit nanas tersedia dalam jumlah besar dan diketahui memiliki kandungan proksimat serta senyawa bioaktif yang cukup tinggi, potensi tersebut belum dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan baku (Base *et al.*, 2023). Padahal, kandungan senyawa bioaktif tersebut berpotensi dipertahankan bahkan ditingkatkan melalui berbagai pendekatan pengolahan, termasuk fermentasi (Sazali, 2025). Kondisi tersebut menciptakan kesenjangan antara ketersediaan bahan baku lokal di Kediri dengan inovasi pengolahan yang mampu meningkatkan nilai ekonomi sekaligus manfaat kesehatannya.

Pemanfaatan kulit nanas sebagai bahan baku kombucha merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan (Budiandari *et al.*, 2023). Penggunaan kulit nanas Kelud varietas Simplex sebagai substrat fermentasi berpeluang meningkatkan nilai ekonomi sekaligus memperkaya sifat fungsional produk yang dihasilkan. Keberadaan flavonoid, alkaloid, tanin dan saponin sebagai metabolit sekunder pada kulit nanas diduga berkontribusi terhadap potensi fungsionalnya (Patimah *et al.*, (2024). Flavonoid sebagai salah satu kelompok senyawa fenolik dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan serta berpotensi memberikan efek antiinflamasi, antialergi, antivirus, antikanker dan antibakteri (Husna *et al.*, 2022). Senyawa bioaktif ini dapat terlarut atau berpindah ke dalam kombucha, sehingga berpotensi meningkatkan kandungan antioksidan dan sifat antimikroba minuman tersebut (Kitwetcharoen *et al.*, 2025).

Kualitas kombucha yang dihasilkan selama proses fermentasi dapat dievaluasi melalui beberapa parameter kimia, diantaranya pH, kadar asam laktat, dan Total Padatan Terlarut (TPT) yang dinyatakan dalam °Brix. Aktivitas metabolisme mikroorganisme selama fermentasi menghasilkan berbagai asam organik yang menyebabkan kondisi medium menjadi semakin asam. Kondisi asam yang terbentuk juga berperan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme kontaminan sehingga membantu menjaga keamanan produk (Kamelia *et al.*, 2023). Nilai pH menjadi salah satu parameter yang umum digunakan untuk memantau perkembangan proses fermentasi sekaligus menilai kelayakan kombucha sebagai minuman fermentasi. Menurut Nummer (2013), batas aman pH kombucha untuk

dikonsumsi berada pada kisaran 2,5-4,2. Nilai pH di bawah rentang tersebut berpotensi menimbulkan gangguan pada sistem pencernaan.

Aktivitas fermentasi pada kombucha juga dapat dievaluasi melalui kadar asam yang terbentuk sebagai salah satu hasil metabolisme mikroorganisme fermentatif. Asam laktat merupakan salah satu jenis asam yang dihasilkan oleh Bakteri Asam Laktat (BAL). Keberadaan asam laktat berkontribusi terhadap pembentukan cita rasa khas sekaligus membantu mempertahankan stabilitas mikrobiologis produk. Meskipun asam asetat merupakan asam organik utama pada kombucha, kadar asam laktat dipilih karena dapat menggambarkan aktivitas Bakteri Asam Laktat secara lebih spesifik, serta menjadi salah satu indikator mutu dan keamanan produk fermentasi. Meningkatnya kadar asam laktat menunjukkan bahwa aktivitas metabolisme BAL berlangsung dengan baik serta membantu menciptakan lingkungan yang lebih aman karena memiliki sifat antimikroba (Khasanah & Dewi, 2024). Berdasarkan SNI 2981:2009, kadar asam laktat pada minuman fermentasi yang memenuhi persyaratan keamanan konsumsi berada pada kisaran 0,2-2,0% (Nugroho *et al.*, 2023).

Selain pH dan kadar asam laktat, karakteristik kombucha juga dapat dievaluasi berdasarkan nilai Total Padatan Terlarut (TPT) yang dinyatakan dalam °Brix. TPT menggambarkan jumlah komponen terlarut dalam medium fermentasi yang umumnya didominasi oleh gula, tetapi juga mencakup asam organik, mineral, vitamin, dan senyawa terlarut lainnya. Selama fermentasi, gula dimanfaatkan mikroorganisme sebagai substrat sehingga nilai TPT cenderung menurun. Penurunan TPT selama proses fermentasi mencerminkan terjadinya transformasi komponen terlarut selama proses fermentasi dan dapat digunakan sebagai indikator pemanfaatan substrat oleh mikroorganisme (Hartini *et al.*, 2025; Jang *et al.*, 2025).

Materi fermentasi merupakan salah satu materi bioteknologi dalam pembelajaran biologi SMA yang mempelajari pemanfaatan mikroorganisme (Prabawardani *et al.*, 2023). Pembelajaran materi fermentasi pada capaian pembelajaran inovasi teknologi biologi dapat dikembangkan melalui kegiatan praktikum yang memanfaatkan bahan baku lokal sebagai objek pembelajaran

(Basri *et al.*, 2023). Meskipun demikian, pemanfaatan bahan baku lokal seperti kulit nanas Kelud varietas Simplex sebagai objek praktikum pada pembelajaran biologi SMA masih jarang dilakukan. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan guru mata pelajaran menggunakan instrumen analisis kebutuhan bahan belajar siswa yang dimodifikasi dari Munsofia *et al.* (2021) menunjukkan bahwa panduan praktikum pada materi bioteknologi masih dibutuhkan agar peserta didik memperoleh pengalaman eksperimen yang aplikatif dan berbasis potensi lokal. Renanda *et al.* (2025) juga mengungkapkan bahwa hasil penelitian berbasis potensi lokal yang relevan dengan pembelajaran dapat mendorong penerapan pendekatan saintifik melalui kegiatan praktikum yang lebih bermakna dan aplikatif. Dengan demikian, panduan praktikum yang dikembangkan diharapkan dapat membantu guru dalam menjelaskan proses fermentasi, konsep mikrobiologi, serta bioproses secara praktis, sehingga peserta didik mampu mengaitkan konsep yang dipelajari dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan uraian di atas, kajian mengenai perubahan karakteristik kimia kombucha sari kulit nanas Kelud varietas Simplex, khususnya pada parameter pH, kadar asam laktat dan Total Padatan Terlarut (TPT) pada variasi waktu fermentasi masih belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh waktu fermentasi terhadap pH, kadar asam laktat, dan Total Padatan Terlarut (TPT) kombucha sari kulit nanas Kelud varietas Simplex sebagai bahan ajar biologi SMA.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Apakah waktu fermentasi berpengaruh terhadap nilai pH kombucha sari kulit nanas Kelud varietas Simplex?
2. Apakah waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar asam laktat kombucha sari kulit nanas Kelud varietas Simplex?
3. Apakah waktu fermentasi berpengaruh terhadap perubahan Total Padatan Terlarut kombucha sari kulit nanas Kelud varietas Simplex?
4. Apakah panduan praktikum yang disusun berdasarkan hasil penelitian

kombucha sari kulit nanas Kelud varietas Simplex layak digunakan sebagai bahan ajar materi Bioteknologi SMA?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui pengaruh waktu fermentasi secara langsung terhadap perubahan nilai pH pada kombucha sari kulit nanas Kelud varietas Simplex.
2. Mengetahui pengaruh waktu fermentasi secara langsung terhadap perubahan kadar asam laktat pada kombucha sari kulit nanas Kelud varietas Simplex.
3. Mengetahui pengaruh waktu fermentasi secara langsung terhadap perubahan Total Padatan Terlarut (TPT) pada kombucha sari kulit nanas Kelud varietas Simplex.
4. Mengetahui kelayakan panduan praktikum yang disusun berdasarkan hasil penelitian kombucha sari kulit nanas Kelud varietas Simplex sebagai bahan ajar biologi SMA materi bioteknologi.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti, penelitian ini dapat menjadi sarana untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang fermentasi, mikrobiologi, serta penyusunan bahan ajar berbasis penelitian.
2. Bagi ilmu pendidikan biologi, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya referensi ilmiah mengenai karakter kimia kombucha sari kulit nanas Kelud varietas Simplex serta menjadi dasar penyusunan panduan praktikum yang aplikatif dan kontekstual pada materi bioteknologi di tingkat SMA.
3. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat menawarkan alternatif pemanfaatan kulit nanas Kelud varietas Simplex sebagai bahan baku kombucha edukatif yang aman dan bernilai guna.

DAFTAR PUSTAKA

- Abaci, N., Senol Deniz, F. S., & Orhan, I. E. (2022). Kombucha – An Ancient Fermented Beverage with Desired Bioactivities: A Narrowed Review. *Food Chemistry: X*, 14, 100302. <https://doi.org/10.1016/J.Fochx.2022.100302>
- Agravante-Destacamento, M. (2025). Hands-On Laboratory Activities: Enhancing Conceptual Understanding and Developing Practical Skills of Students. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 11(3), 1176–1184. <https://doi.org/10.22219/Jpbi.V11i3.42071>
- Al-Kharousi, Z. S. (2025). Highlighting Lactic Acid Bacteria In Beverages: Diversity, Fermentation, Challenges, And Future Perspectives. *Foods*, 14(12), 2043. <https://doi.org/10.3390/Foods14122043>
- Amalia, E. Y., Maulana, A., Astuti, F. I., & Anindita, N. S. (2024). Tepache Minuman Probiotik Dari Kulit Nanas. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2, 524–529.
- Andrade, D. K. A., Wang, B., Lima, E. M. F., Shebeko, S. K., Ermakov, A. M., Khramova, V. N., Ivanova, I. V., Rocha, R. Da S., Vaz-Velho, M., Mutukumira, A. N., & Todorov, S. D. (2025). Kombucha: An Old Tradition Into A New Concept of a Beneficial, Health-Promoting Beverage. *Foods*, 14(9), 1547. <https://doi.org/10.3390/Foods14091547>
- Anoling, K. M., Abella, C. R. G., Cagatao, P. P. S., & Bautista, R. G. (2024). Critical Perspectives, Theoretical Foundations, Practical Teaching, Technology Integration, Assessment and Feedback, And Hands-On Practices in Science Education. *American Journal of Educational Research*, 12(1), 20–27. <https://doi.org/10.12691/Education-12-1-3>
- Anwar, C., Irhami, I., & Aprita, I. R. (2025). Pembuatan Minuman Kombucha Dengan Mengkaji Perbandingan Bunga Telang Dengan Sari Buah Nanas Dan Konsentrasi Starter Scoby. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 17(1), 11–17. <https://doi.org/10.17969/Jtipi.V17i1.42170>
- Base, N. H., Daeng, A. T., Arief, R., Noena, N., Farmasi, T. A., & Makassar, Y. (2023). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus*) Sebagai Minuman Fermentasi Yang Menyehatkan Use of Pineapple Fruit Waste (Ananas Comosus) As A Healthy Fermentation Drink. *JPMY*, 2(1), 16–21.
- Basri, R., Dongoran, P. H., Syafitri, D., Silaban, A. P. W., & Hayati, Z. (2023). Presepsi Siswa Kelas XII Terhadap Praktikum Bioteknologi Di Sekolah Menengah Atas (SMA). *BIODIK*, 9(1), 116–122. <https://doi.org/10.22437/Bio.V9i1.19336>
- Bishop, P., Pitts, E. R., Budner, D., & Thompson-Witrick, K. A. (2022). Chemical Composition of Kombucha. *Beverages*, 8(3), 45. <https://doi.org/10.3390/Beverages8030045>
- Budiandari, R. U., Azara, R., Adawiyah, R., & Prihatiningrum, A. E. (2023). Studi Karakteristik Kimia Minuman Probiotik Kombucha Sari Kulit Nanas

- (*Ananas comosus*). *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 14(2), 181–188. <https://doi.org/10.35891/Tp.V14i2.3890>
- Câmara, G. B., Do Prado, G. M., De Sousa, P. H. M., Viera, V. B., De Araújo, H. W. C., Lima, A. R. N., Lima Araujo Filho, A. A., Vieira, Í. G. P., Fernandes, V. B., Oliveira, L. D. S., & Da Silva, L. M. R. (2024). Biotransformation Of Tropical Fruit By-Products for The Development of Kombucha Analogues with Antioxidant Potential. *Food Technology and Biotechnology*, 62(3), 361–372. <https://doi.org/10.17113/Ftb.62.03.24.8350>
- Cao, A., & Qiu, W. (2024). Research Progress on The Composition and Interaction of Microbes in Kombucha. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 91, 415–421. <https://doi.org/10.54097/kzvthw34>
- Chen, Y., Hu, Y., Xie, Y., Cui, M., Jiang, J., Li, Y., Guo, J., Xiang, M., Tian, Z., Niu, J., Cheng, W., & Gao, F. (2026). A Comprehensive Review of Lactic Acid Bacteria-Fermented Plant-Based Beverages: Substrate Types, Nutritional Quality, Probiotic Characteristics, Metabolic Pathways and Future Development Trends. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 66(16), 2993–3021. <https://doi.org/10.1080/10408398.2025.2589965>
- Chengere, A. M., Bono, B. D., Zinabu, S. A., & Jilo, K. W. (2025). Enhancing Secondary School Students' Science Process Skills Through Guided Inquiry-Based Laboratory Activities in Biology. *PLOS ONE*, 20(4), E0320692. <https://doi.org/10.1371/Journal.Pone.0320692>
- Devi, S. N. K., Renanda, J. D., Laili, V. C., & Herawati, E. (2024). Uji Organoleptik Dan Hedonik Tepache Berbahan Dasar Kulit Nanas Kelud Asal Kabupaten Kediri. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan, Sains Dan Pembelajaran*, 4, 1111–1122.
- Do, A. D., Nguyen, L. B. X., Pham, D. Q., Le, T. T., Laya, M., & Phan Van, T. (2024). Kombucha Tea Derived From Papaya (*Carica papaya* L.) As A Potential Functional Food: Physicochemical Parameters, Biological Activities, and Sensory Evaluation. *International Journal of Food Science and Technology*, 59(10), 7786–7794. <https://doi.org/10.1111/Ijfs.16994>
- Dzulqaidah, I., Zanuba, R. B., Alwi, A. S. F., Salsabila, A. R. P., Mursidi, S., & Muliasari, H. (2021). Ekstraksi Dan Uji Aktivitas Enzim Bromelin Kasar Dari Buah Nanas. *Journal Of Agritechnology and Food Processing*, 1(2), 80. <https://doi.org/10.31764/Jafp.V1i2.6974>
- Elfirta, R. R., Ferdian, P. R., Setyawan, R. H., Saskiawan, I., Mahani, Nurjanah, N., Pribadi, A., Anggita, S., & Manullang, E. S. D. (2023). Changes In Titrable Acidity, Ph, And Reducing Sugars of Ganoderma Kombucha With Honey After The Fermentation Process. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1271(1), 012078. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1271/1/012078>

- Evangelina, G., & Nugerahani, I. (2025). Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Karakteristik Fisikokimia, Mikrobiologis, Dan Sensoris Kombucha Teh Hijau. *Zigma*, 40(1), 233–257.
- Fadhlillah, M., Fahrudin, M. F., Anggraeni, N. I., Ginting, S. D. R. B., Soedjanaatmadja, U. M. S., & Ishmayana, S. (2024). Fadhlillah Dkk., Evaluasi Kandungan Polifenol dan Profil Nutrien Yogurt Dengan Penambahan Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Evaluasi Kandungan Polifenol Dan Profil Nutrien Yogurt Dengan Penambahan Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Desember*, 3(1), 30–39.
- Falasifah, R., Dewanti, S. D., Zubaidah, E., & Sucipto, S. (2025). The Influence of Sugar Concentration and Fermentation Time of Green Tea Kombucha (*Camellia sinensis*) on Its Halal and Safety Aspects. *Advances In Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering*, 2025(1), 33–42.
- Fauzi, A., Siswati, B. H., & Ramadani, S. D. (2024). Low Level of Local Wisdom-Based Biology Education Research: What Should We Do? *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(3), 1098–1106. <https://doi.org/10.22219/jpbi.V10i3.36108>
- Gantner, M., Piotrowska, A., Kostyra, E., Hallmann, E., Ponder, A., Sionek, B., & Neffe-Skocińska, K. (2025). Influence Of Herbal Additives on The Physicochemical, Microbiological, Polyphenolic, And Sensory Profile of Green Tea-Based Kombucha. *Foods*, 14(20), 3497. <https://doi.org/10.3390/Foods14203497>
- Halim, A. M. Y., Zainal Abidin, S. A. S., Ahmad, N., & Ab Mutalib, S. R. (2023). Physicochemical Properties Analysis and Bromelain Activity of Three Indexes Pineapple (*Ananas comosus*) Peel Extract Variety Josapine. *Advances In Agricultural and Food Research Journal*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.36877/Aafjr.A0000357>
- Hartini, S., Cahyanti, M. N., & Safira, A. D. (2025). Optimization Of Spent Coffee Ground Extraction For Kombucha Production: Effect of Temperature on Fermentation Dynamics and Antioxidant Activity. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 14(5), 1611–1618. <https://doi.org/10.23960/Jtepl.V14i5.1611-1618>
- Hartono, A., Palupi, K. S., Putranto, R.-A., Santini, A., & Nurkolis, F. (2026). Kombucha SCOBY as a Fermentation-Derived Biofilm Matrix: Species-Resolved Microbial Communities and Multidimensional In Vitro Bioactivities. *Polymers*, 18(6), 764. <https://doi.org/10.3390/Polym18060764>
- Hikmah, N., Damayanti, M., Zaskia, C., & Abdullah, D. R. (2026). Analisis Kebutuhan (Need Analysis) Dan Analisis Kurikulum Sebagai Dasar Pengembangan Bahan Ajar. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Bahasa*, 5(1), 399–412. <https://doi.org/10.55606/Jurribah.V5i1.9214>
- Husna, P. A. U., Kairupan, C. F., & Lintong, P. M. (2022). Tinjauan Mengenai Manfaat Flavonoid Pada Tumbuhan Obat Sebagai Antioksidan Dan

- Antiinflamasi. *Ebiomedik*, 10(1), 76–83.
<https://doi.org/10.35790/Ebm.V10i1.38173>
- Husniah, I., & Gunata, A. F. (2020). Ekstrak Kulit Nanas Sebagai Antibakteri. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 2(1), 85–90.
<https://doi.org/10.37287/Jppp.V2i1.51>
- Ismaini, I., Tosani, N., & Sutanto, D. (2023). Perbandingan Unjuk Kinerja Berbagai Tipe Ph Meter Digital Pada Pengujian Sampel Tanah Dan Air Berdasarkan Iso 17025:2017. *Jurnal Penelitian Sains*, 25(1), 24–28.
<https://doi.org/10.56064/Jps.V25i1.727>
- Jang, S.-W., Yu, H. H., Jung, D.-S., Kim, J.-C., Lee, J. H., & Jang, M. (2025). Changes In Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Persimmon Wine During Fermentation. *Foods*, 14(16), 2763.
<https://doi.org/10.3390/Foods14162763>
- Jannah, S. F., & Shofiyah, N. (2023). Implementation Of Experiential Learning Model To Improve Science Process Skills. *Edunesia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 5(1), 377–389. <https://doi.org/10.51276/Edu.V5i1.711>
- Jayabalan, R., Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., & Sathishkumar, M. (2014). A Review on Kombucha Tea—Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, And Tea Fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 538–550.
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>
- Kallel, L., Desseaux, V., Hamdi, M., Stocker, P., & Ajandouz, E. H. (2012). Insights Into The Fermentation Biochemistry Of Kombucha Teas and Potential Impacts of Kombucha Drinking on Starch Digestion. *Food Research International*, 49(1), 226–232.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.08.018>
- Kamelia, M., Winansari, O. P., Supriyadi, & Meirina. (2023). Analisis Kualitas Teh Kombucha Berdasarkan jenis Teh Yang Digunakan. *Organisms: Journal Of Biosciences*, 3(1), 17–26.
- Khasanah, D. U., & Dewi, E. N. (2024). Karakteristik Produk Minuman Kombucha Berdasarkan Komposisi Bahan Baku Dan Waktu Fermentasi. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 10(4), 754–763.
<https://doi.org/10.33795/Distilat.V10i4.6593>
- Kholifah, A., Arifah, Z. Z., Widyaningrum, I., Muflihati, I., & Suhendriani, S. (2022). Diversifikasi Pengolahan Kulit Nanas Menjadi Abon. *Mediagro*, 18(1), 52–63. <https://doi.org/10.31942/Mediagro.V18i1.5880>
- Kitwetcharoen, H., Chamnipa, N., Thanonkeo, S., Klanrit, P., Tippayawat, P., Klanrit, P., Klanrit, P., Yamada, M., & Thanonkeo, P. (2025). Enhancing Kombucha Functionality: Utilizing Dried Pineapple Peels and Cores as an Alternative Ingredient For Improved Antioxidant and Antimicrobial Properties. *LWT: Food Science and Technology*, 216, 117358.
<https://doi.org/10.1016/J.Lwt.2025.117358>

- Kusumiyati, K., Setyaji, D. Y., Fadillah, M. F., & Rezaldi, F. (2022). Uji Daya Hambat Madu Hutan Baduy Sebagai Substrat Pada Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Melalui Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Patogen. *MEDFARM: Jurnal Farmasi Dan Kesehatan*, 11(2), 142–160. <https://doi.org/10.48191/medfarm.v11i2.109>
- Laavanya, D., Shirkole, S., & Balasubramanian, P. (2021). Current Challenges, Applications and Future Perspectives of SCOBY Cellulose of Kombucha Fermentation. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126454. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126454>
- Lacorn, M., & Hektor, T. (2025). Validation Of Enzytec[™] liquid D-/L-Lactic Acid For Enzymatic Determination Of D- And L-Lactic Acid in Selected Foods and Beverages: Official Method 2024.08 First Action. *Journal Of AOAC International*, 108(5), 692–707. <https://doi.org/10.1093/jaoacint/qsaf046>
- Laksana, D. N. L. (2024). Validation Instruments for Local Culture-Based Learning Media. *Journal Of Education Technology*, 8(2), 264–274. <https://doi.org/10.23887/jet.v8i2.74446>
- Latip, A., Hernani, & Kadarohman, A. (2024). Local And Indigenous Knowledge (LIK) In Science Learning: A Systematic Literature Review. *Journal of Turkish Science Education*, 21(4), 651–667. <https://doi.org/10.36681/tused.2024.035>
- Leal, J. M., Suárez, L. V., Jayabalan, R., Huerta Oros, J., & Escalante-Aburto, A. (2018). A Review on Health Benefits of Kombucha Nutritional Compounds and Metabolites. *Cyta - Journal of Food*, 16(1), 390–399. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499>
- Liao, T., Li, X.-R., Fan, L., Zhang, B., Zheng, W.-M., Hua, J.-J., Li, L., Mahrer, N., & Cheng, L.-H. (2024). Nature of Back Slopping Kombucha Fermentation Process: Insights from The Microbial Succession, Metabolites Composition Changes and Their Correlations. *Frontiers In Microbiology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1433127>
- Meena, L., Sengar, A. S., Neog, R., & Sunil, C. K. (2022). Pineapple Processing Waste (PPW): Bioactive Compounds, Their Extraction, And Utilisation: A Review. *Journal Of Food Science and Technology*, 59(11), 4152–4164. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05271-6>
- Mehraj, M., Das, S., Feroz, F., Waheed Wani, A., Dar, S. Q., Kumar, S., Wani, A. K., & Farid, A. (2024a). Nutritional Composition and Therapeutic Potential of Pineapple Peel – A Comprehensive Review. *Chemistry & Biodiversity*, 21(5). <https://doi.org/10.1002/cbdv.202400315>
- Milatina, N. I., Khasanah, A. N., Sari, E. A., & Rokhmah, L. N. (2025). Chemical And Biological Changes in Kombucha from Black Tea, Pineapple and Mango. *Proceeding of International Conference on Science, Health, And Technology*, 150–157. <https://doi.org/10.47701/fwzfv410>
- Mukoid, R., Boiko, M., Vasylyv, V., Mushtruk, M., & Makeyev, A. (2026). Production Of Kombucha Using Unconventional Raw Materials. *Human*

- and Nation S Health*, 4(1), 124–138.
<https://doi.org/10.31548/Humanhealth.1.2026.124>
- Mulyani, H., Artanti, N., Yuniati, R., & Yasman, Y. (2025). Scaling Up Red Ginger Kombucha Fermentation: Insights into Its Chemical Profile and Health-Promoting Properties. *Fermentation*, 11(3), 128.
<https://doi.org/10.3390/Fermentation11030128>
- Munsofia, A., Utami, B., Biologi, P. P., & Pembelajaran, M. (2021). Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran Pada Materi Keaneragaman Hayati Biologi Kelas X Sma Analysis of Learning Media Needs on Biological Uniformity Materials Class X High School. *Seminar Nasional Kesehatan, Sains, Dan Pembelajaran*, (4), 77–83.
- Nafillah, K. (2024). Development Of A Guided Inquiry-Scientific Laboratory (GISL) Based Health Chemistry Practicum Module. *IJCER (International Journal of Chemistry Education Research)*, 144–155.
<https://doi.org/10.20885/Ijcer.Vol8.Iss2.Art8>
- Najini, R., Purwanti, N. U., Rosidatul Mufida, A., Kurniawan, A., Husain, M., Alghifary, H., Rianda Syalsabila, R., Nuraini, R., & Safitri, W. (2024). Minuman Probiotik Tepache Dari Fermentasi Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus* L.) Menggunakan Variasi Jenis Dan Konsentrasi Gula. *Journal Pharmacy of Tanjungpura*, 1(2), 74–79.
- Nguyen, N.-N., & Nguyen, Q.-D. (2024). Evolution Of Kombucha Tea From Isolated Acetic Acid Bacteria, Lactic Acid Bacteria and Yeast In Single-And Mixed-Cultures: Characteristics, Bioactivities, Fermentation Performance and Kinetics. *Food Biotechnology*, 38(1), 86–117.
<https://doi.org/10.1080/08905436.2024.2306505>
- Nordin, N., Sulaiman, R., Bakar, J., & Noranizan, M. (2023). Comparison Of Phenolic and Volatile Compounds in MD2 Pineapple Peel and Core. *Foods*, 12(11), 2233. <https://doi.org/10.3390/Foods12112233>
- Nugroho, M. R., Wanniatie, V., Qisthon, A., & Septinova, D. (2023). Sifat Fisik Dan Total Bakteri Asam Laktat (Bal) Yoghurt Dengan Bahan Baku Susu Sapi Yang Berbeda. *Jurnal Riset Dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, 7(2), 279–286.
<https://doi.org/10.23960/Jrip.2023.7.2.279-286>
- Nummer, B. A. (2013). Kombucha Brewing Under The Food and Drug Administration Model Food Code: Risk Analysis and Processing Guidance. *Journal Of Environmental Health*, 76(4), 8–11.
- Nursandi, F., Santoso, U., Septia, E. D., Fauziyah, Widodo, A., & Vinorita. (2024). *Mengenal Nanas* (1st Ed.). Indomedia Pustaka.
- Ojo, A. O., & De Smidt, O. (2023). Microbial Composition, Bioactive Compounds, Potential Benefits and Risks Associated With Kombucha: A Concise Review. *Fermentation*, 9(5), 472.
<https://doi.org/10.3390/Fermentation9050472>

- Onsun, B., Toprak, K., & Sanlier, N. (2025). Kombucha Tea: A Functional Beverage and All Its Aspects. *Current Nutrition Reports*, 14(1), 69. <https://doi.org/10.1007/S13668-025-00658-9>
- Ortega-Hernández, E., Martínez-Alvarado, L., Acosta-Estrada, B. A., & Antunes-Ricardo, M. (2023). Solid-State Fermented Pineapple Peel: A Novel Food Ingredient With Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties. *Foods*, 12(22), 4162. <https://doi.org/10.3390/Foods12224162>
- Patimah, R., Susena, B., Febriyanti, A. D., Effendi, C. P., Studi, P., Apoteker, P., & Muhammadiyah Banjarmasin, U. (2024). Rahasia Kulit Nanas Sebagai Sumber Untuk Meningkatkan Daya Tahan Tubuh. *Jurnal Pengabdian Indonesia*, 04(1), 310.
- Paz-Arteaga, S. L., Cadena-Chamorro, E., Gómez-García, R., Serna-Cock, L., Aguilar, C. N., & Torres-León, C. (2024). Unraveling The Valorization Potential of Pineapple Waste To Obtain Value-Added Products Towards A Sustainable Circular Bioeconomy. *Sustainability*, 16(16), 7236. <https://doi.org/10.3390/Su16167236>
- Pelealu, I. W., Lawalata, H. J., Tengker, A. C., & Posumah, D. (2024). Sukses Bakteri Pada Fermentasi Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr). *SOSCIED*, 7(2), 629–640.
- Permadani, K. G., & Sukmawati, I. (2021). Development Of Practical Guidance Based on Research To Improve Science Process Skills and Learning Outcome in Biology Education Students. *Indonesian Journal of Biology Education*, 4(1), 31. <https://doi.org/10.31002/Ijobe.V4i1.3341>
- Phung, L. T., Kitwetcharoen, H., Chamnipa, N., Boonchot, N., Thanonkeo, S., Tippayawat, P., Klanrit, P., Yamada, M., & Thanonkeo, P. (2023). Changes in The Chemical Compositions and Biological Properties of Kombucha Beverages Made from Black Teas and Pineapple Peels and Cores. *Scientific Reports*, 13(1), 7859. <https://doi.org/10.1038/S41598-023-34954-7>
- Prabawardani, S., Fadillah, M. F., Trisnawati, D., Rezaldi, F., Kusumiyati, K., & Mathar, I. (2023). In Vitro Pharmacological Activity Test on Pharmaceutical Biotechnology Products in The Form of Kombucha Bath Soap Pineapple Honey Subang as Antibacterial Gram Positive and Negative. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 145–153. <https://doi.org/10.29303/Jbt.V23i2.4838>
- Pratiwi, C., Saufani, I. A., & Nurfaziah, L. R. (2024). Identifikasi Profil Sensori Ideal Minuman Fermentasi Kulit Buah Nanas (*Ananas Comosus* L.). *Amerta Nutrition*, 8(3SP), 344–352. <https://doi.org/10.20473/Amnt.V8i3sp.2024.344-352>
- Putra, A. A. N. D. A. W., Widnyani, I. A. P. A., & Fitriani, P. P. E. (2022). Kadar Alkohol, Kadar Gula, Dan Derajat Keasaman Pada Fermentasi Minuman Kombucha Salak Bali. *Itepa: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*.
- Rahmah, A. K., Susilawati, S., Rizal, S., & Kustyawati, M. E. (2025). The Influence of The Formulation of Sucrose Sugar and Honey Pineapple (*Ananas comosus* L.) On The Sensory Characteristics of Black Tea

- Kombucha Drinks. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 4(2), 236–247. <https://doi.org/10.23960/Jab.V4i2.10971>
- Renanda, J. D., Utami, B., Herawati, E., & Hariyadi, R. (2025). Pengembangan Panduan Praktikum Bioteknologi Berbasis Hasil Fermentasi Tepache Nanas Kelud Varietas Lokal Untuk Pembelajaran Biologi SMA. *Seminar Nasional Sains, Kesehatan, Dan Pembelajaran* 5, (5).
- Reny Guspratiwi, Agustina, Tiya Tono Taufiq, & Demas Bayu Handika. (2025). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Profil Sensori, pH, Dan Aktivitas Antioksidan Kombucha Teh Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 10(2), 8331–8339. <https://doi.org/10.63071/Vy9t6074>
- Rysha, A., & Mulaj, L. (2026). Quantitative Divergence Between Refractometric Total Soluble Solids (°Brix) And Label-Declared Values in Commercial Fruit Beverages: Implications For Screening. *Scifood*, 20, 351–360. <https://doi.org/10.5219/Scifood.105>
- Salinas-Ruiz, J. P., García, J. G., Tovar, D. R., Cabrera, R. P. C., & Torrico, D. D. (2026). Effects of Fermentation Time and Temperature on The Physicochemical Quality of Kombucha. *Foods*, 15(7), 1226. <https://doi.org/10.3390/Foods15071226>
- Santiago-Santiago, R. M., Michel, M. R., Rodríguez-Herrera, R., Aguilar-Zárate, P., Ascacio-Valdés, J. A., & Flores-Gallegos, A. C. (2025). Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast (SCOBY) In The Food Sector as a Source of Polysaccharides and Other Applications In The Food Sector. *Polysaccharides*, 6(4), 97. <https://doi.org/10.3390/Polysaccharides6040097>
- Sari, T., Abriliant, P. S., Prasasti, E. W. W., Gunawan, H. R., & Herawati, E. (2024). Uji Organoleptik Dan Hedonik Yoghurt Dengan Penambahan Sari Nanas Kelud Asal Kabupaten Kediri. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan, Sains Dan Pembelajaran, Vol. 4, No. 1*, 1123–1131.
- Savitri, D. A., Setiyono, S., Meliala, S. B. P. S., Arum, A. P., Novijanto, N., & Herliani, C. P. (2024). Chemical And Microbiological Characteristics of Kombucha Beverage Produced from Robusta and Arabica Coffee With Varied Roasting Profiles. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 8(3), 290–302. <https://doi.org/10.55043/Jaast.V8i3.286>
- Sazali, R. (2025). Penggunaan Kulit Nenas Yang Difermentasi Berbagai Bioktifator Terhadap Protein Kasar, Lemak Kasar, Serat Kasar Dan Gross Energi Sebagai Pakan Unggas. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 4(10). <https://doi.org/10.53625/Jirk.V4i10.9866>
- Setyaji, A. A., Fitriana, A. S., & Samodra, G. (2024). The Effect Of Temperature and Fermentation Duration on pH Level and Vitamin C Content of Butterfly Pea Flower (*Clitoria ternatea* L.) Kombucha. *Walisongo Journal of Chemistry*, 7(2), 126–134. <https://doi.org/10.21580/Wjc.V7i2.19519>

- Shobib, A., & Muryanto, S. (2022). Pembuatan Alkohol Menggunakan Bahan Baku Kulit Buah Nanas Dengan Cara Fermentasi (Aplikasi Response Surface Methodology). *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 7(1), 70. <https://doi.org/10.31942/Inteka.V7i1.6578>
- Silva, T. O., Costa, G. N., Dos Santos Lima, M., Feihrmann, A. C., Barão, C. E., Magnani, M., & Pimentel, T. C. (2024). Chemical, Microbial, And Functional Characterization of a New Fruity Probiotic Kombucha. *Food Research International*, 198, 115398. <https://doi.org/10.1016/J.Foodres.2024.115398>
- Sionek, B., Szydłowska, A., Trzaskowska, M., & Kołożyn-Krajewska, D. (2024). The Impact of Physicochemical Conditions on Lactic Acid Bacteria Survival in Food Products. *Fermentation*, 10(6), 298. <https://doi.org/10.3390/Fermentation10060298>
- Sornkayasit, K., Jumnainsong, A., Srijampa, S., Ruknarong, L., Buddhisa, S., Thanonkeo, P., Sutthanut, K., Thukhammee, W., Wattanathorn, J., Leelayuwat, C., & Tippayawat, P. (2024). Immunomodulatory Potentials of Modified Kombucha With Pineapple By-Products in Aging: An Ex Vivo Study. *Journal Of Functional Foods*, 112, 105933. <https://doi.org/10.1016/J.Jff.2023.105933>
- Su, J., Tan, Q., Tang, Q., Tong, Z., & Yang, M. (2023). Research Progress on Alternative Kombucha Substrate Transformation and The Resulting Active Components. *Frontiers In Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/Fmicb.2023.1254014>
- Suciati, F., Triastuti, D., & Permadi, E. (2025). Sensory And Chemical Quality of Kombucha Fermented Whey With The Addition of Subang Pineapple Juice. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 13(1), 133. <https://doi.org/10.23960/Jipt.V13i1.P133-150>
- Suffys, S., Richard, G., Burgeon, C., Werrie, P.-Y., Haubruge, E., Fauconnier, M.-L., & Goffin, D. (2023). Characterization Of Aroma Active Compound Production During Kombucha Fermentation: Towards The Control of Sensory Profiles. *Foods*, 12(8), 1657. <https://doi.org/10.3390/Foods12081657>
- Susanti, L. Y., & Norma Kholilah. (2023). Development Of Phet Virtual Based Science Practical Book on Acidic and Basic Solution Submaterial for Grade VII Students of Junior High School. *Edukimbiosis: Jurnal Pendidikan IPA*, 2(2), 55–61. <https://doi.org/10.35905/Edukimbiosis.V2i1.6288>
- Tejedor-Calvo, E., & Morales, D. (2023). Chemical And Aromatic Changes During Fermentation of Kombucha Beverages Produced Using Strawberry Tree (*Arbutus unedo*) Fruits. *Fermentation*, 9(4), 326. <https://doi.org/10.3390/Fermentation9040326>
- Vianna, N. De M., Albagli, G., Pereira, A. Da S., & Amaral, P. F. F. (2025). From Tea Fermentation To New Technologies: Multisectoral Applications of Kombucha SCOBY Through The Lens of Methodi Ordinatio.

- Fermentation*, 11(10), 589.
<https://doi.org/10.3390/Fermentation11100589>
- Villarreal-Soto, S. A., Beaufort, S., Bouajila, J., Souchard, J., & Taillandier, P. (2018). Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Journal Of Food Science*, 83(3), 580–588. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>
- Wandhekar, S. S., Kshirsagar, R. B., Sadawarte, S. K., Giri, S. A., & Veer, S. J. (2025). Exploring The Physical, Chemical and Functional Characteristics of Pineapple Peel and Crown. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences*, 27(3–4), 335–341. <https://doi.org/10.53550/AJMBES.2025.V27i03-04.031>
- Wang, B., Rutherford-Markwick, K., Naren, N., Zhang, X.-X., & Mutukumira, A. N. (2023). Microbiological And Physico-Chemical Characteristics of Black Tea Kombucha Fermented With a New Zealand Starter Culture. *Foods*, 12(12), 2314. <https://doi.org/10.3390/Foods12122314>
- Wang, B., Rutherford-Markwick, K., Zhang, X.-X., & Mutukumira, A. N. (2022). Kombucha: Production and Microbiological Research. *Foods*, 11(21), 3456. <https://doi.org/10.3390/Foods11213456>
- Wang, S., Li, C., Xu, Q., Wang, Y., Wang, S., Zou, Y., Yang, Z., & Yuan, L. (2024). Addition Of Lactic Acid Bacteria Modulates Microbial Community and Promotes The Flavor Profiles of Kombucha. *Food Bioscience*, 60, 104340. <https://doi.org/10.1016/J.Fbio.2024.104340>
- Xiao, S., Pan, Y., Li, X., Xu, M., Tang, Y., Cao, Y., Zhou, Y., Zou, L., Zhao, J., & Wang, A. (2024). Effects Of Tartary Buckwheat In Enhancing Bioactive Compounds and Sensory Properties of Traditional Fruit Kombucha Beverage. *Cereal Chemistry*, 101(1), 274–281. <https://doi.org/10.1002/Cche.10743>
- Younis, M., Akhtar, S., Ismail, T., Qamar, M., Sattar, D., Saeed, W., Mubarak, M. S., Bartkiene, E., & Rocha, J. M. (2024). Lactic Acid Fermentation Ameliorates Intrinsic Toxicants in *Brassica campestris* L. Leaves Harvested at Different Growth Stages. *Foods*, 13(12), 1826. <https://doi.org/10.3390/Foods13121826>
- Zubaidah, E., Cahyadi, A. B., Srianta, I., & Tewfik, I. (2023). Physicochemical And Microbiological Characteristics of Fruit-Based Kombucha. *Food Research*, 7(Supplementary 1), 64–70. [https://doi.org/10.26656/Fr.2017.7S\(1\).8](https://doi.org/10.26656/Fr.2017.7S(1).8)