



VOL 5, NO 2, DESEMBER 2024



BIOFAAL JOURNAL

BIOLOGI, FAAL HEWAN, FAAL TUMBUHAN, FAAL MANUSIA, FAAL OLAHRAGA
JURUSAN BIOLOGI FST UNIVERSITAS PATTIMURA
IKATAN AHLI ILMU FAAL INDONESIA



Intsia bijuga
Photographed by D. E. Sahertian

E-ISSN: 2723 - 4959

BIOFAAL JOURNAL

E-ISSN 2723-4959
Volume 5 Number 2 | Desember 2024

EDITOR IN CHIEF

Laury Marcia Ch. Huwae, S.Si., M.Si

Associate Editor

Efraim Samson, S.Si., M.Si

Dr. Windi Mose, S.Pd

Edwin T Apituley, S.Si., M.Si

Expert Editor Board

Dr. Ir. Alfred O. M. Dima, M.Si (Universitas Nusa Cendana, Kupang)

Dr. Safrida, S.Pd., M.Si (Universitas Syiah Kuala, Aceh)

Dr. dr. Yetty Machrina, M.Kes, AIFO-K (Universitas Sumatera Utara, Medan)

Dr. Saidah Rauf, S.Kep., M.Sc (Politeknik Kesehatan Kemenkes Maluku, Masohi)

Dr. Maria Nindatu, M.Kes (Universitas Pattimura, Ambon)

Dr. Theopilus W Watuguly, M.Kes., AIFO (Universitas Pattimura, Ambon)

Dr. Handy Erwin Pier Leimena, S.Si., M.Si (Universitas Pattimura, Ambon)

Dr. Cecilia A Seumahu, S.Si., M.Si (Universitas Pattimura, Ambon)

Dr. Adrian Jems Akiles Unity, S.Si., M.Si., AIFO (Universitas Pattimura, Ambon)

Dr. Meilissa C. Mainassy, S.Si., M.Si (Universitas Pattimura, Ambon)

Asistant Editorial

Abdul M Ukratalo, S.Si., M.Si

Brian Saputra Manurung, S.Si., M.Sc

Kristi Lenci Patty, S.Si., M.Si

Fuadiska Salamena, S.Si., M.Si

Publisher

Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pattimura,
bekerja sama dengan
Ikatan Ahli Ilmu Faal Indonesia (IAIFI)

Editorial Address

Jurusan Biologi - Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pattimura

Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon, 97234, Maluku, Indonesia

E-mail : biofaaljournal@gmail.com



E-ISSN: 2723 - 4959



**DAFTAR ISI**

1. **HUBUNGAN KEDALAMAN DAN WAKTU PENGAMATAN DENGAN JUMLAH SPAT KERANG HIJAU (*Perna viridisi*) DIPERAIRAN PANTAI DESA WAIHERU, TELUK AMBON BAGIAN DALAM** 074-083
(Mujahiddin Permata Roman Rettob, La Eddy dan Sanita Suriani)
2. **ANALISIS FAKTOR-FAKTOR INTERNAL DAN EKSTERNAL YANG MENINGKATKAN IBU HAMIL MENGANDUNG ANAK DOWN SYNDROM** 084-090
(Lisnur Isnaeni Kusmantioko, Ni'mah Alawiyah Safitri, Ivolia Indah Uswatun Khasanah)
3. **PENGARUH EKSTRAK ETANOL DAUN MANGKOKAN (*Nothopanax scutellarium*) SEBAGAI ANTIBAKTERI *Vibrio* sp** 091-099
(Marthinus Imanuel Halaay Hanoatubun, Hendro Hitijahubessy, Sesilia Fangohoi, Bruri Berel Tumiwa, Jakomina Metungun, Usman Madubun)
4. **LITERATUR REVIEW: TANAMAN TENGGAWANG (*Shorea spp*) DI KALIMANTAN BARAT** 100-106
(Filardha Azelia Vallahayil, Syamswisna, Rifka Elsyah Suhardi, Wilma¹, Mira Tirta Yani dan Luviana Putri)
5. **PENGARUH PENAMBAHAN MADU GALO-GALO TERHADAP AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBUCHA KULIT NANAS DAN AIR KELAPA** 107-115
(Linda Wati, Novelina, Reni Koja dan Ratni Kumala Sari)
6. **BIOAKTIF ALAMI DARI TAPAK DARAH (*Catharanthus roseus*) TERHADAP PENYAKIT HIPERTENSI DENGAN PENDEKATAN DASAR PENELITIAN IN SILICO** 116-122
(Monalisa P J Taihuttu, Fernando A Watung dan Yudrik A Latief)
7. **NILAI TOTAL PLATE COUNT (TPC) BUBUR BAYI HOME INDUSTR** 123-129
(Janan Salma Nabilah Sumantri, Wulan Fitriani Safari dan Septiani)
8. **STRUKTUR POPULASI DAN POLA DISTRIBUSI PALA (*Myristica fragrans* Houtt) PADA PERKEBUNAN PALA DI DUSUN MANGKOBATU BANDA NEIRA MALUKU TENGAH** 130-138
(Gielly Lawansuka, Evelin Tuhumuri dan Dece Elisabeth Sahertian)



PENGARUH PENAMBAHAN MADU GALO-GALO TERHADAP AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMBUCHA KULIT NANAS DAN AIR KELAPA

THE EFFECT OF ADDING GALO-GALO HONEY ON THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF PINEAPPLE PEEL KOMBUCHA AND COCONUT WATER

Linda Wati¹, Novelina^{1*}, Reni Koja¹ dan Ratni Kumala Sari¹

¹Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas - Indonesia

*Corresponding Author e-mail: novelina@ae.unand.ac.id

ABSTRACT

Keywords:
Kombucha,
pineapple peel,
coconut water,
Galo-Galo
honey,
Escherichia coli

Kombucha is a fermented beverage known for its various health benefits, one of which is its antibacterial properties, making it a potential base for soap production. This study aims to evaluate the effect of adding Galo-Galo honey on the antibacterial activity of kombucha made from pineapple peel and coconut water waste. Fermentation was carried out for 15 days, and observations were made on pH value, total titratable acidity (TTA), and antibacterial activity against *Escherichia coli* using the disk diffusion method. The study was designed using a completely randomized design with three repetitions. The results showed that the higher the concentration of Galo-Galo honey added, the more significantly the kombucha pH decreased ($p < 0.05$), with the lowest pH found in the 25% honey treatment (3.09 ± 0.02). The highest total titratable acidity was also found in the 25% honey treatment (1.33 ± 0.11), along with the decrease in pH, indicating an increase in organic acid content. The antibacterial activity test showed that kombucha with a higher honey concentration had a larger inhibition zone against *E. coli*, with the largest inhibition zone found in the 25% honey treatment (11 ± 1.26 mm). The addition of Galo-Galo honey was proven to enhance the chemical properties of kombucha and strengthen its antibacterial activity.

Article History:

Diterima : 2 Desember 2024

Direvisi : 12 Desember 2024

Diterbitkan : 19 Desember 2024

© 2024 Jurusan Biologi FST Universitas Pattimura

How to cite:

Wati, L, Novelina, Koja, R dan Sari, RK (2024). Pengaruh Penambahan Madu Galo-galo Terhadap Aktivitas Antibakteri Kombucha Kulit Nanas dan Air Kelapa. Biofaal Journal. 5(2): 107-115

Copyright © 2024 Author(s)

Homepage: <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/biofaal/index>

E-mail: biofaaljournal@gmail.com



This article is an open access article distributed [a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

A. PENDAHULUAN

Salah satu minuman yang melewati proses fermentasi adalah kombucha. Kombucha identik dengan minuman fermentasi yang berasal dari teh dan banyak hasil riset telah membuktikan keunggulannya untuk kesehatan. Namun, saat ini kombucha dapat dihasilkan tidak hanya berbahan dasar teh, namun juga bahan alam lainnya seperti buah-buahan ataupun

bagian lain dari tumbuhan yang diketahui memiliki kandungan gizi yang bermanfaat. Kombucha adalah minuman fermentasi dengan bantuan beberapa jenis kultur bakteri dan yeast yang bersifat simbiosis atau yang sering dikenal dengan istilah SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*). Terdapat beberapa komponen bioaktif yang terkandung di dalam kombucha, di antaranya adalah asam organik dan asam amino, berbagai jenis vitamin, probiotik, polifenol, gula dan antioksidan (Selvaraj & Gurumurthy, 2023). Komposisi dan suksesi mikrobiota yang terlibat dalam fermentasi kombucha dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti lingkungan, bejana yang digunakan, parameter fermentasi, dan bahan-bahan utama yang digunakan. Meskipun demikian, faktor pendorong utama tetaplah komposisi SCOBY. Beberapa hasil penelitian mengungkapkan bahwa kultur mikroba pada kombucha memiliki keragaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan makanan fermentasi lainnya dengan lima *filum* bakteri yang melimpah yakni *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Deinococcus-Thermus*, *Firmicutes* dan *Proteobacteria* dengan variasi sesuai dengan asal geografis sampel (Lavefve *et al.*, 2019).

Proses fermentasi kombucha menghasilkan berbagai senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai antimikroba, sehingga menjadikannya sebagai kandidat yang menjanjikan dalam eksplorasi sumber alternatif agen antimikroba alami. Berbagai penelitian telah membuktikan aktivitas antimikroba kombucha pada spektrum bakteri dan jamur yang luas. Hal ini dikaitkan dengan aktivitas sinergis dari spesies mikroba dalam mikrobiota kombucha yang menghasilkan asam asetat dan berbagai polifenol (Nyiew *et al.*, 2022). Selain berbahan dasar teh, kombucha telah banyak dihasilkan dari sumber bahan alam lainnya. Sinom atau daun asam jawa yang dijadikan sebagai bahan utama kombucha telah terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *E.coli* dan *S.aureus* (Zubaidah *et al.*, 2024).

Bahan alam lainnya yang juga sudah diteliti sebagai bahan dasar kombucha adalah kulit batang faloak yang juga memiliki aktivitas antibakteri *E.coli*. Indonesia memiliki kelimpahan bahan alam yang dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan kombucha, salah satunya limbah kulit nanas dan air kelapa. Nanas menjadi salah satu buah tropis yang banyak tumbuh dan dibiakkan di Indonesia. Berdasarkan laporan dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi nanas di Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Selain itu, Indonesia menjadi negara keempat dengan produksi nanas terbesar di dunia. Sejauh ini, pemanfaatan limbah kulit nanas masih belum banyak digunakan. Kulit nanas diketahui mengandung 87,80% air; 8,60% gula; dan 1,35 gula pereduksi; 10,54% karbohidrat. Selain itu, kulit nanas juga mengandung senyawa fitokimia lainnya seperti alkaloid, fenol, tanin, flavonoid dan saponin. Beberapa penelitian lain telah meneliti mengenai pemanfaatan kulit nanas untuk bahan tambahan dalam kombucha (Budiandari *et al.*, 2023) (Phung *et al.*, 2023).

Pemanfaatan limbah bermanfaat lainnya sebagai bahan dasar pembuatan kombucha adalah air kelapa. Beberapa provinsi di Indonesia diketahui merupakan produsen kelapa terbesar di Indonesia, diantaranya adalah Riau, Sulawesi Utara dan Tengah, Jawa Timur, Barat, dan tengah, Maluku dan Sumatera. Produksi kelapa terus meningkat dari tahun 2017 hingga tahun 2021. Air kelapa sering menjadi limbah yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Beberapa penelitian juga sudah menggunakan air kelapa sebagai bahan pembuatan kombucha (Watawana *et al.*, 2016). Banyak komponen penting dan bermanfaat yang terkandung di dalam air kelapa, seperti berbagai jenis mineral, asam amino (BCAA, arginin), vitamin (B1, B6, C), asam lemak jenuh dan tak jenuh, serta antioksidan fenol (Azra *et al.*, 2023). Air kelapa juga

mengandung gula sekitar 3,9-4,6 g/100g (Appaiah *et al.*, 2015), potasium (321,60mg/100mL), ion sodiun (33,17/100 mL) dan 0,18% protein (Alva, 2022). Kandungan kaya nutrisi yang terdapat di dalam air kelapa dapat dipertimbangkan sebagai media untuk mendukung pertumbuhan kelompok mikroba yang terdapat di dalam kombucha. Kombinasi air kelapa dan gula kelapa menghasilkan kualitas yang optimal termasuk produksi asam laktat dan jumlah vitamin C (Sipahutar *et al.*, 2024).

Guna lebih mendukung pertumbuhan mikroba yang berperan penting dalam proses fermentasi kombucha, dapat ditambahkan dengan sumber gula. Salah satu sumber gula yang dapat digunakan adalah madu Galo-Galo. Madu termasuk ke dalam substansi alam yang mengandung lebih dari 200 senyawa aktif, diantaranya adalah 38% fruktosa, 31% glukosa, 10% gula lainnya, 18% air dan senyawa lainnya sebanyak 3%. Madu Galo-Galo dihasilkan dari lebah tanpa sengat yang terdapat di Sumatera Barat disebut dengan Galo-Galo yang dapat memproduksi madu dengan kualitas yang baik. Salah satu kelebihan yang dimiliki oleh madu Galo-Galo adalah kandungan antimikroba yang tinggi (Melia *et al.*, 2022). Dengan demikian, dalam penelitian ini dengan memanfaatkan limbah kulit nanas dan air kelapa sebagai bahan utama pembuatan kombucha. limbah kulit nanas dan air kelapa dapat menjadi substrat yang menyediakan berbagai nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroba yang berperan dalam fermentasi kombucha. Selain itu, juga dilakukan penambahan madu Galo-Galo dengan berbagai konsentrasi untuk mendapatkan formulasi terbaik dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Escherichia coli*. Formulasi terbaik dari hasil penelitian ini menjadi bahan dasar untuk pembuatan sabun yang mampu mengurangi jumlah bakteri patogen *E. Coli*.

B. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi & Bioteknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Universitas Andalas pada bulan Juli-September 2024.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol kaca berukuran 250 ml sebagai fermentor kombucha, pH meter, *autoclave*, *petridish*, *erlenmeyer*, tabung reaksi, *hotplate* dan termometer. Bahan yang digunakan adalah kulit buah nanas, air kelapa dengan tingkat kematangan sedang, madu Galo-Galo yang dikembangkan di Kota Padang, Sumatera Barat, akuades steril, larutan *buffer* standar pH 7 (teknis), indikator fenolftalein (teknis), NaOH 0,1 N (teknis), larutan NaCl fisiologis (teknis), media *Mueller Hinton Agar* (MHA), alkohol 70% dan *starter* kombuch yang berasal dari hasil biakan di laboratorium mikrobiologi Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian Universitas Andalas.

Tahapan Penelitian

Pembuatan Kombucha Air Kelapa Dan Kulit Nanas Dengan Penambahan Madu Galo-Galo

Perbandingan antara kulit nanas dan air kelapa yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1:2. Campuran ini dihaluskan dan disaring untuk mendapatkan sarinya. Bahan selanjutnya dipanaskan dengan suhu 90-100°C selama 15 menit. Larutan dimasukkan ke dalam

masing-masing botol steril dan dibiarkan hingga suhu mencapai suhu ruang. Selanjutnya ditambahkan sebanyak 10% *starter* kombucha dan madu Galo-Galo sesuai dengan konsentrasi yang telah ditetapkan yakni 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Larutan diaduk rata dan ditutup dengan kain kasa steril untuk difermentasi selama 15 hari.

Analisis Jumlah Total Asam Tertitrasi

Sebanyak 1 ml sampel dimasukkan ke dalam gelas piala yang berukuran 250 ml dan ditambahkan 150 ml akuades hingga bahan uji larut dengan rata. Tahapan selanjutnya adalah memindahkan larutan ke dalam labu ukur 250 ml dan cukupkan volume larutan sampai dengan tanda tera dengan menggunakan akuades. Larutan disaring, selanjutnya 10 ml filtrat di pipet dan dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* 50 ml. 2-3 tetes indikator PP ditambahkan dan dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N hingga terbentuk warna merah muda. Rumus yang digunakan dalam perhitungan persentase total asam adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ total asam} = \frac{\text{vol NaOH} \times N \text{ NaOH} \times Fp \times BM}{\text{berat bahan uji} \times \text{valensi asam}} \times 100\%$$

Pengukuran Nilai pH

Alat yang digunakan dalam pengukuran nilai pH adalah pH meter. Sebelum digunakan, alat dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan buffer standar pH 7. Elektroda kemudian dicuci dengan air suling dan dikeringkan. Proses pengukuran pH dengan mencelupkan elektroda ke dalam media. Angka yang muncul pada pH meter menunjukkan nilai pH dari media.

Pengujian Antibakteri Menggunakan Metode Difusi Cakram

Metode yang digunakan dalam pengujian antibakteri adalah difusi cakram. Kertas cakram direndam ke dalam sampel kombucha selama 25 menit dan diletakkan di tengah media agar *Mueller Hinton Agar* (MHA) yang telah diinokulasikan bakteri *E. coli*. Tahapan selanjutnya adalah inkubasi media kultur selama 24 jam pada suhu 37°C. Pengukuran zona bening dilakukan menggunakan jangka sorong dengan mengukur diameter vertikal dan horizontal.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan perbedaan tingkat konsentrasi madu Galo-Galo yaitu 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Pengujian dilakukan dengan mengamati zona hambat/bening pada kultur bakteri *Escherichia coli*. Data yang didapatkan dianalisis dengan menggunakan *software* SPSS statistics 27

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini terdapat lima jenis perlakuan yakni berbagai jenis konsentrasi madu Galo-Galo yang ditambahkan ke dalam formulasi kombucha. Perbandingan limbah kulit nenas dan air kelapa yang digunakan adalah 1:2. Dalam 150 ml larutan kombucha, ditambahkan sebanyak 10% *starter* dan madu Galo-Galo sesuai dengan persentase yang telah ditentukan yakni 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Pemilihan konsentrasi madu dengan merujuk pada

penelitian-penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti lainnya (Rezaldi *et al.*, 2022). Proses fermentasi dilakukan selama 15 hari. Pengamatan dilakukan terhadap zona hambat/bening kombucha terhadap bakteri *E.coli*, nilai pH dan nilai Total Asam Titrasi (TAT).

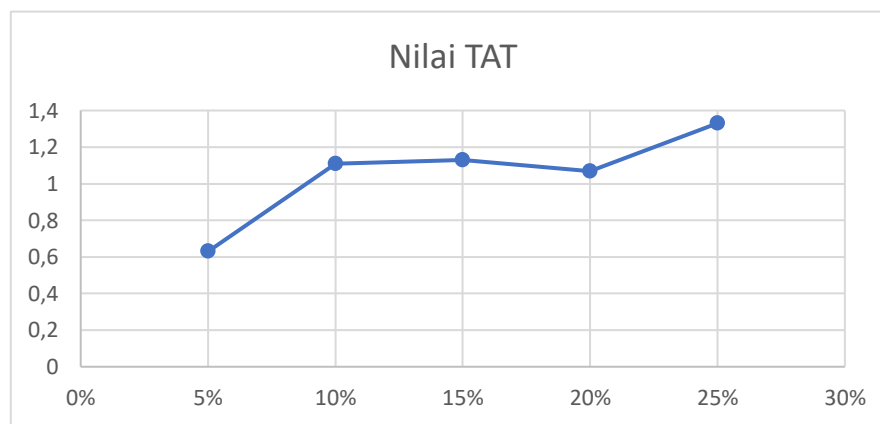
Nilai Uji pH Kombucha

pH merupakan salah satu parameter lingkungan yang mendukung dan mempengaruhi pertumbuhan konsorsium mikroba selama proses fermentasi kombucha. Selama proses fermentasi akan terbentuk beberapa jenis asam diantaranya adalah asam asetat dan glukonik, sehingga pH akan semakin turun (Hur *et al.*, 2014). pH yang rendah selama proses fermentasi menjadi faktor yang dapat menyeleksi beberapa jenis mikroba patogen yang tidak tahan asam. Pada umumnya, khamir yang terlibat dalam fermentasi kombucha memiliki toleransi asam yang tinggi, begitu juga dengan berbagai jenis bakteri yang berperan dalam fermentasi kombucha.

Tabel 1. Nilai rerata pH setelah 15 hari fermentasi dengan 3 kali pengulangan

Perlakuan konsentrasi madu Galo-Galo	Nilai pH \pm SD
A (5%)	3,49 \pm 0,05 d
B (10%)	3,36 \pm 0,02 c
C (15%)	3,17 \pm 0,02 b
D (20%)	3,16 \pm 0,01 b
E (25%)	3,09 \pm 0,02 a

Keterangan: Data yang ditampilkan merupakan nilai rata-rata dari masing-masing ulangan di setiap perlakuan \pm standar deviasi. Huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf 5% ($p < 0,05$).



Gambar 1. Grafik nilai pH untuk masing-masing perlakuan

Tabel 1 dan Gambar 1 menunjukkan nilai rerata pH dari masing-masing perlakuan. pH terendah terdapat pada perlakuan E yakni dengan penambahan madu Galo-Galo sebanyak 25%, sedangkan pH tertinggi diperoleh pada perlakuan 5%. Secara umum dapat disimpulkan bahwa semakin banyak konsentrasi madu yang ditambahkan, semakin kecil nilai pH. Hal ini disebabkan oleh pH madu Galo-Galo yang juga rendah atau cenderung asam yakni 3,69. Hasil ini sejalan dengan penelitian lainnya yakni penambahan madu Galo-Galo menurunkan pH kombucha rosella. Nilai rerata pH untuk semua perlakuan masih tergolong pH optimum dan aman dikonsumsi. Penelitian lain menunjukkan pH terbaik yakni 3,81 dihasilkan dari 0,6% daun asam jawa yang difermentasi selama 7 hari (Zubaidah *et al.*, 2024), nilai pH 4,78 dari kombucha daun *Muntingia calabura* (Herwin *et al.*, 2022). Beberapa faktor eksternal dan

internal dapat mempengaruhi nilai pH kombucha, diantaranya adalah lama fermentasi, jenis teh atau substrat yang digunakan, dan komposisi dari kultur bakteri yang yeast.

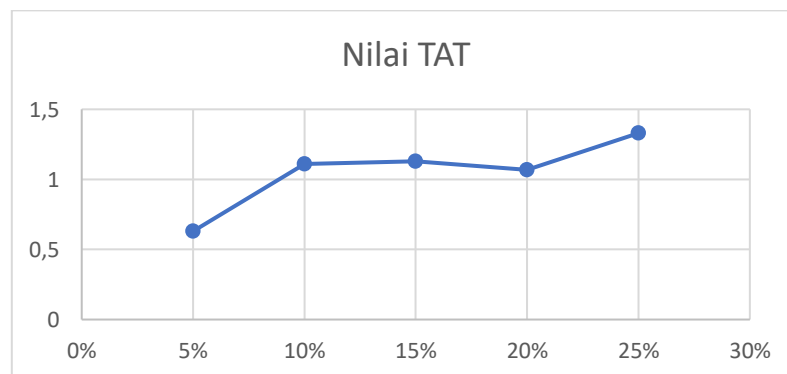
Nilai Total Asam Tertitrasi

Pengukuran nilai Total Asam Tertitrasi (TAT) bertujuan untuk mengukur jumlah seluruh asam yang terdapat di dalam bahan pangan. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi total kandungan asam di dalam kombucha. Umumnya, kombucha mengandung berbagai jenis asam organik yang didominasi oleh asam asetat. Sejalan dengan waktu dan tahapan fermentasi, beberapa jenis asam tersier seperti asam glukuronat dan asam D-sakarot-1,4-lakton (DSL) juga berubah signifikan. Pada tahap awal fermentasi terjadi produksi asam asetat dan asam organik lainnya. Pada tahap fermentasi tersier terjadi peningkatan kadar asam tertentu. Lamanya waktu fermentasi berkorelasi dengan peningkatan total asam yang dapat dititrasi yang artinya semakin lama kombucha di fermentasi, semakin besar jumlah asam yang didapat.

Tabel 2. Nilai rerata TAT setelah 15 hari fermentasi dengan 3 kali pengulangan

Perlakuan konsentrasi madu Galo-Galo	Nilai TAT \pm SD
A (5%)	0,63 \pm 0,04 a
B (10%)	1,11 \pm 0,04 b
C (15%)	1,13 \pm 0,07 b
D (20%)	1,07 \pm 0,09 b
E (25%)	1,33 \pm 0,11 c

Keterangan: Data yang ditampilkan merupakan nilai rata-rata dari masing-masing ulangan di setiap perlakuan \pm standar deviasi. Huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf 5% ($p < 0,05$).



Gambar 2. Nilai total asam tertitrasi pada masing-masing perlakuan

Tabel 2 dan Gambar 2 menampilkan nilai rerata dari total asam pada masing-masing perlakuan. Sejalan dengan nilai rerata pada pH, nilai TAT tertinggi terdapat pada perlakuan E yakni dengan penambahan 25% madu Galo-Galo. Semakin rendah nilai pH, artinya semakin banyak jumlah asam yang terkandung di dalam kombucha. Total asam terendah terdapat pada perlakuan dengan penambahan madu sebanyak 5%. Untuk perlakuan 10%, 15% dan 20% penambahan madu Galo-Galo, tidak terdapat perbedaan nyata secara statistik pada nilai TAT.

Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Kombucha Terhadap Bakteri *Escherichia coli*

Pengujian aktivitas antibakteri kombucha kulit nanas dan air kelapa dengan penambahan madu Galo-Galo dinilai dengan menggunakan metode difusi cakram dan mengukur zona bening/hambat yang terbentuk pada masing-masing perlakuan.

Tabel 3. Nilai rerata zona hambat pada bakteri *E.coli* setelah 15 hari fermentasi dengan 3 kali pengulangan

Perlakuan konsentrasi madu Galo-Galo	Nilai zona hambat <i>E.coli</i> ± SD
A (5%)	3,32 ± 1,72 a
B (10%)	6,73 ± 0,62 b
C (15%)	8,89 ± 0,56 c
D (20%)	10,76 ± 1,31 c
E (25%)	11 ± 1,26 c

Keterangan: Data yang ditampilkan merupakan nilai rata-rata dari masing-masing ulangan di setiap perlakuan ± standar deviasi. Huruf yang berbeda menunjukkan beda nyata pada taraf 5% ($p < 0,05$).

Berdasarkan hasil diameter zona hambat kombucha dengan masing-masing perlakuan terhadap bakteri *E.coli* yang tampak pada Tabel 3, semakin tinggi konsentrasi madu yang diberikan, semakin besar zona hambat yang terbentuk. Namun secara statistik, perlakuan 15%, 20% dan 25% tidak menunjukkan perbedaan nyata secara statistik. Penambahan madu tidak hanya meningkatkan cita rasa kombucha namun juga memberikan efek antibakteri. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kombucha yang difermentasi dengan penambahan madu menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat terhadap bakteri gram positif maupun bakteri gram negatif. Kombucha dengan penambahan madu nanas memberikan efek positif dalam melawan bakteri patogen *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Escherichia coli* (Prabawardani *et al.*, 2023). Salah satu faktor yang menyebabkan aktivitas antibakteri adalah karena adanya metabolit sekunder dalam madu dan proses fermentasi yang meningkatkan senyawa bioaktif kombucha (Rezaldi *et al.*, 2022). Selain itu, proses fermentasi mengubah sifat fisik dan kimia kombucha, menurunkan pH, meningkatkan keasaman, sehingga memberikan efek antibakteri (Elfirta *et al.*, 2023). Kulit nanas juga mengandung berbagai komponen bioaktif seperti flavonoid dan saponin yang berperan dalam antimikroba (Purwati & Raharjeng, 2023). Hal yang sama juga dijumpai pada air kelapa yang kaya akan komposisi fitokimia seperti flavonoid, tanin dan fenol yang cukup efektif dalam melawan bakteri patogen seperti *E. coli* (Suryani *et al.*, 2023).

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa penambahan madu Galo-Galo pada kombucha berbasis limbah kulit nanas dan air kelapa memengaruhi berbagai parameter fisik, kimia dan aktivitas antibakteri. Berikut kesimpulan yang dapat diambil yaitu pemanfaatan limbah kulit nanas dan air kelapa dengan penambahan konsentrasi madu Galo-Galo memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri *Escherichia coli*, sehingga berpotensi dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan sabun. Semakin tinggi konsentrasi madu yang ditambahkan, semakin besar total asam yang dapat dititrasi. TAT tertinggi ditemukan pada perlakuan dengan 25% madu ($1,33 \pm 0,11$), sedangkan TAT terendah pada perlakuan dengan 5% madu ($0,63 \pm 0,04$). Penambahan madu meningkatkan kandungan asam organik dalam kombucha, terutama asam asetat. Kombucha menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap *Escherichia coli*. Kombucha dengan madu Galo-Galo menunjukkan peningkatan keasaman, metabolit bioaktif, dan kemampuan antibakteri. Kombinasi fermentasi dan penambahan madu berkontribusi pada pengembangan produk kombucha dengan potensi manfaat kesehatan, khususnya dalam melawan bakteri patogen seperti *E. Coli*

E. DAFTAR PUSTAKA

- Alva, S. (2021). Analysis of Potassium Ion (K⁺), Sodium Ion (Na⁺), and Proteins from Coconut Water Variety of Coconut and Hybrid Coconut. *Journal of Chemical Natural Resources Vol*, 3(01), 77-83. <https://doi.org/10.32734/jcnar.v3i1.9340>
- Appaiah, P., Sunil, L., Kumar, P. P., & Krishna, A. G. (2015). Physico-chemical characteristics and stability aspects of coconut water and kernel at different stages of maturity. *Journal of food science and technology*, 52, 5196-5203. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1559-4>
- B Budiandari, R. U., Prihatiningrum, A. E., Azara, R., & Aini, F. N. (2023). Influence of Sucrose and Scoby Concentration on Physical Characteristics of Pineapple Skin Kombucha. *Academia Open*, 8(2), 10-21070. <https://doi.org/10.21070/acopen.8.2023.6935>
- Elfirta, R. R., Ferdian, P. R., Setyawan, R. H., Saskiawan, I., Nurjanah, N., Pribadi, A., ... & Manullang, E. S. D. (2023, December). Changes in titrable acidity, pH, and reducing sugars of ganoderma kombucha with honey after the fermentation process. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1271, No. 1, p. 012078). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1271/1/012078>
- Herwin, H. (2022). Production of kombucha from Muntingia calabura L. leaves and evaluation of its antibacterial activity and total flavonoid content. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 12(8), 187-192. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2022.120819>
- Hur, S. J., Lee, S. Y., Kim, Y. C., Choi, I., & Kim, G. B. (2014). Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods. *Food chemistry*, 160, 346-356. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.112>
- Lavefve, L., Marasini, D., & Carbonero, F. (2019). Microbial ecology of fermented vegetables and non-alcoholic drinks and current knowledge on their impact on human health. *Advances in food and nutrition research*, 87, 147-185. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2018.09.001>
- Melia, S., Aritonang, S. N., Juliyarsi, I., Kurnia, Y. F., Rusdimansyah, R., & Hernita, V. O. (2022). The screening of probiotic lactic acid bacteria from honey of stingless bee from West Sumatra, Indonesia and using as starter culture. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(12). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231235>
- Nyiew, K. Y., Kwong, P. J., & Yow, Y. Y. (2022). An overview of antimicrobial properties of kombucha. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(2), 1024-1053. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12892>
- Phung, L. T., Kitwetcharoen, H., Chamnipa, N., Boonchot, N., Thanonkeo, S., Tippayawat, P., ... & 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>
- Purwati, E., & Raharjeng, S. W. (2023). Aktivitas Antibakteri Sabun Padat Ekstrak Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus* L.) pada *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 9(1), 71-78.. <https://doi.org/10.51352/jim.v9i1.670>
- Rezaldi, F., Fadillah, M. F., Agustiansyah, L. D., Tanjung, S. A., Halimatusyadiah, L., & Safitri, E. (2022). Aplikasi metode bioteknologi fermentasi kombucha buah nanas madu (*Ananas comosus*) subang sebagai antibakteri gram positif dan negatif berdasarkan konsentrasi gula yang berbeda. *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 6(1), 9-21. <https://doi.org/10.51213/jamp.v6i1.70>
- Selvaraj, S., & Gurumurthy, K. (2023). An overview of probiotic health booster-kombucha tea. *Chinese herbal medicines*, 15(1), 27-32. <https://doi.org/10.1016/j.chmed.2022.06.010>
- Sipahutar, A. S., Elwina, E., & Zulkifli, Z. (2024). Pengaruh Jenis Gula dan Waktu Fermentasi Terhadap Kualitas Minuman Fermentasi Kombucha Air Kelapa. *Jurnal Riset, Inovasi, Teknologi & Terapan*, 2(2), 53-57. <https://doi.org/10.30811/ristera.v2i2.5468>
- Suryani, S., Taslim, T., Darmana, I., Rahmawati, R., Arikhman, N., Martinus, B. A., Chrisnawati, C., dan S Syamsuwirman. (2023). Molecular identification and antibacterial analysis of lactic acid bacteria from

- coconut water (*Cococ nucifera*) as probiotic candidate . *RASAYAN Journal of Chemistry*, 16(02), 1005–1011. <https://doi.org/10.31788/RJC.2023.1628239>
- Watawana, M. I., Jayawardena, N., Gunawardhana, C. B., & Waisundara, V. Y. (2016). Enhancement of the antioxidant and starch hydrolase inhibitory activities of king coconut water (*Cocos nucifera* var. *aurantiaca*) by fermentation with kombucha ‘tea fungus’. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(2), 490-498. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13006>
- Zubaidah, E., Dewi, C. N., Yua, E. S., & Putri, N. V. (2024). Microbiology, antioxidant, and antibacterial activity of sinom kombucha. *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering (AFSSAAE)*, 7(1), 56-66. <https://doi.org/10.21776/ub.afssae.2024.007.01.6>