

**Aktivitas Antioksidan Minuman Fermentasi Kombucha Kombinasi
Daun Cengkeh (*Syzigium aromaticum* L.) dan
Mangrove (*Rhizophora apiculata*)**

Marsia Tiara Pasassa¹, Henny Lieke Rampe¹, Agustina Monalisa Tangapo^{1*}

¹Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115, Indonesia

*Email: agustina.tangapo@unsrat.ac.id

Abstrak

Kombucha merupakan minuman fermentasi teh dengan sukrosa dan kultur SCOBY. Selain teh hitam, kombucha dapat dibuat dari daun lain seperti daun cengkeh (*Syzigium aromaticum* L.) dan mangrove (*Rhizophora apiculata*) yang kaya antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan dan skrining fitokimia kombucha kombinasi daun cengkeh dan mangrove yang difermentasi selama 14 hari. Aktivitas antioksidan diuji dengan metode DPPH (1,1-difenil-1-pikrilhidrazil) dan mengukur absorbansi menggunakan spektrofotometer untuk menentukan % inhibisi dan IC_{50} . Skrining fitokimia dilakukan secara kualitatif terhadap alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan fenol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi memengaruhi aktivitas antioksidan dari minuman fermentasi kombucha kombinasi daun cengkeh dan mangrove. Nilai IC_{50} pada hari ke-0 diperoleh sebesar 20.138 ppm, pada hari ke-7 mencapai 4.748 ppm dan pada hari ke-14 diperoleh nilai 23.580 ppm. Hasil skrining fitokimia pada kombucha menunjukkan bahwa kombucha kombinasi mengandung alkaloid, saponin, tanin, dan fenol, baik setelah fermentasi hari ke-7 maupun hari ke-14.

Kata kunci: Antioksidan, bakteri, fermentasi, yeast

PENDAHULUAN

Minuman fungsional merupakan minuman yang bermanfaat bagi kesehatan, dan semakin diminati oleh masyarakat seiring meningkatnya kesadaran akan pentingnya hidup sehat. Salah satu minuman fungsional yang diminati adalah minuman probiotik yang kaya akan senyawa antioksidan. Senyawa antioksidan merupakan senyawa penangkal radikal bebas atau zat yang dapat menetralkan radikal bebas (Damanis, dkk., 2020). Salah satu sumber antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas yakni kombucha merupakan minuman hasil fermentasi teh dan gula. Salah satu faktor yang

memengaruhi aktivitas antioksidan dalam kombucha adalah lamanya fermentasi. Peningkatan waktu fermentasi dapat meningkatkan atau bahkan menurunkan kadar senyawa aktif tergantung pada substrat yang digunakan. Semakin lama waktu fermentasi dapat meningkatkan laju konversi senyawa-senyawa yang memengaruhi profil nutrisi dan kandungan antioksidan teh kombucha (Antolak *et al.*, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Meirani, dkk., (2024) menunjukkan adanya peningkatan aktivitas antioksidan kombucha pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*) seiring dengan lama fermentasi dan aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh pada hari ke 13. Hal ini menunjukkan bahwa fermentasi kombucha dapat memperkaya kandungan fitokimia dan kapasitas antioksidan seiring dengan waktu fermentasi.

Pada umumnya, substrat media kombucha yang sering digunakan adalah minuman teh yang berasal dari daun teh hitam, teh hijau, dan teh oolong. Namun, kini telah banyak penelitian yang dikembangkan dalam pembuatan kombucha tidak hanya menggunakan substrat dari jenis daun teh, akan tetapi menggunakan substrat dari jenis daun yang lain seperti pada penelitian ini menggunakan daun cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dan mangrove (*Rhizophora apiculata*). Daun cengkeh dan mangrove merupakan bahan yang berpotensi sebagai substrat dalam pembuatan kombucha yang kaya akan manfaat antioksidan. Sejauh ini, penelitian tentang kombucha yang difermentasi dari kombinasi dua tanaman masih belum banyak dieksplorasi. Yuningtyas, dkk., (2021) mempublikasikan penelitian antioksidan dari kombucha kombinasi daun jambu mawar (*Syzygium jambos*) dan daun jambu bol (*Syzygium malacense*). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Dewanto, dkk., (2021), mangrove memiliki senyawa bioaktif yang tinggi salah satunya pada bagian daun dengan nilai IC_{50} sebesar 96.68 ± 0.68 $\mu\text{g/mL}$. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa ekstrak daun mangrove memiliki antioksidan yang kuat dan berpotensi sebagai obat dari bahan alam. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kolompoy, dkk., (2024), kombucha daun cengkeh memiliki aktivitas antioksidan dengan persentase inhibisi 40.122% serta diperoleh nilai IC_{50} sebesar 126.5 ppm yang tergolong antioksidan sedang. Modifikasi substrat fermentasi kombucha dengan berbagai jenis atau kombinasi jenis tumbuhan sebagai substrat dapat meningkatkan manfaat dari kombucha. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis antioksidan dari minuman kombucha yang difermentasi dari kombinasi substrat daun cengkeh dan daun mangrove.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Biologi Lanjut Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi, Manado. Penelitian dilaksanakan dari bulan Desember 2024 hingga Maret 2025.

Pembuatan Kombucha Kombinasi Daun Cengkeh (*S. aromaticum*) dan Mangrove (*R. apiculata*)

Pembuatan kombucha kombinasi daun cengkeh dan mangrove (KCM) diawali dengan mengambil 6 g simplisia daun cengkeh dan 6 g simplisia daun mangrove yang telah diisi dalam kantong teh masing-masing 2 g/ kantong. Selanjutnya, dimasukkan ke dalam 1 liter akuades yang telah dididihkan. Kemudian ditambahkan gula sebanyak 10% (b/v) dan diaduk merata. Setelah itu, larutan disaring ke dalam toples kaca yang sudah disterilkan dan dibiarkan dingin pada suhu ruangan. Kemudian kultur SCOBY dan starter 10% diinokulasikan ke dalam larutan tersebut dan selanjutnya ditutup kain sebanyak dua lapisan dan diikat karet. Larutan dibiarkan pada suhu ruangan tanpa paparan sinar cahaya matahari langsung selama 14 hari (Kolompoy, dkk., 2024; Sanggor, dkk., 2024).

Analisis Karakteristik Kimia

Analisis karakteristik kimia kombucha kombinasi daun cengkeh dan mangrove dilakukan dengan mengukur pH dan total asam tertitrasi. Pengukuran pH sampel kombucha dilakukan dengan cara

mengambil sekitar 100 ml larutan teh kombucha kemudian dimasukkan ke dalam gelas *beaker* kemudian diukur pH larutan kombucha menggunakan pH meter. Pengukuran total asam titrasi dilakukan dengan cara menuang 10 ml sampel kombucha ke dalam labu ukur berukuran 100 ml kemudian ditambahkan akuades hingga mencapai 100 ml. Kemudian ditambahkan indikator pp 2-3 tetes, dilanjutkan dengan titrasi dengan NaOH 0.1 N hingga warna merah muda terbentuk. Warna merah muda yang timbul tidak akan berubah selama 30 detik (Puspaningrum, dkk., 2022). Total asam tertitrasi dihitung menggunakan persamaan berikut ini (Shafira *et al.*, 2022):

$$\text{Total asam tertitrasi (\%)} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times BM \times Fp}{V_{\text{sampel}} \times 1000} \times 100 \%$$

Keterangan:

V _{NaOH}	= Volume NaOH yang digunakan untuk titrasi (ml)
N _{NaOH}	= Konsentrasi standar NaOH
V _{Sampel}	= Volume sampel yang digunakan untuk titrat
Fp	= Faktor pengencer
BM	= Berat molekul asam asetat

Pembuatan Larutan 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 0.04%

Sebanyak 6 mg serbuk DPPH ditimbang, kemudian diencerkan dengan metanol ke dalam labu ukur 150 ml lalu ditutup dengan aluminium foil dalam keadaan gelap (Kolompoy, dkk., 2024).

Pengujian Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan pada kombucha KCM dilakukan pada masa fermentasi 0, 7, dan 14 hari, dan masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak tiga (3) kali ulangan. Pengukuran aktivitas antioksidan dilakukan dengan menggunakan metode DPPH. Sampel uji larutan kombucha KCM dibuat larutan induk 500 ppm dengan menimbang sampel sebanyak 0.005 g kemudian dilarutkan dalam 10 ml metanol sehingga memperoleh sampel 500 ppm. Selanjutnya masing-masing larutan induk kombucha diencerkan menjadi 20, 40, 60, 80, 100 ppm. Dalam pengujian antioksidan yang dilakukan dibuat kontrol vitamin C sebagai pembanding dengan mengencerkan 2, 4, 6, 8, 10 ppm untuk vitamin C dalam uji antioksidan. Pengukuran aktivitas antioksidan dilakukan dengan mengambil dari setiap sampel (kombucha dan kontrol) 2 ml dan ditambahkan 2 ml DPPH, kemudian dihomogenkan dan didiamkan selama 30 menit pada kondisi gelap. Selanjutnya diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm (Yuningtyas, dkk., 2021a). Pengukuran aktivitas antioksidan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini (Shafira *et al.*, 2022):

$$\text{Aktivitas antioksidan (\%)} = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100\%$$

Keterangan:

A ₁	= Absorbansi tidak mengandung sampel
A ₂	= Absorbansi Sampel

Persamaan tersebut digunakan untuk menentukan nilai IC₅₀. Persentase (%) aktivitas antioksidan yang telah diperoleh dibuat grafik antara konsentrasi dengan % rata-rata aktivitas antioksidan hingga didapatnya nilai $y = bx + a$, setelah itu nilai IC₅₀ (x) dihitung menggunakan persamaan (Yuningtyas, dkk., 2021a).

$$IC_{50}(x) = \frac{50-a}{b}$$

Keterangan:

y = Absorbansi sampel (50)

a = Titik potong kurva pada sumbu y (intercept)

b = Kemiringan kurva (slope)

x = Konsentrasi sampel (IC_{50})

Skrining Fitokimia

Uji Alkaloid

Uji alkaloid dilakukan dengan cara membuat sebanyak 5 ml sampel kombucha, ditambahkan 1 ml asam klorida 2 N serta 10 ml akuades. Campuran dipanaskan pada pemanas air selama 2 menit. Selanjutnya campuran didinginkan kemudian disaring. Filtrat dibagi menjadi 3 tabung reaksi. Pada tabung pertama dimasukkan pereaksi Mayer, pada tabung kedua dimasukkan pereaksi Dragendorff, dan pada tabung ketiga dimasukkan pereaksi Wagner (Yuningtyas, dkk., 2021a). Hasil positif alkaloid ditunjukkan adanya endapan putih untuk pereaksi Mayer, warna cokelat muda untuk pereaksi Wagner dan warna merah jingga untuk pereaksi Dragendorff (Yuningtyas, dkk., 2021a).

Uji Flavonoid

Uji flavonoid dilakukan dengan cara membuat sebanyak 5 ml sampel kombucha, dipanaskan selama 5 menit setelah itu sampel disaring. Filtrat yang diperoleh kemudian ditambahkan serbuk magnesium, 2-3 tetes etanol serta HCl, dan amil alkohol. Adanya senyawa golongan flavonoid ditandai dengan terbentuknya endapan warna jingga hingga merah ungu (Yuningtyas, dkk., 2021a).

Uji Saponin

Uji saponin dilakukan dengan cara sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan HCl 2N sebanyak 5 ml, kemudian larutan didinginkan dan kocok selama 30 detik. Apabila terbentuk busa yang tidak hilang selama 30 detik menunjukkan adanya saponin (Sari & Aryantini, 2018).

Uji Tanin

Uji tanin dilakukan dengan cara membuat sebanyak 5 ml sampel kombucha ditetesi $FeCl_3$ 1%. Adanya tanin ditandai dengan munculnya warna biru kehitaman atau hijau kecoklatan (Yuningtyas, dkk., 2021a).

Uji Fenol

Sebanyak 1 ml sampel kombucha dipipet ke dalam tabung reaksi lalu ditambahkan reagen Folin-Ciocalteu sebanyak 5 ml. Campuran didiamkan selama 5-8 menit. Sebanyak 4 ml Na_2CO_3 75% ditambahkan hingga larutan berwarna biru lalu didiamkan selama 2 jam di ruang gelap. Selanjutnya campuran diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 743 nm. Hasil pengukuran absorbansi diplotkan pada kurva standar asam galat yang akan menghasilkan konsentrasi fenol pada sampel (Yuningtyas, dkk., 2021a).

Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik kombucha dilakukan pada masa fermentasi 7 hari terhadap kombucha KCM. Uji organoleptik kombucha dilakukan dengan 20 orang panelis tidak terlatih, terdiri dari 10 orang perempuan dan 10 orang laki-laki, dengan rentang usia 21 hingga 50 tahun. Setelah panelis melakukan uji terhadap sampel kombucha, selanjutnya panelis mengisi lembaran formulir dengan parameter rasa, aroma, warna dan keseluruhan dan menggunakan skor 1 sampai 7 (1= sangat tidak suka, 2=tidak suka, 3=agak tidak suka, 4= netral/biasa, 5= agak suka, 6= suka, 7= sangat suka) (Hardoko *et al.*, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fermentasi Kombucha

Kombucha kombinasi daun cengkeh (*S. aromaticum*) dan mangrove (*R. apiculata*) dibuat melalui proses fermentasi yang telah diberi gula menggunakan starter mikroba berupa *symbiotic culture of bacteria and yeast* (SCOBY) dan difermentasi selama 14 hari. Pada saat proses fermentasi berlangsung, terjadi perubahan warna oranye kekuningan dari kombucha yang sebelum fermentasi warna kombucha agak lebih terang, seiring dengan berjalannya waktu dalam fermentasi warna kombucha menjadi lebih gelap (Gambar 1). Selain cita rasa serta tampilan dari larutan teh akan berubah, pada hari ke-3, kombucha yang telah difermentasi menunjukkan adanya pembentukan selaput tipis di atas permukaan medium (Gambar 1c), yang ukurannya semakin menebal seiring bertambahnya lama fermentasi yang dikenal dengan nama SCOBY. Proses terbentuknya nata SCOBY dalam kombucha terjadi melalui proses fermentasi.



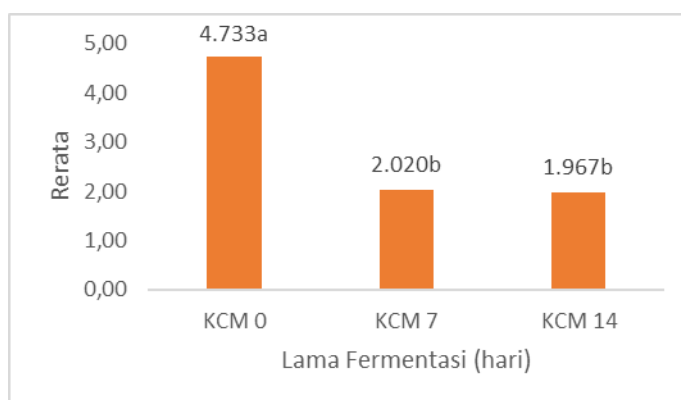
Gambar 1. Kombucha Kombinasi Daun Cengkeh dan Mangrove. (a) Sebelum fermentasi; (b) Sesudah fermentasi; (c) Lapisan biofilm kombucha (ditunjukkan oleh tanda panah).

Karakteristik Kimia

Penurunan pH

Salah satu parameter penting yang mempengaruhi karakteristik kombucha adalah nilai pH. Hasil pengukuran nilai pH yang diperoleh hari ke-0, rata-rata pH kombucha kombinasi daun cengkeh dan mangrove sebesar 4.73, mengalami penurunan pada hari ke-7 hingga hari ke-14 yang berkisar dari 2.02 sampai 1.96 (Gambar 2). Hasil analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap rata-rata pH pada kombucha kombinasi daun

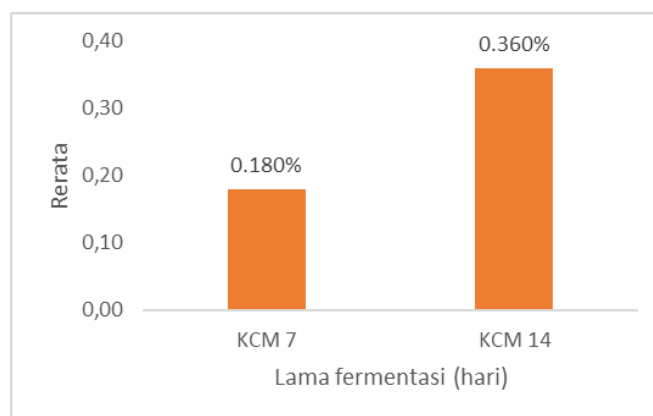
cengkeh dan mangrove. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi, maka nilai pH semakin menurun. Hal ini disebabkan mikroorganisme dalam SCOBY menghasilkan asam-asam organik seperti asam asetat, asam laktat, asam glukonat, glukuronat dan enzim invertase. Senyawa asam tersebut akan melepaskan proton yang menurunkan pH. Penurunan pH akan memicu pembentukan rasa asam pada teh kombucha (Nyhan *et al.*, 2022). Menurut Bishop *et al.*, (2022), pH kombucha yang aman dan dapat dikonsumsi adalah 3.0. Jika pH dibawah nilai 3, kombucha harus diencerkan terlebih dahulu untuk mengurangi keasaman yang berlebih.



Gambar 2. Grafik Rata-rata pH Kombucha Kombinasi.

Total Asam Tertitrasi

Berdasarkan hasil pengukuran, total asam kombucha KCM terus mengalami peningkatan selama fermentasi. Pada fermentasi hari ke-7, persentase total asam kombucha KCM sebesar 0.18%, sementara itu pada hari ke-14 persentase total asam terus meningkat sebesar 0.36% (Gambar 3). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Puspaningrum, dkk., (2021), bahwa total asam kombucha kopi arabika semakin meningkat dengan waktu fermentasi 4-14 hari berkisar antara 1.02-1.51%.



Gambar 3. Grafik Rata-Rata Total Asam Kombucha Kombinasi.

Penurunan nilai pH selama fermentasi kombucha seiring dengan peningkatan kadar asam organik yang ditandai oleh peningkatan persentase total asam titrasi yang signifikan. Hal ini disebabkan selama proses fermentasi, khamir dan bakteri melakukan metabolisme terhadap sukrosa dan menghasilkan sejumlah asam-asam organik seperti asam asetat, asam glukonat, dan asam glukuronat yang menyebabkan peningkatan kadar asam-asam organik. Semakin tinggi asam organik

yang terdapat dalam kombucha, maka semakin tinggi pula total asamnya. Semakin lama waktu fermentasi, maka akan semakin banyak asam asetat yang terbentuk sebagai hasil metabolisme *Acetobacter xylinum*. Semakin lama fermentasi, maka hasil fermentasi akan semakin asam (Puspaningrum, dkk., 2021). Asam asetat merupakan produk utama fermentasi kombucha, maka nilai total asam tertitiasi yang diperoleh dari larutan kombucha kombinasi dapat diasumsikan sebagian besar berasal dari kontribusi asam asetat yang dihasilkan oleh metabolisme bakteri asam asetat (BAA) kombucha. Aktivitas metabolisme yang tinggi menghasilkan berbagai produk asam organik, seperti asam asetat yang berkontribusi pada penurunan pH.

Aktivitas Antioksidan

Antioksidan Vitamin C

Hasil pengukuran uji aktivitas antioksidan vitamin C (asam askorbat) menggunakan spektrofotometer (517 nm) pada konsentrasi 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm diperoleh nilai persentase hambatan terhadap DPPH sebesar 51.06%, 65.71%, 67.65%, 69.22%, dan 72.81% (Tabel 1). Selanjutnya diperoleh persamaan regresi dan diperoleh nilai $y = 12.648x + 44.413$ ($R^2 = 0.9223$). Berdasarkan persamaan regresi dari persentase inhibisi, maka diperoleh nilai IC_{50} aktivitas antioksidan vitamin C sebesar 1,555 ppm. Sifat antioksidan vitamin C pada penelitian ini termasuk antioksidan yang sangat kuat.

Tabel 1. Hasil Uji Antioksidan Vitamin C

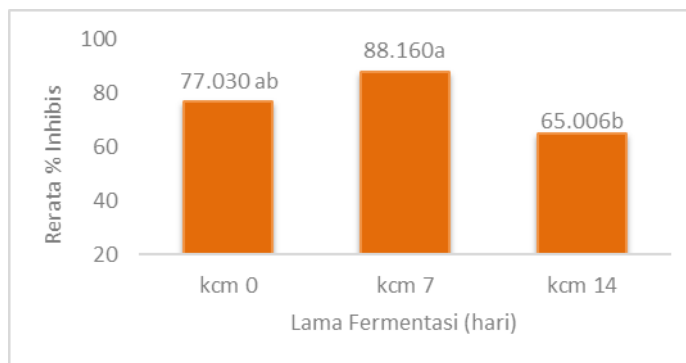
Konsentrasi Vit C	Absorbansi Sampel	% Inhibisi	Regresi Linier	IC_{50} (ppm)
2 ppm	0.177	51.06		
4 ppm	0.124	65.71	$y = 12.648x$	1.555
6 ppm	0.117	67.65	$+ 44.413$	
8 ppm	0.111	69.22	$R^2 = 0.9223$	
10 ppm	0.098	72.81		

Dalam penelitian ini, vitamin C digunakan sebagai standar atau pembanding dalam penentuan kapasitas antioksidan karena asam askorbat berfungsi sumber antioksidan yang sangat kuat yang mampu menangkal berbagai radikal bebas ekstraseluler (Meirani, dkk., 2024). Sampel yang digunakan mengandung vitamin C dan merupakan salah satu sumber antioksidan. Prinsip metode ini yaitu larutan yang berwarna ungu (DPPH) akan direduksi oleh vitamin C pada sampel ditandai dengan perubahan warna menjadi kuning. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kolompoy, dkk., (2024) yang menggunakan vitamin C sebagai pembanding dalam pengujian antioksidan menghasilkan persentase inhibisi sebesar 64.36% pada konsentrasi 10 ppm dengan IC_{50} sebesar 4.9 ppm yang tergolong antioksidan sangat kuat. Penelitian Maesaroh, dkk., (2018), juga menunjukkan bahwa nilai IC_{50} untuk asam askorbat dalam metode DPPH adalah 2.77 mg/l merupakan aktivitas antioksidan yang sangat kuat. Sementara itu, dalam penelitian ini diperoleh persentase inhibisi vitamin C sebesar 72.81% (konsentrasi 10 ppm) dengan nilai IC_{50} sebesar 1.555 ppm yang tergolong antioksidan kuat.

Antioksidan Kombucha Kombinasi Daun Cengkeh dan Mangrove (KCM)

Hasil pengukuran uji aktivitas antioksidan kombucha KCM menggunakan spektrofotometer (517 nm) pada konsentrasi 100 ppm diperoleh nilai persentase hambatan terhadap DPPH sebesar 77.030% pada hari ke-0 fermentasi, 88.226% pada hari ke-7 fermentasi, dan pada hari ke-14 fermentasi diperoleh rerata persentase inhibisi sebesar 65.006% (Tabel 2). Hasil analisis keragaman

lama fermentasi berpengaruh signifikan ($p < 0.05$) terhadap aktivitas antioksidan kombucha kombinasi daun cengkeh dan mangrove (Gambar 4).



Gambar 4. Persentase inhibisi kombucha kombinasi daun cengkeh dan mangrove (KCM). Huruf yang berbeda (a,b) menunjukkan perbedaan nyata.

Pada awal fermentasi diperoleh persentase hambatan terhadap DPPH sebesar 77.030% (Tabel 2), hal ini disebabkan oleh kandungan senyawa dalam daun cengkeh dan daun mangrove yang masih utuh berperan penting sebagai antioksidan yang kuat. Daun cengkeh kaya akan eugenol, tanin, dan flavonoid, sedangkan daun mangrove mengandung flavonoid, polifenol, dan tanin, yang berperan dalam menangkal radikal bebas (Berawi & Marini, 2018). Senyawa-senyawa tersebut masih berada dalam bentuk kompleks seperti glikosida atau terikat pada struktur seluler, sehingga aktivitas antioksidannya bersifat moderat. Hal ini menandakan bahwa meskipun sudah ada aktivitas antioksidan, potensi maksimalnya belum tercapai karena belum ada transformasi metabolik. Setelah tujuh hari fermentasi, terjadi peningkatan persentase inhibisi menjadi 88.226% (Tabel 2). Hal ini disebabkan selama fermentasi, beberapa mikroba dapat menghasilkan metabolit sekunder seperti asam organik dan enzim antioksidan (enzim β -glukosidase dan fenol oksidase) yang menghidrolisis senyawa kompleks menjadi lebih aktif. Selama tahap ini, terjadi transformasi senyawa fenol menjadi bentuk yang lebih larut dan lebih mudah berinteraksi dengan radikal bebas. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas antioksidan yang ditunjukkan oleh nilai IC_{50} menurun menjadi 4.748 ppm dan persentase inhibisi yang mencapai 88.226% pada konsentrasi 100 ppm. Hal ini menandakan bahwa fermentasi selama tujuh hari merupakan titik optimal untuk memperoleh aktivitas antioksidan tertinggi dari kombucha KCM. Setelah empat belas hari fermentasi (Tabel 2), terjadi penurunan persentase inhibisi. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar senyawa antioksidan telah terdegradasi atau berubah menjadi bentuk yang kurang aktif dalam menangkal radikal bebas dan juga kombucha secara alami mengalami penurunan pH (menjadi lebih asam) seiring fermentasi akibat produksi asam organik terutama asam asetat dan asam glukonat yang dapat menyebabkan perubahan struktur kimia senyawa fenol sehingga aktivitas antioksidan menurun. Selama fermentasi, terjadi oksidasi senyawa antioksidan yang disertai peningkatan produksi hidrogen peroksida (H_2O_2) dan radikal bebas oksigen oleh mikroorganisme. Oleh karena itu, senyawa antioksidan yang tersisa mulai teroksidasi dan mengalami inaktivasi, sehingga efektivitasnya berkurang secara signifikan (Ramadhana, 2024).

Tabel 2. Hasil Uji Antioksidan Kombucha Kombinasi

Perlakuan	Konsentrasi	Rerata Absorbansi Sampel	% Inhibisi	Regresi Linier	IC ₅₀ (ppm)
KCM 0	20 ppm	0.205	50.641	$y = 16.065x + 1.7623$ $R^2 = 0.9912$	20.138
	40 ppm	0.165	60.310		
	60 ppm	0.139	66.640		
	80 ppm	0.118	71.741		
	100 ppm	0.096	77.030		
KCM 7	20 ppm	0.139	68.553	$y = 11.432x + 32.19$ $R^2 = 0.8636$	4.748
	40 ppm	0.120	72.830		
	60 ppm	0.110	75.119		
	80 ppm	0.079	82.189		
	100 ppm	0.052	88.226		
KCM 14	20 ppm	0.225	50.501	$y = 8.4675x + 23.239$ $R^2 = 0.8539$	23.580
	40 ppm	0.217	52.381		
	60 ppm	0.200	55.971		
	80 ppm	0.183	59.707		
	100 ppm	0.159	65.006		

Skrining Fitokimia

Tabel 3 menampilkan hasil skrining fitokimia pada larutan fermentasi kombucha kombinasi daun cengkeh dan mangrove mengandung alkaloid dengan pereaksi Wagner, pereaksi Dragendrof, dan dengan pereaksi Mayer. Hasil positif alkaloid ditandai dengan adanya endapan putih untuk pereaksi Mayer, warna coklat muda untuk pereaksi Wagner, dan warna jingga untuk pereaksi Dragendrof. Selain itu, ketiga sampel kombucha juga mengandung saponin yang ditandai dengan timbulnya busa yang tidak hilang selama 30 detik. Adanya kandungan tanin ditandai dengan berubahnya warna sampel menjadi hijau kecoklatan. Adanya kandungan fenol ditandai dengan berubahnya warna sampel menjadi warna biru.

Tabel 3. Hasil Uji Fitokimia Kombucha

Perlakuan	Result					
	Alkaloid			Flavonoid	Saponin	Tanin
	Wagner	Dragendorf	Mayer			
KCM 7	+	+	+	-	+	+
KCM 14	+	+	+	-	+	+

Keterangan:

KCM (kombucha cengkeh dan mangrove); + (mengandung senyawa metabolit sekunder);
- (negatif mengandung senyawa metabolit sekunder)

Pada saat pengujian flavonoid, tidak terdeteksi adanya flavonoid dengan indikator tidak terjadi perubahan warna jingga hingga merah ungu. Kombucha dibuat dari substrat cengkeh dan mangrove yang mengandung senyawa flavonoid (Tuldjanah *et al.*, 2024). Tidak terdeteksinya kandungan flavonoid diduga disebabkan oleh degradasi senyawa flavonoid selama proses fermentasi. Selain itu, keberadaan senyawa lain seperti asam organik, polifenol, dan metabolit hasil fermentasi juga dapat

mengganggu reaksi identifikasi flavonoid. Jika kadar flavonoid dalam sampel sangat rendah, hasil uji bisa saja tidak menunjukkan perubahan warna yang diharapkan. Tidak terdeteksinya senyawa flavonoid, bukan berarti menandakan bahwa flavonoid tidak ada, melainkan kemungkinan telah mengalami perubahan struktur kimia menjadi bentuk lain selama proses fermentasi yang tidak dikenali dalam metode skrining konvensional. Oleh karena itu, apabila dilanjutkan dengan analisis lanjut seperti uji *gas chromatography-mass spectrometry* (GC-MS) dan uji *liquid chromatography-mass spectrometry* (LC-MS) akan menunjukkan kandungan metabolit sekunder yang lebih detail pada kombucha kombinasi daun cengkeh dan mangrove. Pada fermentasi hari ke-7 dan 14, senyawa fitokimia seperti alkaloid, saponin, tanin, dan fenol cenderung terdeteksi secara kualitatif karena substrat yang digunakan dalam fermentasi seperti daun cengkeh mengandung senyawa kimia seperti glikosida, flavonoid, saponin, tanin dan alkaloid (Das *et al.*, 2022; Ekayanti & Nurhujaimah, 2023). Mangrove mengandung tanin, fenol, alkaloid, saponin, flavonoid, dan terpenoid (Berawi & Marini, 2018), senyawa ini menunjang proses fermentasi kombucha kombinasi daun cengkeh dan mangrove yang berpotensi sebagai antioksidan.

Uji Fenol

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada hari ke-0, konsentrasi fenol berkisar 58.703 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi daun cengkeh dan mangrove memiliki kandungan fenol awal yang cukup tinggi. Kandungan alami fenol dalam daun cengkeh kaya akan eugenol dan flavonoid, sementara daun mangrove mengandung tanin, fenol, alkaloid, flavonoid, saponin, terpenoid, dan steroid (Akasia *et al.*, 2021; Tuslinah *et al.*, 2023).

Tabel 4. Hasil Uji Konsentrasi Fenol Pada Sampel Kombucha Kombinasi

Perlakuan	Rerata Abs	Konsentrasi fenol (ppm)
KCM 0	0.823	58.703
KCM 7	0.936	69.599
KCM 14	0.938	71.068

Setelah 7 hari fermentasi, terjadi peningkatan kadar fenol hingga 69.599 ppm. Peningkatan ini kemungkinan besar disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme seperti *Acetobacter* dan *Saccharomyces* yang mengubah substrat organik menjadi senyawa antioksidan baru dan juga disebabkan oleh peningkatan kelarutan fenol dalam larutan akibat fermentasi, membuat lebih banyak senyawa fenol tersedia untuk diukur (Gaggia *et al.*, 2019). Pada fermentasi 14 hari, terjadi peningkatan kadar fenol hingga 71.068 ppm, akibat proses autolisis sel mikroba yang melepaskan enzim dan metabolisme mikroba terus berlanjut menghasilkan lebih banyak senyawa fenol dari substrat kompleks (Bishop *et al.*, 2022). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa semakin banyak fenol yang dihasilkan selama proses fermentasi, semakin tinggi pula aktivitas antioksidannya (Toripa, dkk., 2014). Muhiaddin *et al.*, (2019) menyatakan bahwa peningkatan waktu fermentasi dapat meningkatkan total kandungan fenol (TPC) dan aktivitas antioksidan tanpa mengubah pH dan rasa kombucha. Fenol merupakan salah satu senyawa utama yang berperan terhadap aktivitas antioksidan dalam kombucha. Peningkatan kadar fenol pada hari ke-14 dapat dikaitkan dengan kemampuan kombucha dalam menangkal radikal bebas. Kombucha dengan kadar fenol yang lebih tinggi memiliki aktivitas antioksidan yang lebih kuat, karena fenol bertindak sebagai agen pereduksi radikal bebas. Peningkatan kadar fenol menunjukkan bahwa fermentasi menghasilkan kombucha dengan aktivitas antioksidan yang optimal.

Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan secara visual dengan melihat rasa, aroma, warna, dan keseluruhan terhadap kombucha kombinasi daun cengkeh dan mangrove. Pada penelitian ini uji organoleptik dilakukan pada masa fermentasi 7 hari dengan 20 panelis yang telah diminta untuk melakukan uji kesukaan terhadap warna, aroma, rasa dan keseluruhan teh, dimana secara umum menggunakan skor 1 sampai 7 (1= sangat tidak suka, 2=tidak suka, 3=agak tidak suka, 4= netral/biasa, 5= agak suka, 6= suka, 7= sangat suka) pada formulir uji kesukaan (Hardoko *et al.*, 2020). Pada Tabel 5, hasil tabulasi formulir uji organoleptik yang telah diisi oleh para panelis sesuai dengan indikator penilaian kemudian ditabulasi untuk mendapatkan nilai rata-rata.

Tabel 5. Hasil uji organoleptik hari ke-7

Perlakuan	Result Organoleptik (Rata-rata $\pm$ Standar Deviasi)			
	Warna	Aroma	Rasa	Keseluruhan
KCM	4.90 $\pm$ 1.071	4.95 $\pm$ 1.234	5.80 $\pm$ 0.695	5.60 $\pm$ 0.598

Keterangan:

KCM (Kombucha Cengkeh Mangrove)

Warna

Berdasarkan Tabel 5, hasil uji organoleptik terhadap warna dari 20 panelis diperoleh rata-rata sebesar 4.90 $\pm$ 1.071 dengan daya terima agak suka. Warna merupakan salah satu faktor penerimaan konsumen dalam suatu produk. Warna merupakan kesan pertama karena menggunakan indera penglihatan. Warna yang menarik dapat mempengaruhi panelis atau konsumen dalam mencicipi produk yang akan diuji, penampilan kombucha juga menjadi salah satu penilaian bagi panelis (Rosyada, 2022). Pria dan wanita memiliki preferensi yang berbeda terhadap warna. Wanita umumnya lebih memperhatikan aspek estetika termasuk warna minuman kombucha, sehingga wanita cenderung memberikan penilaian yang lebih detail atau spesifik. Sementara itu, pria lebih toleran terhadap variasi warna selama tidak ada perubahan ekstrem atau warna yang dianggap tidak lazim untuk minuman kombucha.



Gambar 6. Kombucha Kombinasi Daun Cengkeh dan Mangrove Hari 7.

Kombucha KCM memiliki warna kuning terang (Gambar 6), warna yang dihasilkan dari kombucha KCM bergantung pada substrat yang digunakan yaitu daun cengkeh dan daun mangrove. Setelah mengalami fermentasi di hari ke-7, warna kombucha berubah menjadi agak sedikit gelap, karena selama proses fermentasi kombucha terjadi pendegradasian warna oleh mikroba. Perubahan

warna kombucha seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi yang disebabkan oleh kemampuan konsorsium mikroba dalam mendegradasi warna pada kombucha (Czarnowska-Kujawska *et al.*, 2024).

Aroma

Hasil uji organoleptik terhadap aroma dari 20 panelis diperoleh rata-rata sebesar 5.20 ± 1.151 dengan daya terima agak suka. Aroma adalah bau yang subjektif dan sulit diukur. Setiap orang memiliki tingkat kepekaan dan preferensi yang berbeda-beda (Rosyada, 2022). Aroma pada KCM sangat dipengaruhi oleh faktor panelis termasuk jenis kelamin dan umur. Wanita umumnya memiliki sensitivitas penciuman yang lebih tinggi dibandingkan pria dalam mendeteksi aroma, termasuk aroma kompleks hasil fermentasi, serta lebih cepat menangkap aroma asam atau alkohol yang muncul selama fermentasi panjang. Sementara itu, pria lebih toleran terhadap aroma kuat atau asam. KCM memiliki aroma yang lebih kompleks, terdapat sensasi hangat dan tajam dari cengkeh dengan perpaduan aroma herbal dari mangrove. Aroma yang khas pada kombucha menyebabkan sebagian panelis tidak menyukai karena merupakan pengalaman pertama menikmati kombucha, sehingga belum terbiasa dengan aromanya yang khas berasal dari substrat yang digunakan. Kombucha memiliki aroma khas yang mudah dikenali. Aroma tersebut terutama berasal dari asam-asam organik dan senyawa volatil hasil proses fermentasi (Bishop *et al.*, 2022).

Rasa

Hasil uji organoleptik terhadap rasa dari 20 panelis diperoleh rata-rata sebesar 6.20 ± 0.653 yang menunjukkan daya terima suka dari panelis. Rasa memegang peran penentu dalam tingkat penerimaan panelis. Jenis kelamin memengaruhi persepsi rasa, pria dan wanita cenderung memiliki preferensi dan sensitivitas yang berbeda terhadap berbagai rasa. Wanita umumnya lebih menyukai rasa manis dan kompleks, sedangkan pria cenderung lebih menyukai rasa yang kuat dan pahit. Kombucha yang terfermentasi dengan daun cengkeh dan mangrove memiliki rasa yang unik dengan perpaduan antara manis, asam, dan aroma rempah. Wanita lebih menyukai perpaduan rasa yang kompleks, sedangkan pria lebih fokus pada karakteristik rasa yang lebih dominan. Sampel KCM memiliki rasa dengan perpaduan asam dan manis. Penelitian yang dilakukan oleh Tejedor-Calvo & Morales (2023), menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi menyebabkan pH kombucha semakin turun dan meningkatnya rasa asam pada kombucha yang semakin kuat. Rasa asam yang kuat cenderung tidak disukai oleh sebagian besar orang. Hal ini dapat dihasilkan pada produk kombucha yang difermentasi dalam waktu lama. Proses fermentasi yang panjang dapat menghasilkan rasa asam dan aroma yang kuat, tetapi ini juga dapat diimbangi oleh rasa manis yang timbul dari proses fermentasi yang lebih lama. Kombucha dengan umur fermentasi 7 hari sudah memiliki kandungan asam, seperti asam glukonat dan asam aspartat yang dapat memberikan rasa asam yang kuat. Namun, rasa manis yang timbul dari proses fermentasi dapat mengimbangi rasa asam dan membuat minuman kombucha lebih enak dikonsumsi. Oleh karena itu, rasa asam yang kuat pada kombucha yang difermentasi dapat diimbangi oleh rasa manis yang timbul, sehingga minuman kombucha dapat disukai oleh sebagian besar orang.

Penerimaan Keseluruhan

Penilaian keseluruhan kombucha kombinasi daun cengkeh dan mangrove dengan melibatkan 20 panelis diperoleh rata-rata sebesar 5.75 ± 0.550 menunjukkan daya terima yaitu suka. Kombucha memiliki keunikan tersendiri yang dapat disesuaikan dengan preferensi panelis antara wanita maupun pria. Daya terima disebabkan dari segi aroma dan warna, kombucha kombinasi memiliki aroma yang khas dan warna yang terlihat menarik sehingga sangat mempengaruhi daya terima panelis. Oleh karena itu, kombucha kombinasi cengkeh dan mangrove dapat disukai oleh panelis. Faktor kebaruan dalam merasakan kombucha menjadi penyebab utama penerimaan panelis, sedangkan kandungan

bioaktifnya yang bermanfaat bagi kesehatan mendukung penerimaan kombucha sebagai minuman fungsional antioksidan.

KESIMPULAN

Fermentasi kombucha kombinasi daun cengkeh dan mangrove berhasil dilakukan dengan variasi lama fermentasi 0, 7 dan 14 hari. Lama fermentasi berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan yang ditunjukkan dengan persentase inhibisi dan mencapai nilai tertinggi pada fermentasi hari ke-7 dengan nilai persentase inhibisi 88.226%, dengan IC₅₀ 4.748 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Akasia, A.I., Putra, I.D.N.N., dan Putra, I.N.G., 2021. *Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Mangrove Rhizophora mucronata dan Rhizophora apiculata yang Dikoleksi dari Kawasan Mangrove Desa Tuban, Bali*. Journal of Marine Research and Technology. 4(1): 16–22.
- Antolak, H., Piechota, D., dan Kucharska, A., 2021. *Kombucha Tea-A Double Power of Bioactive Compounds from Tea and Symbiotic Culture of Bacteria and Yeasts (SCOBY)*. Antioxidants. 10: 1541. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox10101541>.
- Berawi, K.N., dan Marini, D., 2018. *Tinjauan Pustaka Efektivitas Kulit Batang Bakau Minyak (Rhizophora apiculata) sebagai Antioksidan*. Jurnal Agromedicine. 5(1): 416.
- Bishop, P., Pitts, E.R., Budner, D., Thompson-Witrick, K.A., 2022. *Chemical Composition of Kombucha*. Beverages. 8: 45. DOI: <https://doi.org/10.3390/beverages8030045>.
- Czarnowska-Kujawska, M., Klepacka, J., Starwicz, M., dan Lesinska, P., 2024. *Functional Properties and Sensory Quality of Kombucha Analogs Based on Herbal Infusions*. Antioxidants. 13(10): 1191. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox13101191>.
- Damanis, F.V., Wewengkang, D.S., dan Antasionasti, I., 2020. *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Ascidian hermania momus Dengan Metode DPPH (1,1-Difenil-2- Pikrilhidrazil)*. Pharmacon–Program Studi Farmasi, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi. 9: 464–469. DOI: <https://doi.org/10.35799/pha.9.2020.30033>.
- Das, N., Dey, A., Mandal, S.K., Chatterjee, D., Logesh, R., dan Devkota, H.P., 2022. *Chapter 10: Secondary metabolites of clove (Syzygium aromaticum), Chemistry, Functionality and Applications*. Academic Press: 175-193. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85177-0.00020-3>.
- Dewanto, D.K., Hermawan, R., Muliadin, Riadi, P.H., Aisiah, S., dan Tanod, W.A., 2021. *Profil GC-MS dari Ekstrak Daun Rhizophora apiculata dari Pesisir Teluk Tomini, Sulawesi Tengah Dengan Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan*. Jurnal Kelautan. 14(1): 30-42. DOI: <https://doi.org/10.21107/jk.v14i1.8904>.
- Ekayanti dan Nurhujaimah. 2023. *Analisis Fitokimia dan Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Syzygium Terhadap Bakteri Staphylococcus aureus*. Jurnal Farmasetis. 12(4): 373–378.
- Gaggia, F., Baoni, L., Galiano, M., Nielsen, D.S., Jakobsen, R.R., Castro-Mejia, J.L., Bosi, S., Truzzi, F., Musumeci, F., and Dinelli, G., 2018. *Kombucha Beverage from Green, Black and Rooibos Teas: A Comparative Study Looking at Microbiology, Chemistry and Antioxidant Activity*. Nutrients. 11(1). DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11010001>.
- Hardoko, Harisman, E.K., Puspitasari, Y.E., 2020. *The Kombucha from Rhizophora mucronata Lam. Herbal Tea: Characteristics and The Potential as an Antidiabetic Beverage*. Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research. 8(5): 410-421.
- Kolompoy, E.E., Tangapo, A.M., dan Singkoh, M.O., 2024. *Aktivitas Antioksidan dan Analisis Metabolomik Kombucha Daun Cengkeh (Syzygium aromaticum (L.) Merr. & L. M Perry)*.

- Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan. 15(2): 14-23.
- Maesaroh, K., Kurnia, D., Al Anshori, J., 2018. *Perbandingan Metode Uji Aktivitas Antioksidan DPPH, FRAP dan FIC Terhadap Asam Askorbat, Asam Galat dan Kuersetin*. *Chimica et Natura Acta*. 6(2): 93-100. DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v6.n2.19049>.
- Meirani, P., Ambarwati, dan Putri, D.A., 2024. *Analisis Kandungan Vitamin C dan Kadar Antioksidan Teh Kombucha Daun Pandan Wangi (Pandanus amaryllifolius) dengan Pemanis Stevia Berdasarkan Lama Fermentasi*. *Bioedusains: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*. 7(1): 197–205.
- Muhialdin, B.J., Osman, F.A., Muhamad, R., Wan Sapawi, C.W.N.S.C., Anzian, A., Voon, W.W.Y., and Hussin, A.S.M., 2019. *Effects of Sugar Sources and Fermentation Time on The Properties of Tea Fungus (Kombucha) Beverage*. *International Food Research Journal*. 26(2): 481–487.
- Nyhan, L.M., Lynch, K.M., Sahin, A.W., and Arendt, E.K., 2022. *Advances in Kombucha Tea Fermentation: A Review*. *Appl. Microbiol.* 2(1): 73-103. DOI: <https://doi.org/10.3390/applmicrobiol2010005>.
- Puspaningrum, D.H.D., Sumandewi, N.L.U., dan Sari, N.K.Y., 2022. *Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Selama Fermentasi Kombucha Cascara Kopi Arabika (Coffea arabica L.) Desa Catur Kabupaten Bangli*. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*. 5(2): 44-51. DOI: <https://doi.org/10.24246/juses.v5i2p44-51>.
- Ramadhana, A.S., 2024. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia Dan Aktivitas Antioksidan Pada Kombucha Daun Lampes (Ocimum sanctum L.)*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Rosyada, F.F.A., 2022. *Pengaruh Waktu Fermentasi dan Konsentrasi Gula Terhadap Karakteristik Fisika, Kimia Dan Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha Daun Belimbing Wuluh (Avverhoa bilimbi Linn.)*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel, Surabaya.
- Sanggor, J.H., Siahaan, P., Mambu, S., Singkoh, M., Pujiastuti, D.R., Mantiri, P.K., Hasibuan, F., dan Tangapo, A.M., 2024. *Isolasi Bakteri Asam Laktat pada Kombucha Cengkeh (Syzygium aromaticum (L.) Merr. & L. M. Perry)*. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Terapan (Semnas-Sinta) VIII Tahun 2024*. 2): 37-44.
- Sari, F., dan D. Aryantini. 2018. *Karakteristik Spesifik Ddan Pengaruh Pemberian Oral Ekstrak Terpurifikasi Kelopak Rosella (Hibiscus sabdariffa L.) Terhadap Makroskopis Organ Hepar Tikus Wistar Spesific Character and Effect Oral Administration of Rosella (Hibiscus sabdariffa L.)*. *Calyx Puri*. 1-9
- Shafira, A.E., Hintono, A., and Susanti, S., 2022. *Effect of Fermentation Time on Chemical, Microbiological and Hedonic Quality of Kombucha of Arabica Coffee Cascara (Coffea arabica L.)*. *Journal of Applied Food Technology*. 9(1): 5–10.
- Tangapo, A., Kolondam, B., dan Maabuat, P.V., 2024. *Analisis Terintegrasi Mikro-Fisikokimia Dan Metabolomik dari Fermentasi Kombucha Dengan Substrat Yang Berbeda*. *Laporan Hasil Penelitian-RDUU*.
- Tejedor-Calvo, E., and Morales, D., 2023. *Chemical and Aromatic Changes during Fermentation of Kombucha Beverages Produced Using Strawberry Tree (Arbutus unedo) Fruits*. *Fermentation*. 9(4): 326. DOI: <https://doi.org/10.3390/fermentation9040326>.
- Toripah, S.S.A., Jemmy dan W. Frenly. 2014. *Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Total Fenolik Ekstrak Daun Kelor (Moringa oleifera Lam.)*. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 3(4).

- Tuldjanah, M., Sasdila, Yanuarty, R., Wulandari, A., and Tandil, J., 2024. *Determination of Secondary Metabolite Levels in Ethanol Extract of Clove Leaves (Syzygium aromaticum L.) Using LC-HRMS Methods*. Jurnal Biologi Tropis. 24(1b): 241–249. DOI: <http://doi.org/10.29303/jbt.v24i1b.7975>.
- Tuslinah, L., Aprilia, A.Y., Nurdianti, L., and Septiani, D., 2023. *Analysis of the Level of Eugenol in Clove Leaf Oil (Syzygium aromaticum) After Water was Distilled Using Gas Chromatography-Mass Spectrometry Method*. Jurnal Ilmiah Farmako Bahari. 14(2): 184-193.
- Yuningtyas, S., Isa, A.F., dan Ahabanas. 2021. *Uji Aktivitas Antioksidan Kombucha Kombinasi Daun Jambu Mawar (Syzygium jambos) dan Daun Jambu Bol (Syzygium malacense) dengan Metode DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil)*. Sekolah Tinggi Teknologi Industri dan Farmasi, Bogor.
- Yuningtyas, S., Masaenah, E., dan Telaumbanua, M., 2021a. *Aktivitas Antioksidan, Total Fenol, dan Kadar Vitamin C Dari Kombucha Daun Salam (Syzygium polyanthum (Wight) Walp.)*. Jurnal Farmamedika. 6(1).