

**PENGARUH PENAMBAHAN MADU DAN CENGKEH (*Syzygium aromaticum*) TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA
KOMBUCHA PULPA KAKAO**

Skripsi

Oleh

**Elvia Anggraini
2114231033**



**PROGRAM SARJANA
TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

THE EFFECT OF HONEY AND CLOVE (*Syzygium aromaticum*) ADDITION ON THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF COCOA PULP KOMBUCHA

By

Elvia Anggraini

This study aimed to determine the effect of honey and clove (*Syzygium aromaticum*) addition on the physicochemical characteristics of kombucha made from cocoa pulp. Kombucha is a fermented beverage typically produced from tea, but in this research, cocoa pulp rich in sugars and nutrients was used as the fermentation medium. The study applied four treatments: unfermented (F0), 7-day fermentation (F7), 7-day fermentation with 5.5% honey addition (FM), and 7-day fermentation with 5.5% honey and 0.2% clove addition (FMC). Observed parameters included total sugar, total acidity, antioxidant activity, alcohol content, and color. The results of the study showed that the FMC treatment (7-day fermentation with the addition of honey and clove) had a significant effect and was able to increase total sugar, total acidity, free radical scavenged activity, and color intensity, but did not increase the alcohol content.

Keywords: kombucha, cocoa pulp, honey, clove, physicochemical properties

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN MADU DAN CENGKEH (*Syzygium aromaticum*) TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA KOMBUCHA PULPA KAKAO

Oleh

Elvia Anggraini

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan madu dan cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terhadap karakteristik fisikokimia kombucha berbasis pulpa kakao. Kombucha merupakan minuman fermentasi yang umum menggunakan teh sebagai bahan baku, namun dalam penelitian ini digunakan cairan pulpa kakao yang kaya gula dan nutrisi sebagai media fermentasi. Penelitian dilakukan dengan empat perlakuan, yaitu tanpa fermentasi (F0), fermentasi selama 7 hari (F7), fermentasi 7 hari dengan penambahan madu 5,5% (FM), dan fermentasi 7 hari dengan penambahan madu 5,5% serta cengkeh 0,2% (FMC). Parameter yang diamati meliputi total gula, total asam, aktivitas antioksidan, kadar alkohol, dan warna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan FMC (Fermentasi 7 hari dan penambahan madu + cengkeh) memberikan pengaruh nyata dan mampu meningkatkan total gula, total asam, aktivitas penghambatan radikal bebas, warna, namun tidak meningkatkan kadar alkohol.

Kata Kunci : kombucha, pulpa kakao, madu, cengkeh, karakteristik fisikokimia

PENGARUH PENAMBAHAN MADU DAN CENGKEH (*Syzygium aromaticum*) TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA KOMBUCHA PULPA KAKAO

Oleh

ELVIA ANGGRAINI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi : **PENGARUH PENAMBAHAN MADU DAN CENGKEH
(*Syzygium aromaticum*) TERHADAP KARAKTERISTIK
FISIKOKIMIA KOMBUCHA PULPA KAKAO**

Nama : **Elvia Anggraini**

NPM : **2114231033**

Program Studi : **Teknologi Industri Pertanian**

Jurusan : **Teknologi Hasil Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



1. **Komisi Pembimbing**

Prof. Ir. Neti Yuliana, M, Si., Ph.D.
NIP. 196507251992032002

Dr. Ir. Subeki, M. Sc.
NIP. 19680409199303100

2. **Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian**

Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA.
NIP. 197210061998031005

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Ir. Neti Yuliana, M. Si., Ph.D.

Sekretaris : Dr. Ir. Subeki, M. Sc.

Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Siti Nurdjannah, M.Sc.

2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. E. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 Juni 2025

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Elvia Anggraini

NPM : 2114231033

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi materi yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 26 Juni 2025
Yang membuat pernyataan



Elvia Anggraini
2114231033

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Elvia Anggraini, dilahirkan di Way Kanan sebagai anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Suhaimi dan Ibu Pariyah. Penulis menyelesaikan pendidikan tingkat Sekolah Dasar di SDN Lembasung, di Kecamatan Blambangan Umpu, Kabupaten Way Kanan pada tahun 2015, tingkat Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Blambangan Umpu, Kecamatan Blambangan Umpu, Kabupaten Way Kanan pada tahun 2018, Tingkat Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Blambangan Umpu, Way Kanan pada tahun 2021. Penulis melanjutkan Pendidikan Tinggi di Universitas Lampung di Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Januari-Februari 2024 di Kampung Bumi Baru, Kecamatan Blambangan Umpu, Kabupaten Way Kanan. Penulis melakukan Praktik Umum (PU) di PT. Siger Jaya Abadi, dengan judul “Strategi Pemasaran Produk Rajungan Pasteurisasi di PT. Siger Jaya Abadi” pada bulan Juli-Agustus 2024. Penulis mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan THP Universitas Lampung sebagai anggota Pengabdian Masyarakat pada tahun 2023. Penulis menjadi asisten mikrobiologi lingkungan 2025.

SANWACANA

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi dengan judul “Pengaruh Penambahan Madu dan Cengkeh (*Syzygium Aromaticum*) Terhadap Karakteristik Fisikokimia Kombucha Pulpa Kakao”, merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat melaksanakan Praktik Umum.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA., selaku ketua jurusan Teknologi Hasil Pertanian dan sekaligus Dosen Pembimbing pertama yang telah memberikan saran dan masukan dalam melaksanakan Praktik Umum.
3. Ibu Prof. Dr. Sri Hidayati, S.T.P., M.P., selaku Koordinator Program Studi Teknologi Industri Pertanian, atas bimbingan dan koordinasi yang telah membantu kelancaran proses akademik penulis.
4. Bapak Dr. Wisnu Satyajaya, S.T.P., M.M., M.Si.M.Phil., selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dan sekaligus Dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis.
5. Ibu Prof. Ir. Neti Yuliana, M. Si., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Pertama dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan bantuan dan pengarahan, bimbingan, kritik, saran, nasihat dan motivasi selama pelaksanaan perkuliahan dan penyusunan skripsi. Terima kasih juga atas

kesempatan yang diberikan kepada penulis dalam penelitian terkait karakteristik pulpa kakao.

6. Bapak Dr. Ir. Subeki, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua, yang telah banyak memberikan bantuan dan pengarahannya, bimbingan, kritik, saran, nasihat, dan motivasi selama pelaksanaan penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. Siti Nurdjannah, M.Sc., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran, kritik, dan evaluasi terhadap skripsi ini.
8. Bapak Suhaimi dan Ibu Pariyah selaku orang tua dari penulis yang selalu memberikan dukungan moral, spiritual, material, motivasi, kasih sayang dan doa yang selalu menyertai penulis. Muhammad Arizqi selaku Adik satu-satunya penulis yang telah memberikan doa dan dukungannya.
9. Sahabat-sahabat terbaik Adellia, Andila, Anantasyifa, Lolla, Putri, Jeni, dan Erin yang memberikan doa dan semangat kepada penulis.
10. Sahabat seperjuangan semasa kuliah Btari Vio Rinda, Nabila Tara Adienta dan Eka Wulandari yang telah menemani, membantu, menghibur, mendengar dan mendukung penulis.
11. Sahabat seperjuangan penelitian Nadila, Attika Nur Aisah, Shifa Aulia Wanda Azzizah, dan Julia Fitriani yang telah membantu penelitian penulis.
12. Teman-teman THP angkatan 2021 yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

Bandarlampung, 25 Juni 2025
Penulis.

Elvia Anggraini

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	ii
ABSTRAK	iii
SANWACANA	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Kerangka Pemikiran	2
1.4 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pulpa Kakao	6
2.2 Kombucha Pulpa Kakao	8
2.3 Cengkeh.....	10
2.4 Madu.....	11
III. METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Metode Penelitian.....	13
3.4 Pelaksanaan Penelitian	13
3.4.1 Pembuatan Kombucha Pulpa Kakao.....	13
3.4.2 Pembuatan Minuman Kombucha Pulpa Kakao Dengan Penambahan Madu dan Cengkeh.....	15
3.5 Pengamatan	15
3.5.1 Total Gula.....	15
3.5.2 Total Asam	17
3.5.3 Antioksidan	17
3.5.4 Kadar Alkohol.....	18
3.5.5 Warna	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Total Gula.....	20

4.2 Total Asam	21
4.3 Kadar Alkohol	23
4.4 Aktivitas Antioksidan.....	25
4.5 warna	27
V. KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Kesimpulan.....	29
5.2 Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN.....	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi kimia pulpa kakao.....	6
Tabel 2. Hasil uji lanjut BNT 5% total gula kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh.....	20
Tabel 3. Hasil uji BNT 5% total asam kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh.....	22
Tabel 4. Hasil uji BNT 5% kadar alkohol kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh.....	23
Tabel 5. Hasil uji BNT 5% antioksidan kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh.....	25
Tabel 6. Hasil uji BNT 5% warna L*, a* dan b* kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	27
Tabel 7. Data total gula (%) minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh.....	35
Tabel 8. Data kurva standar total gula minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	35
Tabel 9. Sidik ragam total gula minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh.....	35
Tabel 10. Analisis Beda Nyata Terkecil (BNT) 5% total gula minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	36
Tabel 11. Data total asam (%) minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh.....	36
Tabel 12. Sidik ragam total asam minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh.....	36
Tabel 13. Analisis Beda Nyata Terkecil (BNT) 5% total asam minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh.....	36
Tabel 14. Data kadar alkohol (%) minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	37

Tabel 15. Data larutan standar kadar alkohol minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	37
Tabel 16. Sidik ragam kadar alkohol minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	37
Tabel 17. Analisis Beda Nyata Terkecil (BNT) 5% kadar alkohol minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	38
Tabel 18. Data aktivitas antioksidan minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	38
Tabel 19. Sidik ragam aktivitas antioksidan minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	38
Tabel 20. Analisis Beda Nyata Terkecil (BNT) 5% aktivitas antioksidan minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	39
Tabel 21. Data warna L* minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	39
Tabel 22. Sidik ragam warna L* minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	39
Tabel 23. Analisis Beda Nyata Terkecil (BNT) 5% warna L* minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	39
Tabel 24. Data warna a* minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	40
Tabel 25. Sidik ragam warna a* minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	40
Tabel 26. Analisis Beda Nyata Terkecil (BNT) 5% warna a* minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	40
Tabel 27. Data warna b* minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	41
Tabel 28. Sidik ragam warna b* minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kerangka pemikiran	4
Gambar 2. Kombucha pulpa kakao	8
Gambar 3. Proses pembuatan minuman kombucha pulpa kakao.....	14
Gambar 4. Kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh.....	16
Gambar 5. Proses pembuatan kombucha pulpa kakao.....	42
Gambar 6. Proses pengujian fisikokimia kombucha pulpa kakao	42

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Kombucha adalah minuman hasil fermentasi dengan penambahan kultur simbiosis bakteri dan ragi yang disebut SCOBY (*Symbiotic Culture of Bactery and Yeast*). Umumnya fermentasi kombucha dilakukan dengan bahan baku teh. Hasil fermentasi kombucha memiliki karakteristik yang khas bergantung pada penggunaan bahan (Wahyudi dkk., 2023). Cairan pulpa kakao merupakan salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan menjadi minuman kombucha (Yuliana dkk, 2019). Pulpa mengandung berbagai senyawa nutrisi, diantaranya 12- 15% gula, 1,5- 2,8% serat, 5- 7% pektin, 0,1- 0,5% protein, 0,2- 0,3% abu serta 80- 90% air. Kandungan lain pulpa kakao yakni kalium 1459,842 mg/kg, magnesium 237,230 mg/kg, kalsium 13,343 mg/kg serta memiliki nilai pH 3,5. Komposisi tersebut menjadikan pulpa cocok untuk digunakan sebagai media fermentasi (Kartika, 2023).

Hasil penelitian Sari (2022) menyatakan bahwa karakteristik kombucha pulpa kakao yang difermentasi selama 6 hari berwarna putih krem agak keruh, rasa yang asam, dan aroma sangat asam. Penelitian terdahulu melaporkan bahwa kombucha pulpa kakao dapat ditingkatkan karakteristik sensori dan sifat fungsionalnya dengan penambahan kayu manis (Syari, 2022), jahe merah (Ninda, 2022), dan cengkeh (Fauzan, 2024). Kandungan cengkeh memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan tambahan dalam fermentasi kombucha. Penambahan serbuk cengkeh pada kombucha pulpa kakao mampu meningkatkan karakteristik organoleptik dan kandungan antioksidan, sehingga memperkaya nilai fungsional dan manfaat kesehatan (Sanggor dkk., 2024).

Penambahan serbuk cengkeh sebanyak 0,2% merupakan perlakuan paling optimal terhadap karakteristik sensori (Fauzan, 2024). Proses fermentasi menyebabkan perubahan fisik dan kimia, termasuk perubahan pada kadar gula, kadar alkohol, pH, serta kandungan antioksidan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan cengkeh telah dilakukan uji sensori seperti warna, aroma dan rasa oleh fauzan (2024), namun karakteristik fisikokimia seperti uji total asam, total gula, antioksidan, kadar alkohol, dan warna belum diketahui. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteritik fisikokimia minuman kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh fermentasi dengan penambahan madu dan cengkeh terhadap karakteristik fisikokimia kombucha pulpa kakao.
2. Mengetahui produk kombucha pulpa kakao dengan karekteristik fisikokimia kombucha pulpa kakao terbaik.

1.3 Kerangka Pemikiran

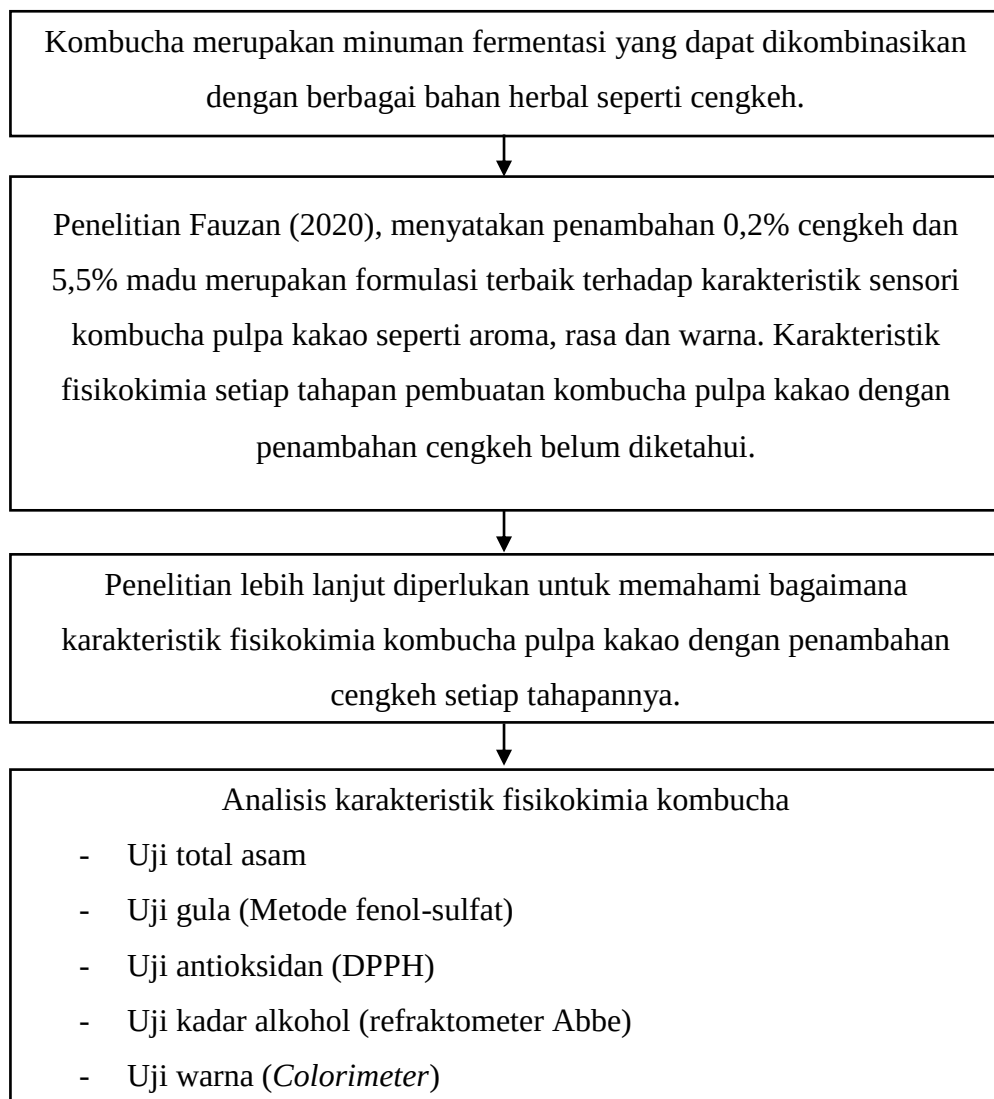
Seiring perkembangan teknologi pangan, kombucha dapat dikombinasikan dengan bahan tambahan herbal untuk meningkatkan kualitas fungsionalnya. Salah satu bahan yang dapat ditambahkan adalah cengkeh (*Syzygium aromaticum*), yang kaya akan senyawa aktif seperti eugenol dan flavonoid yang memiliki sifat antioksidan dan antimikroba (Sanggor dkk., 2024). Penelitian sebelumnya, melaporkan bahwa penambahan bahan herbal seperti cengkeh dapat meningkatkan karakteristik sensori kombucha pulpa kakao (Fauzan, 2024). Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) mengandung senyawa bioaktif, terutama eugenol dan flavonoid, yang memiliki aktivitas antioksidan dan antimikroba. Penambahan cengkeh diyakini mampu meningkatkan kualitas fermentasi, baik dari segi komposisi kimia maupun kualitas organoleptik kombucha (Alfi dkk., 2024).

Berdasarkan penelitian Fauzan (2024), Perlakuan terbaik diperoleh dengan penambahan serbuk cengkeh terhadap kombucha pulpa kakao sebesar 0,2% dan madu 5,5%, karena memberikan hasil optimal untuk karakteristik sensori seperti aroma, warna, dan rasa. Pembuatan kombucha pulpa kakao dengan penambahan cengkeh dilakukan dengan 4 tahap, yaitu sebelum fermentasi, sesudah fermentasi, penambahan madu, dan penambahan cengkeh. Setiap tahap dalam proses menyebabkan perubahan karakteristik yang memengaruhi kualitas akhir produk. Karakteristik sensori telah dilakukan oleh Fauzan (2024) dan belum diketahui karakteristik fisikokimia setiap tahapan dalam pembuatan kombucha pulpa kakao dengan penambahan cengkeh. Proses fermentasi dan penambahan cengkeh berpotensi mengubah karakteristik fisikokimia kombucha, seperti pH, total asam, total padatan terlarut, kadar gula, kadar alkohol, antioksidan, dan warna (Putra dkk., 2021).

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami bagaimana karakteristik fisikokimia setiap tahap pembuatan kombucha pulpa kakao dengan penambahan cengkeh. Perubahan sifat fisikokimia selama fermentasi dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme dalam mengolah gula menjadi asam organik, etanol, dan senyawa bioaktif lainnya. Kombucha merupakan olahan fermentasi dengan kandungan antioksidan yang cukup tinggi (Pebiningrum dan Kusnadi, 2018). Selama proses fermentasi, bakteri akan mengubah gula menjadi asam organik seperti asam asetat, asam glukonat, asam malat, asam glukoronat, asam malat, dan asam folat. Selain itu, gula pasir putih akan diubah menjadi etanol dalam kadar rendah dan CO₂ oleh sekelompok ragi yang berperan dalam proses fermentasi kombucha (Fadillah dkk., 2022). Perubahan ini memengaruhi parameter seperti pH, total asam tertitrasi, kadar gula, kadar alkohol, aktivitas antioksidan, kadar alkohol, dan warna dalam produk akhir (Puspaningrum dkk., 2022). Penambahan bahan seperti cengkeh dapat memperkuat intensitas warna melalui kandungan bioaktifnya. Karena itu, cengkeh dapat memperbaiki kualitas organoleptik serta meningkatkan kandungan bioaktif kombucha (Alfi dkk., 2024).

Berdasarkan penelitian Fauzan (2024), kombucha pulpa kakao dengan penambahan cengkeh yang telah diketahui karakteristik sensori seperti warna,

aroma dan rasa, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui karakteristik fisikokimia pada setiap tahapan pembuatan kombucha pulpa kakao dengan penambahan cengkeh. Penelitian ini menggunakan penambahan serbuk cengkeh sebanyak 0,2% dan madu 5,5% yang merupakan formulasi terbaik berdasarkan penelitian Fauzan (2024). Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu total asam, gula, antioksidan, alkohol, dan warna. Diagram alir kerangka pemikiran disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah

1. Fermentasi dengan penambahan madu dan cengkeh berpengaruh terhadap karakteristik fisikokimia kombucha pulpa kakao.
3. Terdapat produk kombucha pulpa kakao dengan karakteristik fisikokimia kombucha pulpa kakao terbaik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pulpa Kakao

Pulpa kakao merupakan lapisan lendir yang menyelimuti biji kakao. Buah kakao memiliki empat komponen yaitu kulit buah 73,3%, pulpa 10,1%, plasenta 2,0%, dan biji 14,2% (Burhanuddin, 2021). Pulpa kakao merupakan salah satu hasil samping yang dapat dimanfaatkan. Pulpa kakao memiliki kandungan utama berupa air (83–86%) serta nutrisi seperti gula sekitar 10–13%, terdiri dari glukosa (2,13-21,4%), fruktosa (1,06-4,42%), dan sukrosa (2,13-4,06%). Komponen bioaktif dan serat pangan pulpa kakao senyawa fenolik dan antioksidan (Yuliana, 2022). Selain itu, pulpa kakao juga mengandung protein, asam amino, vitamin (terutama vitamin C), dan mineral (Fauzan, 2024). Komposisi pulpa yang demikian merupakan media pertumbuhan yang baik bagi mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi. Komposisi kimia pulpa kakao disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Pulpa Kakao

Komposisi kimia	Jumlah
Moisture (%)	86,38
Karbohidrat (%)	19,50
Fat (%)	1,45
Total protein (%)	0,62
Pektin (%)	0,51
Abu (%)	0,36
pH	3,50
Keasaman (%)	8,33
Reducing sugar (%)	18,00
Tss (Brix)	1,00
Total Fiber (%)	-

Sumber: Nunes *et al.*, 2020.

Pulpa kakao memiliki karakteristik lain berupa warna dan aktivitas antioksidan. Apriyanto (2021) menyatakan bahwa pulpa kakao yang masih berada dalam kondisi steril dan tertutup kulit buah memiliki warna putih. Setelah dibuka dan terpapar lingkungan, warna pulpa cenderung berubah menjadi kecokelatan. Perubahan ini disebabkan oleh kontaminasi mikroorganisme, terutama dari kelompok ragi (*yeast*) serta proses oksidasi senyawa polifenol yang terdapat secara alami dalam pulpa kakao. Pulpa kakao memiliki variasi warna mulai dari putih, krem, bening, hingga kekuningan atau sedikit kemerahan seperti warna bata. Perbedaan warna ini dipengaruhi oleh perbedaan lokasi tumbuh dan varietas tanaman kakao yang digunakan. Berdasarkan penelitian Azizzah (2025), warna pulpa kakao dari berbagai sumber panen menunjukkan variasi yang dipengaruhi oleh lokasi. Pulpa dari Tanggamus paling cerah (L^* 48,240), Lampung Barat paling merah (a^* 6,516), sedangkan Pringsewu dan Pesawaran menunjukkan kekuningan tertinggi (b^* 19,764 dan 15,430).

Pulpa kakao memiliki potensi antioksidan yang tinggi karena mengandung senyawa fenolik dan polifenol seperti flavonoid. Berdasarkan penelitian Yuliana (2022, 2023), kandungan fenolik pada pulpa kakao berkisar antara 101,50–1200 mg GAE/100 g, dengan total flavonoid mencapai 7,19 $\mu\text{g/mL}$. Menurut Giskha (2023), polifenol berperan sebagai antioksidan yang mampu memperlambat, menunda, atau mencegah oksidasi lipid oleh radikal bebas yang berpotensi menyebabkan berbagai penyakit. Aktivitas antioksidan pulpa kakao dapat diukur menggunakan metode DPPH (*1,1-difenil-2-pikrihidrazil*). Berdasarkan penelitian Yuliana (2022), nilai EC_{50} pulpa kakao terhadap DPPH tercatat sebesar 64,74 $\mu\text{g/mL}$, yang menunjukkan kemampuannya dalam menangkal radikal bebas. Kandungan antioksidan dalam pulpa kakao tidak hanya memberikan manfaat kesehatan, tetapi juga memperkaya kualitas sensori, stabilitas, dan nilai fungsional kombucha yang dihasilkan.

2.2 Kombucha Pulpa Kakao

Kombucha merupakan minuman fungsional yang telah lama populer di berbagai negara, termasuk China, Rusia, dan Jerman. Kombucha umumnya dibuat menggunakan teh hijau maupun teh hitam (Risty dkk., 2024). Kombucha pulpa kakao merupakan minuman fermentasi terbuat dari pulpa kakao dengan gula yang dilakukan oleh starter kombucha yang disebut SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) (Yuliana dkk., 2019). SCOBY merupakan bentuk simbiosis antara bakteri *Acetobacter xylinum* dan beberapa jenis ragi seperti *Brettanomyces*, *Zygosaccharomyces*, serta *Saccharomyces*. Selama proses fermentasi, bakteri dan ragi bekerja sama sekaligus bersaing dalam memecah gula, menghasilkan senyawa asam dan alkohol (Kolompoy dkk., 2024). Kombucha pulpa kakao dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kombucha Pulpa Kakao
(Dokumentasi pribadi)

Proses fermentasi kombucha dari pulpa kakao menyebabkan berbagai perubahan fisikokimia, seperti penurunan pH, peningkatan total asam, perubahan total padatan terlarut (brix), pertumbuhan khamir, serta pembentukan senyawa bioaktif (Burhan dkk., 2023). Khamir berperan menguraikan glukosa menjadi etanol, yang kemudian dioksidasi oleh bakteri *Acetobacter* menjadi asam asetat, sedangkan *Lactobacillus* menghasilkan asam laktat dari glukosa, sehingga meningkatkan keasaman produk (Sulistiawaty & Solihat, 2022). Yuliana *et al.*, (2023) melaporkan bahwa selama fermentasi kombucha pulpa kakao, terjadi penurunan pH (4,16 menjadi 2,97) dan total padatan terlarut (12,50°Brix menjadi 11,00°Brix) akibat konversi gula menjadi asam organik oleh mikroba. Selain itu, kadar senyawa bioaktif seperti fenolik (8,37 menjadi 144,75 mg GAEq/mL) dan

flavonoid (1,15 menjadi 1,78 mg QAEq/mL) meningkat, sejalan dengan kenaikan aktivitas antioksidan DPPH (70,14%) dan ABTS (43,49%) yang tertinggi pada hari ke-6 fermentasi, menunjukkan potensi peningkatan nilai fungsional produk.

Berdasarkan penelitian Sari (2022), mengungkapkan bahwa fermentasi pulpa kakao selama 8 hari dengan penambahan gula sebanyak 10% menghasilkan kombucha dengan total asam 6,14%, pH 3,10, dan total padatan terlarut sebesar 11° brix. Penelitian Wibowo (2023), menunjukkan fermentasi kombucha pulpa kakao selama 4 hari dengan perlakuan 12° brix menghasilkan total fenol tertinggi sebesar 4,13 mgGAE/g, aktivitas antioksidan sebesar 89,12%, pH 3,33, dan total gula sebesar 4,61%. Palupi dkk. (2024), melaporkan bahwa fermentasi cairan pulpa kakao selama 7 hari mampu menurunkan pH dari 4,62 menjadi 3,01, meningkatkan total asam dari 0,85% menjadi 1,94%, dan menurunkan kadar gula dari 5,72% menjadi 1,15%. Hal ini memperkuat bahwa lama fermentasi, konsentrasi gula, serta karakteristik substrat sangat berpengaruh terhadap kualitas fisikokimia dan kandungan bioaktif dalam minuman kombucha berbasis kakao.

Fermentasi juga berpengaruh terhadap karakteristik sensori, di mana rasa, aroma, dan warna menjadi lebih kuat akibat reaksi oksidasi senyawa fenolik (Pebriani *et al.*, 2022). Wibowo (2023) menemukan bahwa variasi derajat °Brix (12 dan 16) serta durasi fermentasi (4, 8, dan 12 hari) secara signifikan memengaruhi atribut sensori dan menghasilkan preferensi panelis terbaik pada kondisi optimal tertentu. Sinaga (2024) melaporkan bahwa panelis lebih menyukai kombucha berbahan dasar pulpa kakao dengan karakteristik warna putih keruh dan rasa manis, sedangkan atribut rasa asam dan aftertaste pahit kurang disukai. Selain itu, varian kombucha yang diberi penambahan madu dan cengkeh memperoleh skor lebih tinggi pada atribut rasa dan aroma. Berdasarkan temuan tersebut, dapat diduga bahwa penambahan bahan herbal seperti cengkeh dan madu berpotensi meningkatkan sifat sensori sekaligus memperkaya sifat fungsional dari minuman kombucha.

2.3 Cengkeh

Tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan salah satu tanaman perkebunan bernilai ekonomi tinggi yang banyak dibudidayakan di wilayah timur Indonesia, seperti Sulawesi Utara. Termasuk dalam famili *Myrtaceae*, tanaman ini tumbuh subur di daerah tropis dengan ketinggian antara 200 hingga 900 meter di atas permukaan laut. Pohon cengkeh memiliki ketinggian yang bervariasi, umumnya mencapai 5 hingga 10 meter saat dewasa. Daunnya berwarna hijau mengkilap, sedangkan kuncup bunganya yang berwarna merah keunguan menjadi bagian utama yang dimanfaatkan dalam berbagai industri, seperti rempah-rempah, farmasi, dan produksi minyak atsiri (Rorong, 2019).

Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) merupakan salah satu rempah yang kaya akan minyak atsiri, dengan kandungan utama seperti eugenol dan beta-caryophyllene oxide. Senyawa-senyawa ini diketahui memiliki sifat antioksidan yang tinggi, berkat keberadaan flavonoid dan senyawa fenolik yang berperan dalam melindungi sel tubuh dari stres oksidatif akibat paparan radikal bebas. Selain itu, cengkeh juga mengandung berbagai mikronutrien penting, termasuk vitamin A, C, E, dan K, serta mineral seperti kalium, mangan, kalsium, magnesium, dan natrium. Kombinasi nutrisi ini menjadikan cengkeh sebagai bahan alami yang berkontribusi terhadap pemeliharaan kesehatan tubuh secara menyeluruh (Kolompoy dkk., 2024).

Penambahan cengkeh pada kombucha merupakan inovasi untuk meningkatkan nilai gizi dan menjadikannya sebagai minuman fungsional alternatif. Berdasarkan penelitian Fauzan (2024), penambahan cengkeh pada minuman kombucha pada konsentrasi 0,2% mendapatkan perlakuan terbaik terhadap karakteristik sensori yaitu warna, rasa dan aroma. Penelitian Sinaga (2024), melaporkan bahwa kombucha pulpa kakao dengan tambahan rempah cengkeh memiliki tingkat penerimaan sensori lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa cengkeh, terutama pada aspek aroma dan rasa rempah. Karakteristik sensori berupa warna coklat kehitaman, aroma khas madu dan cengkeh, cita rasa manis madu dan rempah, serta *aftertaste* yang cenderung getir dan asam.

2.4 Madu

Madu merupakan bahan alami yang dihasilkan oleh lebah dari nektar bunga dan telah lama digunakan sebagai pemanis alami serta pengobatan tradisional. Kandungan utama madu terdiri dari gula sederhana seperti fruktosa (30–44%) dan glukosa (25–40%), disertai air (17–20%), asam organik, mineral, vitamin, enzim, serta senyawa fenolik dan flavonoid (Ratnayani dkk., 2008; Adityarini dkk., 2020). Komposisi ini tidak hanya memberikan rasa manis, tetapi juga menjadikan madu sebagai bahan pangan dengan nilai gizi dan aktivitas biologis yang tinggi. Sifat antimikroba dan antioksidan madu telah dibuktikan melalui berbagai studi, menjadikannya sebagai bahan fungsional yang potensial untuk dikombinasikan dalam produk fermentasi seperti kombucha.

Madu mengandung antioksidan yang terdiri dari senyawa enzimatis seperti katalase, glukosa oksidase, dan peroksidase. Senyawa non-enzimatis seperti asam askorbat, flavonoid, asam amino, protein, karotenoid, asam fenolat, dan produk hasil reaksi *Maillard* (Evahelda *et al.*, 2017). Aktivitas antioksidan madu terutama berasal dari senyawa fenolik dan flavonoid yang berfungsi menangkal radikal bebas, menghambat proses oksidasi, dan melindungi sel dari stres oksidatif (Kunat *et al.*, 2023).

Penambahan madu dalam pembuatan kombucha dilaporkan dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dan memperkaya cita rasa produk. Madu juga memperbaiki profil sensorik dengan memberikan rasa manis alami serta aroma khas, menjadikannya sebagai bahan tambahan yang tidak hanya bermanfaat dari sisi gizi, tetapi juga dari sisi fungsional dan penerimaan konsumen (Pebiningrum *et al.*, 2018). Menurut Fauzan (2022), didapatkan konsentrasi terbaik penambahan madu sebanyak 5,5% pada kombucha tidak hanya berkontribusi terhadap rasa manis alami, tetapi juga meningkatkan aroma khas serta keseimbangan rasa asam dan manis yang disukai konsumen. Hal ini berkaitan dengan kandungan senyawa volatil dan bioaktif dalam madu, seperti flavonoid dan asam organik, yang mampu memperkaya profil aroma dan rasa minuman.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan April 2025.

Penelitian ini dilaksanakan Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian, Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, dan Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung..

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah baskom, plastik, kertas saring, plastik *ziplock* bening, aluminium foil, kapas, tisu, bunsen, tabung reaksi, vortex, erlenmeyer, gelas ukur, refractometer, pH meter, timbangan analitik, batang pengaduk, saringan, kapas, corong, buret, mikropipet, termometer, gelas beaker, *centrifuge*, *colorimeter*, mikropipet, pipet tetes, tang penjepit, gunting, karet gelang, korek api, dan laminar *airflow*.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cairan pulpa kakao yang diperoleh dari petani di Desa Suka Agung, Kecamatan Bulok Tanggamus, Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung. Bahan-bahan lain yang digunakan yaitu serbuk cengkeh (Delta Agro), gula pasir (Gulaku), starter SCOBY, madu (madu sehat KS), alkohol 96%, aquades, NaCl 85%, fenol-sulfat, etanol, dan DPPH.

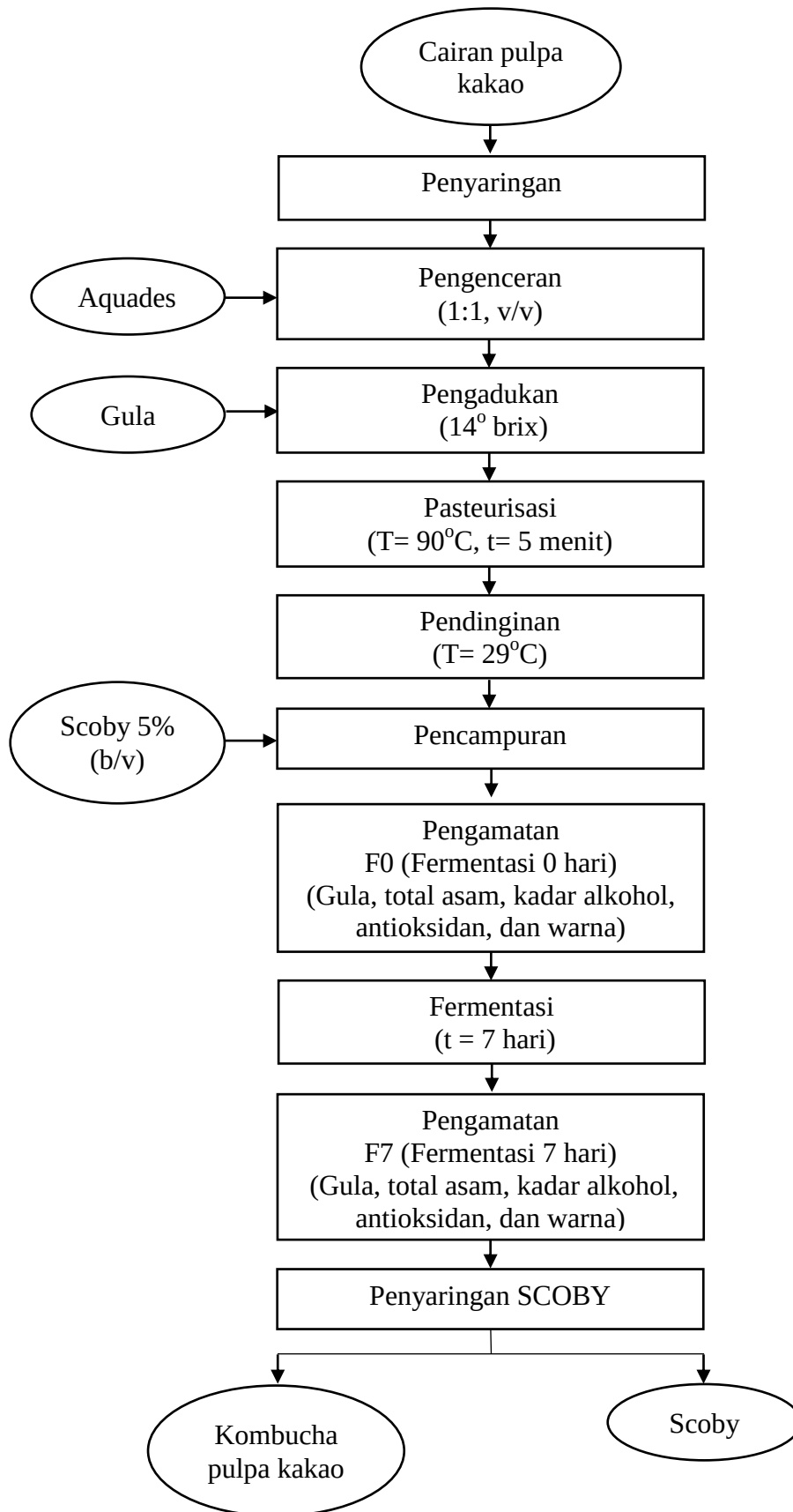
3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan perlakuan tunggal. Perlakuan yang diberikan yaitu FO (Fermentasi 0 hari), F7 (Fermentasi 7 hari), FM (Fermentasi 7 hari + madu), dan FMC (Fermentasi 7 hari + madu & cengkeh). Penelitian dilakukan dengan 5 kali ulangan. Data yang dihasilkan diuji kehomogenan dengan uji *Barlett* dan penambahan data dengan uji *Tuckey*. Data kemudian dianalisa dengan sidik ragam untuk menampatkan penduga galat dan uji signifikan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan yang selanjutnya dianalisa lebih lanjut menggunakan uji BNT (Beda nyata terkecil) pada taraf 5%.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan Kombucha Pulpa Kakao

Pembuatan minuman kombucha pulpa kakao mengikuti penelitian Fauzan (2024) yang dimodifikasi pada tahapan pengambilan sampel pada sebelum dan sesudah fermentasi. Pembuatan minuman kombucha pulpa kakao diawali dengan menyiapkan cairan pulpa kakao sebagai media fermentasi yang selanjutnya disaring dan diukur kadar padatan terlarutnya (Brix). Cairan pulpa kakao diencerkan dengan aquades dalam rasio 1:1 dan kembali diukur nilai brix-nya, kemudian ditambahkan gula pasir perlahan hingga mencapai 14° brix, lalu dipasteurisasi pada suhu 90°C selama 5 menit. Setelah dipasteurisasi larutan dituang ke dalam wadah fermentasi dan didinginkan hingga suhu kamar (29°C). Setelah itu starter bakteri dan khamir (SCOBY) ditambahkan sebanyak 5% (b/v) dan dilakukan pengambilan sampel F0 (Fermentasi 0 hari) untuk gula, total asam, kadar alkohol, antioksidan, dan warna. Proses fermentasi dilakukan pada suhu ruang (25°C) selama 7 hari. Setelah fermentasi selesai, nata yang terbentuk dipisahkan dari cairan kombucha dan dilakukan pengambilan sampel F7 (Fermentasi 7 hari) untuk pengamatan seperti sebelumnya. Proses pembuatan minuman kombucha pulpa kakao disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Pembuatan Minuman Kombucha Pulpa Kakao

3.4.2 Pembuatan Minuman Kombucha Pulpa Kakao Dengan Penambahan Madu dan Cengkeh

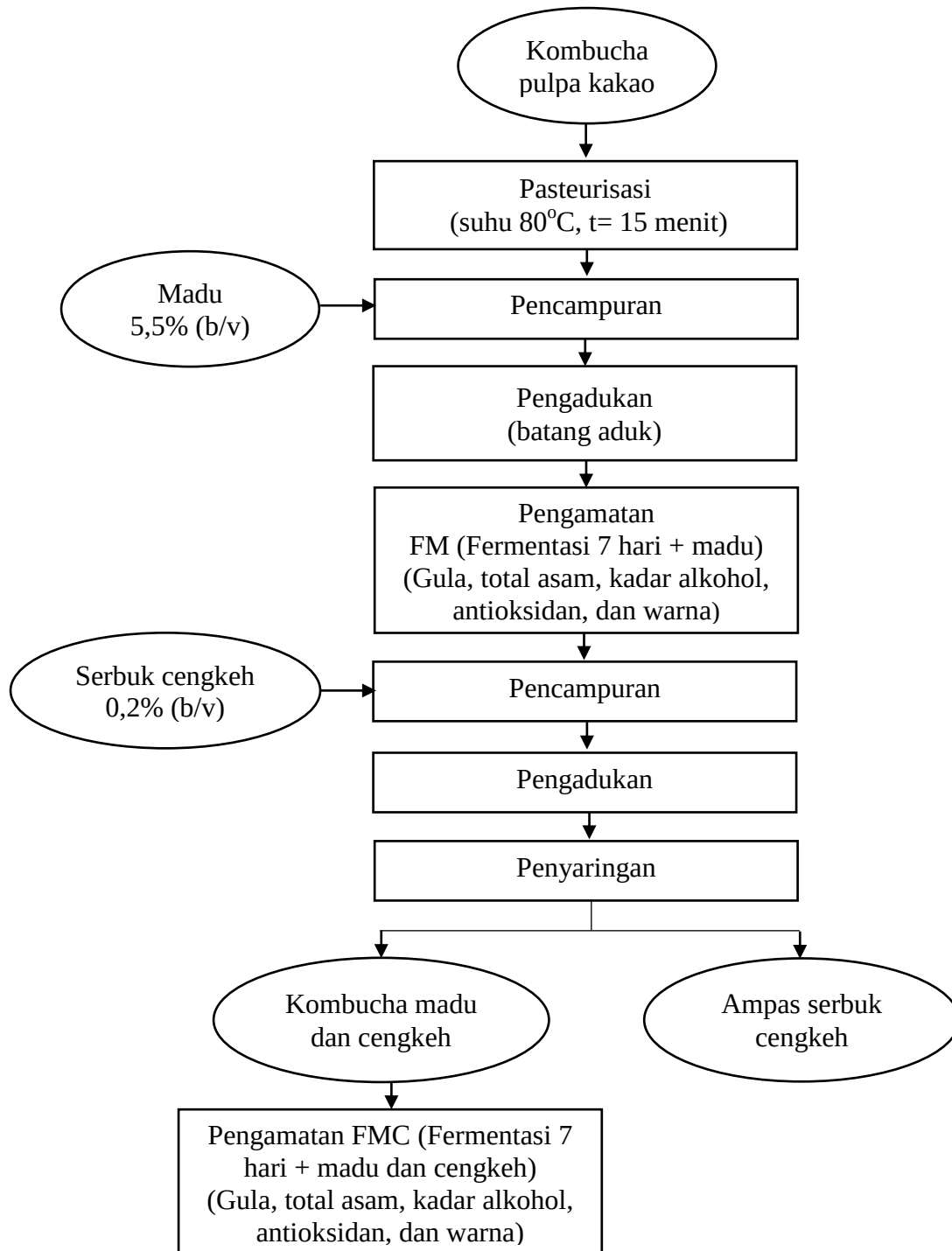
Kombucha F7 (Fermentasi 7 hari) dilakukan penambahan madu dan cengkeh mengikuti konsentrasi terbaik yang dilaporkan Fauzan (2024). Tahap pertama, kombucha F7 ditambahkan madu sebanyak 5,5%, selanjutnya diaduk hingga homogen dan ditandai sebagai sampel FM (Fermentasi 7 hari + madu). Kemudian kombucha FM dilakukan penambahan serbuk cengkeh sebanyak 0,2%.

Selanjutnya larutan disaring hingga tidak ada endapan cengkeh dan disebut sebagai sampel FMC (Fermentasi 7 hari + madu dan cengkeh). Sampel FM dan FMC kemudian diuji kandungan gula, total asam, kadar alkohol, antioksidan, dan warna. Diagram alir kombucha pulpa kakao dengan penambahan madu dan cengkeh disajikan pada Gambar 4.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Total Gula

Pengujian total gula dilakukan menggunakan metode fenol-sulfat (Dubois *et al.*, 1956). Langkah pertama yaitu membuat kurva standar melalui pembuatan larutan induk glukosa, di mana 100 mg glukosa dilarutkan dalam 100 mL aquades. Larutan standar glukosa diperoleh dengan mengencerkan 10 mL larutan induk glukosa hingga 100 mL dengan aquades dan diambil 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, dan 1 mL. Kemudian masing-masing diencerkan menggunakan aquades hingga volume 1 mL. Larutan standar glukosa diambil 0,5 mL dari setiap konsentrasi dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 0,5 mL larutan fenol 5% dan di-vortex hingga merata. Selanjutnya, 2,5 mL asam sulfat pekat ditambahkan dengan cepat secara tegak lurus ke permukaan cairan dan didiamkan selama 10 menit. Setelah itu, larutan kembali di-vortex selama 30 detik dan ditempatkan dalam *water bath* berisi air hangat selama 15-20 menit hingga warnanya oranye-kuning yang stabil. Kemudian absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 490 nm menggunakan spektrofotometer.



Gambar 4. Kombucha Pulpa Kakao Dengan Penambahan Madu dan Cengkeh

Sampel yang akan diuji disiapkan terlebih dahulu dan disentrifugasi pada 10.000 rpm. Kemudian dilakukan pengenceran dengan perbandingan 1 mL sampel : 9 mL aquades. Sebanyak 0,5 mL sampel hasil pengenceran dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan diproses dengan cara yang sama seperti pada pembuatan kurva standar, menggunakan larutan fenol 5% dan asam sulfat pekat. Larutan blanko juga dibuat dengan mencampurkan 1 mL aquades, dan diproses seperti langkah kurva standar. Perhitungan konsentrasi gula dalam sampel ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi kurva standar dan memperhitungkan pengenceran.

3.5.2 Total Asam

Pengujian total asam dilakukan menggunakan pH meter dengan metode titrasi (Yuliana *et al.*, 2023). Sampel sebanyak 20 mL dimasukkan kedalam gelas beaker, kemudian dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N dan diukur menggunakan pH meter yang sudah dikalibrasi hingga mencapai pH 8,3. Kemudian jumlah penggunaan NaOH dicatat untuk dilakukan perhitungan. Perhitungan total asam dilakukan dengan rumus:

$$\text{Total Asam} = \frac{V \text{ titran} \times N \text{ NaOH} \times \text{Eq wtx} \times 100}{V \text{ sampel} \times 1000}$$

Keterangan :

mL NaOH : Jumlah NaOH yang keluar dari buret

N NaOH : Normalitas larutan NaOH

Eq wt : *Equivalent weight of acetic acid* (60.05 mg/mEq)

Volume sampel : Jumlah sampel yang dititrasi.

3.5.3 Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan pada kombucha diawali dengan menyiapkan ekstrak sampel (Yuliana *et al.*, 2023). Sebanyak 5 mL sampel diambil dan dicampurkan dengan 20 mL etanol 96%, kemudian diekstraksi menggunakan *shaker* selama 4 jam. Ekstrak yang dihasilkan kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Kemudian, ekstrak disaring menggunakan kertas saring Whatman *grade 2* dengan ketebalan 8 µm.

Analisis antioksidan dilakukan dengan membuat larutan kontrol 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Sebanyak 0,0078 gram larutan DPPH ditimbang di ruangan gelap dan dilarutkan dalam 100 mL etanol 96% untuk mendapatkan larutan DPPH 0,02 mM. Larutan DPPH kemudian diambil sebanyak 3 mL, dimasukkan ke dalam kuvet, dan absorbansinya diukur pada panjang gelombang 517 nm sebagai absorbansi kontrol (A_k). Pengujian larutan ekstrak diambil sebanyak 1 mL ekstrak menggunakan pipet dan dicampur dengan 2 mL larutan DPPH, lalu dihomogenkan selama 30 detik menggunakan vortex. Larutan ekstrak kemudian diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang, kemudian sebanyak 3 mL larutan dimasukkan ke dalam kuvet dan absorbansinya diukur pada panjang gelombang 517 nm. Absorbansi yang didapat digunakan sebagai absorbansi sampel (A_s). Kemudian, absorbansi yang didapat dari ekstrak dibandingkan dengan absorbansi DPPH sehingga diperoleh persentase aktivitas antioksidan. Persentase aktivitas antioksidan terhadap radikal DPPH dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ Penghambatan} = \frac{A_k - A_s}{A_k} \times 100\%$$

Keterangan :

A_k = Absorbansi kontrol

A_s = Absorbansi sampel

3.5.4 Kadar Alkohol

Pengujian kadar alkohol kombucha dilakukan dengan alat refraktometer abbe, setelah melalui proses destilasi dengan alat destilasi Velp Scientifica UDK 149 (Christopoulou *et al.*, 2003). Sebanyak 50 mL sampel dimasukkan ke dalam tabung alat destilasi Velp, kemudian pilih metode yang sesuai, volume sampel diatur, tombol start ditekan. Kemudian, hasil destilat ditampung dalam wadah dan diukur indeks biasnya menggunakan refraktometer Abbe. Kadar alkohol selanjutnya dihitung menggunakan rumus berdasarkan kurva standar alkohol yang telah dibuat dari konsentrasi 0%, 0,5%, 1,0%, 1,5%, dan 2,0%. Persamaan kurva standar yang digunakan adalah:

$$y = 0,5x - 0,5$$

3.5.5 Warna

Pengujian warna kombucha dilakukan dengan menggunakan alat *colorimeter* (Saricoban dan Yilmaz, 2010). Pengujian dilakukan pada sampel sebanyak 20 mL yang dimasukkan kedalam plastik *ziplock* bening. Kemudian alat *colorimeter* ditempelkan pada sampel untuk menunjukkan nilai L, a, b. Nilai L mempresentasikan tingkat kecerahan (*lightness*), dengan skala 0 untuk warna hitam dan 100 untuk warna putih. Nilai axis a mempresentasikan intensitas warna merah (*redness*), dengan skala negatif (-) untuk warna hijau dan skala positif (+) untuk warna merah. Sedangkan nilai b mempresentasikan warna biru untuk skala negatif (-) dan warna kuning untuk skala positif (+).

Keterangan :

L^* = *Lightness* pada titik tertentu

a^* = *Redness* pada titik tertentu

b^* = *Yellowness* pada titik tertentu

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Perlakuan fermentasi dengan penambahan madu dan cengkeh memberikan pengaruh nyata terhadap total gula, total asam, aktivitas antioksidan, alkohol, dan warna.
2. Perlakuan FMC (Fermentasi 7 hari dengan penambahan madu dan cengkeh) dapat meningkatkan total gula, total asam, aktivitas penghambatan radikal bebas, warna, dan kadar alkohol.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk melakukan evaluasi kelayakan produk kombucha pulpa kakao sebagai minuman fungsional, khususnya dari aspek mutu kimia dan stabilitas selama penyimpanan. Evaluasi ini mencakup pemantauan terhadap perubahan kadar asam, gula, alkohol, serta aktivitas antioksidan selama waktu simpan, guna memastikan kualitas produk tetap terjaga dan sesuai dengan karakteristik yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- A'yuni, N. M., Hidaayah, N., dan Pratiwi, V. N. 2020. Analisis Perbedaan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Probiotik dan Aktivitas Antioksidan pada Minuman Probiotik Sari Buah Stroberi (*Fragaria Anannassa*). *Sport and Nutrition Journal*. 2(2): 49–55.
- Adityarini, D., Suedy, S. W. A., dan Darmanti, S. 2020. Kualitas Madu Lokal Berdasarkan Kadar Air, Gula Total dan Keasaman dari Kabupaten Magelang. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 5(1): 18-24.
- Alfi, T. F., Jayanti, T. D., dan Aulia, Y. 2024. Potensi Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) dan Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) Sebagai Antiinflamasi. *Inquiry in Science*. 1(3): 1350–1357.
- Azzizah, A. W. S. 2025. Karakteristik Fisikokimia dan Total Mikroba Tahan Dingin Pulpa Kakao (*Theobroma cacao L.*) sebagai Media Fermentasi dari Sumber Panen Berbeda. *Skripsi*. Universitas Lampung. 1-79.
- Christopoulou, M. G., Kyriakidis, N.V., and Athanasopoulos, P. E. 2003. New Refractive Index Method For Measurement Of Alcoholic Strength Of Small Volume Samples. *Journal of AOAC International*. 86(6): 1232-1235.
- Burhanuddin, M., dan Firmanto, H. 2021. Kombucha Ekstrak Pulpa Buah Kakao Sebagai Minuman Fungsional. *Warta*. 1(33): 27–30.
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., and Smith, F. 1956. Colometric Method For Determination of Sugar and Related Substance. *Analytical Chemistry*. 3(28) : 350-356.
- Fadillah, M. F., Hariadi, H., Rezaldi, F., dan Setyaji, D. Y. 2022. Karakteristik Biokimia dan Mikrobiologi pada Larutan Fermentasi Kedua Kombucha Bunga Telang (*Clitoria Ternatea L*) Sebagai Inovasi Produk Bioteknologi Terkini. *Jurnal Biogenerasi*. 7(2): 19-34.
- Fauzan, F. 2024. Pengaruh Penambahan Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terhadap Sifat Sensori dan Analisis Nilai Tambah Minuman Kombucha Pulpa Kakao. *Skripsi*. Universitas Lampung. 1-110.

- Handayani, E. 2018. Skrining Kandungan Senyawa Aktif Madu dan Uji Potensinya sebagai Antioksidan. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. 1-74.
- Jayabalan, R., Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., dan 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.
- Kartika, C. W. 2023. Kajian Derajat Brix dan Waktu Fermentasi Pulpa Kakao (*Theobroma cacao Linn*) terhadap Total Fenol, Aktivitas Antioksidan dan Sifat Sensori pada Pembuatan Kombucha. *Skripsi*. Universitas Lampung. 1-112.
- Kaligis, C. J., Nangoy, E., dan Mambo, C. D. 2020. Uji Efek Antibakteri Madu Hutan dan Madu Hitam terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus*, *Escherichia Coli*, dan *Pseudomonas Aeruginosa*. *eBiomedik*. 8(1):112-119.
- Khaerah, A., dan Akbar, F. 2019. Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha dari Beberapa Varian Teh yang Berbeda. *Prosiding Seminar Nasional Lp2m Unm*. 472–476.
- Kolompoy Elsaday, E., Singkoh, M., dan tangapo monalisa, A. 2024. Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. *Lingkungan*. 15(2): 14–23.
- Kunat, V., et al. 2023. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of New Honey Varietals. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 20(3): 1-23.
- Kushargina, R., Suryaalamshah, I. I., Rimbawan, R., Dewi, M., dan Damayanthi, E. 2023. Pengaruh Fermentasi dan Penambahan Gula pada Organoleptik Minuman Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*). *Jurnal SAGO Gizi Dan Kesehatan*. 5(1): 44.
- Mahani, M., Savitri, S. R., dan Subroto, E. 2022. Hubungan Kadar Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Madu dari Berbagai Provinsi Di Indonesia. *Sains Dan Teknologi Pangan*. 7(4): 5255–5265.
- Ninda, F., S. 2022. Sensori Kombucha Pulpa Kakao dan Pendugaan Harga Pokok Produksi: Efek Penambahan Jahe (*Zingiber officinale*). *Skripsi*. Universitas Lampung. 1-88.
- Palupi, H. T., Susanti, L., Program, dan, S. I., Pangan, T., dan Pasuruan, Y. 2024. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Ekstrak Pulp Biji Kakao (*Theobroma cacao. L*). *Teknologi pangan*. 15(1): 155–161.

- Pebiningrum, A., dan Kusnadi, J. 2018. Pengaruh Varietas Jahe (*Zingiber officinale*) dan Penambahan Madu Terhadap Aktivitas Antioksidan Minuman Fermentasi Kombucha Jahe. *Jfls*. 1(2):33–42.
- Puspaningrum, D. H. D., Sumadewi, N. L. U., dan Sari, N. K. Y. 2022. Karakteristik Kimia dan Aktivitas Antioksidan Selama Fermentasi Kombucha Cascara Kopi Arabika (*Coffea arabika L.*) Desa Catur Kabupaten Bangli. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*. 5(2): 44–51.
- Putra, A., Muhaimin, dan Wulansari, D. 2021. The Effect of Kombucha Fermentation Process on Pedada Leaf Tea on Physicochemical Properties. *Fakultas Pertanian Universitas Jambi*. 1–8.
- Putri, D. A., Komalasari, H., Ulpiana, M., Salsabilah, A., dan Arianto, A. R. 2023. Produksi Kombucha Teh Hitam Menggunakan Jenis Pemanis dan Lama Fermentasi Berbeda. *Jurnal Kolaboratif Sains*. 6(7): 640-656.
- Ratnayani, K., Adhi, D. S. N. M. A., dan Gitadewi, I. G. A. M. A. S. 2008. Penentuan Kadar Glukosa dan Fruktosa pada Madu Randu dan Madu Kelengkeng dengan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Jurnal Kimia*. 2(2): 77-86.
- Rahayu, E. S., dan Abram, P. H. 2023. Pengaruh Variasi Waktu Fermentasi terhadap Aktivitas Antioksidan pada Minuman Kombucha Pulpa Kakao (*Theobroma cacao L.*). *Media Eksakta*. 19(1):1-8.
- Risty, E., Afiani, N., Kusumaningrum, I., dan Rifqi, M. 2024. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia dan Sensori Kombucha Wedang Uwuh. *Karimah Tauhid*. 3(2): 55-61.
- Rorong, J. A. 2019. Uji Aktivitas Antioksidan dari Daun Cengkeh (*Eugenia carryophyllus*) dengan Metode DPPH. *Chem Prog*. 1(2): 111–116.
- Rukmelia, Inayah, A. N., dan Jumarni. 2023. Fermentasi Kombucha dengan Penambahan Kayu Manis dan Cengkeh Sebagai Alternatif Minuman Fungsional. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*. 11(3): 477–485.
- Sanggor, J., Kolompoy, E., Taroreh, J., Saranga, R., dan Tangapo, A. M. 2024. Psikobiotik Kombucha Cengkeh (*Syzygium aromaticum (L.) Merr. dan LM Perry*) Sebagai Alternatif Herbal Antidepresan. *Berita Biologi*. 23(1): 235–247.
- Sari, G. W. 2022. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kombucha Pulpa Kakao (*Theobroma cacao*) yang Difermentasi Menggunakan Starter Simbiosis Bakteri-Khamir. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 1-95.

- Saricoba, C and Yilmaz, M. T. 2010. Modelling The Effects of Processing Factors on The Changes in Colour Parameters of Cooked Meatballs Using Response Surface Methodology. *World Applied Science Journal*. 9 (1) : 14-22.
- Sulistiaawaty, L., dan Solihat, I. 2022. Kombucha: Fisikokimia dan Studi Kritis Tingkat Kehalalan. *Warta Akab*, 46(1): 22-32.
- Suwito, W., Andriani, I. A., Rohmayanti, T., Haris, H., dan Karimy, M. F. 2024. Aktivitas Madu sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* O157: H7 *Jurnal Sain Veteriner*. 42(1):14-21.
- Syari, O. 2022. Sensori Kombucha Pulpa Kakao dan Pendugaan Harga Pokok Produksi: Efek Penambahan Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*). *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 1-76.
- Wael, S., Leiwakabessy, F., Mose, W., dan Wilhelmus, T. W. 2023. Potensi Ekstrak Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum*) Terhadap Spermatozoa Tikus (*Sprague dawley*) yang Dipapar Minuman Arak Ambon (SOPI). *Biopendix*. 9(2): 211–221.
- Wahyudi, I., Lisdiana, dan Astuti, B. 2023. Karakteristik Kombucha dengan Penambahan Ekstrak Kayu Manis dan Kayu Secang pada Proses Fermentasi Sekunder. *Journal of Science and Technology*. 16(3): 351–358.
- Wibowo, K. C. 2023. Kajian Derajat Brix dan Waktu Fermentasi Pulpa Kakao (*Theobroma cacao* Linn) terhadap Total Fenol, Aktivitas Antioksidan dan Sifat Sensori pada Pembuatan Kombucha. *Tesis*. Universitas Lampung, Lampung. 1-110.
- Yanuartono, Y., Indarjulianto, S., Purnamaningsih, H., Nururrozi, A., dan Raharjo, S. 2019. Fermentasi: Metode untuk Meningkatkan Nilai Nutrisi Jerami Padi. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 14(1): 49–60.
- Yuliana, N., Nurainy, F., Sari, G. W., Sumardi, dan Widiastuti, E. L. 2023. Total Microbe, Physicochemical Property, and Antioxidative Activity during Fermentation of Cocoa Honey Into Kombucha Functional Drink. *Applied Food Research*. 3(1). 1-6.
- Yuliana, N., Widiastuti, E. L., dan Setiawan, T. 2019. *Proses Pembuatan Minuman Kombucha Pulpa Kakao*. Sertifikat Paten Sederhana: Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia. Jakarta. 1-70.
- Yuliana, N., Nurainy, F., Sumardi, S., Marentina, Z., dan Putri, N. R. 2025. Potency of Cocoa Honey, Byproduct of Cocoa Bean Processing as Probiotic Media: Optimization of *Saccharomyces boulardii* Growth and Its Antimicrobial Activity. *Journal of Multidisciplinary Applied Natural Science*. 5(1): 320-331.