

**PENGARUH ASAL PULPA KAKAO (*Theobroma cacao* L.) BERBEDA
TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA PULPA KAKAO
SEBAGAI MEDIA FERMENTASI**

(Skripsi)

Oleh

**FAJAR HAMZAH
1914231014**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

EFFECT OF DIFFERENT COCOA PULP (*Theobroma cacao* L.) SOURCES ON THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF COCOA PULP AS A FERMENTATION MEDIUM

By

FAJAR HAMZAH

This study aimed to determine the physicochemical characteristics of cocoa pulp obtained from different harvest locations in Lampung Province, Indonesia, for its potential use as a fermentation medium. The observed parameters included pH, total titratable acidity, density, total dissolved solids, and antimicrobial activity (inhibition zone). A non-factorial Completely Randomized Design (CRD) was applied, and the data were analyzed using ANOVA followed by the Honestly Significant Difference (HSD) test at a 5% significance level. The results showed that cocoa pulp from each district exhibited distinct physicochemical characteristics. The pH ranged from 3.10 to 3.85, total titratable acidity from 0.298% to 0.827%, density from 0.981 to 1.021 g/cm³, total dissolved solids from 4.25° to 15.5° Brix, and inhibition zone diameters from 0 to 1.828 mm.

Keywords: Physicochemical characteristics, fermentation media, cocoa pulp, inhibition zone.

ABSTRAK

PENGARUH ASAL PULPA KAKAO (*Theobroma cacao* L.) BERBEDA TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA PULPA KAKAO SEBAGAI MEDIA FERMENTASI

Oleh

FAJAR HAMZAH

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisikokimia pulpa kakao yang berasal dari lokasi panen berbeda di Provinsi Lampung sebagai media fermentasi. Parameter yang diamati adalah derajat keasaman (pH), total asam tertitrasi, massa jenis, total padatan terlarut serta aktivitas antimikroba dan zona hambat. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) nonfaktorial. Data diuji menggunakan ANOVA lalu uji lanjut BNJ taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pulpa kakao setiap kabupaten memiliki karakteristik yang berbeda. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai pH bervariasi antara 3,10 – 3,85, nilai total asam tertitrasi bervariasi antara 0,298-0,827%, nilai massa jenis bervariasi antara 0,981-1,021 gr/cm³, nilai total padatan terlarut bervariasi antara 4,25-15,5°brix serta nilai zona hambat bervariasi antara 0 - 1,828 mm.

Kata kunci: Karakteristik fisikokimia, media fermentasi, pulpa kakao, zona hambat.

**PENGARUH ASAL PULPA KAKAO (*Theobroma cacao* L.) BERBEDA
TERHADAP KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA PULPA KAKAO
SEBAGAI MEDIA FERMENTASI**

Oleh

FAJAR HAMZAH

Skripsi

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

pada

**Jurusan Teknologi Hasil
Pertanian Fakultas Pertanian
Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

: PENGARUH ASAL PULPA KAKAO
(*Theobroma cacao* L.) BERBEDA TERHADAP
KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA PULPA
KAKAO SEBAGAI MEDIA FERMENTASI

Nama Mahasiswa

: Fajar Hamzah

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1914231014

Program Studi

: Teknologi Industri Pertanian

Fakultas

: Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Prof Ir. Neti Yuliana, Msi., Ph.D.
NIP. 196507251992032002

Ir. Oti Nawansih, M. P.
NIP. 196507251992032002

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Petanian

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Prof Ir. Neti Yuliana, Msi., Ph.D.**



Sekretaris

: **Ir. Otik Nawansih, M. P.**

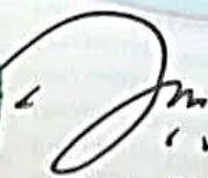


Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Tanto P. Utomo, M.Si.**



Dekan Fakultas Pertanian



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

NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 12 Maret 2025

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fajar Hamzah

NPM : 1914231014

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

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 12 Maret 2025

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fajar', is written over a yellow revenue stamp. The stamp features the number '1000' in large black digits, the Garuda Pancasila emblem, and the text 'METERAI TEMPEL' and '5D0FBANX131809159'.

Fajar Hamzah

NPM. 1914231014

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, 22 Mei 2001, sebagai anak dari pasangan Bapak Akmal dan Ibu Mugiani. Penulis menyelesaikan Pendidikan sekolah dasar di SDN 1 Tanjung Senang pada tahun 2013, kemudian melanjutkan Pendidikan menengah pertama di SMPN 19 Bandar Lampung dan selesai pada tahun 2016, selanjutnya Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 15 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2019. Penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur SBMPTN.

Pada bulan Januari-Februari 2022, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kel. Ketapang, Kecamatan Panjang, Kota Bandar Lampung. Pada bulan Juni-Agustus 2022, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Bangka Asindo Agri, Bangka Belitung, dengan judul “Mempelajari Proses Prroduksi dan Pergudangan Tapioka Di PT. Bangka Asindo Agri”.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif mengikuti UKM-U Kopma Unila. Penulis diamanahkan menjadi Kepala divisi Kesekretariatan selama dua tahun pada tahun 2021 hingga 2023. Penulis pernah menjadi peserta magang di Bank Negara Indonesia (BNI) Tanjung Karang Branch Office pada program MAGENTA periode 2023. Penulis juga bergabung dalam kepanitiaan lomba COUNFEST (Coop Education Festival) 2020 sebagai Koordinator Perlengkapan (skala nasional), Person in Charge (PIC) COUNFEST 2021.

SANWACANA

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, kesehatan, pengetahuan, karunia, kemudahan serta hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “Karakteristik Minuman Probiotik Pulpa Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Konsentrasi Gula dan Khamir *Saccharomyces boulardii* Berbeda”, merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M. P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Ibu Dr. Ir. Sri Hidayati, M.P., selaku Koordinator Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
4. 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 topik penelitian terkait pulpa kakao.
5. Ibu Ir. Otik Nawansih, M.P., selaku Dosen Pembimbing Kedua, yang telah banyak memberikan bantuan dan pengarahan, bimbingan, kritik, saran, nasihat, dan motivasi selama pelaksanaan penyusunan skripsi ini.

6. Bapak Dr. Ir. Tanto P. Utomo, M.Si., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran, kritik, dan evaluasi terhadap skripsi ini.
7. Segenap Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan wawasan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
8. Staff administrasi dan laboratorium yang telah memberikan banyak bantuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
9. Bapak Akmal dan Ibu Mugiani selaku orang tua dari penulis yang selalu memberikan dukungan moral, spiritual, material, motivasi, kasih sayang dan doa yang selalu menyertai penulis.
10. Sahabat-sahabat terbaik Zam-zami, Galuh Octarina dan Retno Palupi yang telah menemani, membantu, mengibur, mendengar dan mendukung penulis.
11. Teman-teman Kepengurusan Kopma unila Periode 2021 dan periode 2022 atas segala dukungan, doa, dan kebersamaan selama menjalani kepengurusan.
12. Teman-teman sejawat angkatan 2019 Prodi Teknologi Industri Pertanian atas segala informasi, doa, dukungan, serta kebersamaannya selama perkuliahan.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis berharap semoga Allah membalas seluruh kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, 2025

Fajar Hamzah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Kerangka Pemikiran	3
1.4. Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Kakao.....	6
2.1.1. Pengolahan Kakao	7
2.1.2. Pulpa Kakao.....	8
2.2. Faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Kakao	11
2.3. Media Fermentasi	11
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.2. Bahan dan Alat Penelitian	13
3.3. Metode Penelitian	13
3.4. Proses Mendapatkan Pulpa Kakao.....	14
3.5. Pengamatan.....	15
3.5.1. Total Soluble Solid (TSS)	15
3.5.2. pH	15
3.5.3. Total Asam Titrasi	16

3.5.4. Pengujian Aktifitas Antimikroba dan Perhitungan Zona Hambat	16
3.5.5. Massa jenis	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1. Derajat Keasaman (pH) dan Total Asam Tertitrasi	18
4.2. Massa Jenis dan Total Solube Solid	20
4.3. Aktivitas Antimikroba dan Zona Hambat.....	23
4.4. Pembahasan Umum	26
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
5.1. Kesimpulan	28
5.2. Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kombinasi perbedaan tempat pengambilan sampel pulpa kakao dan ulangan.....	14
2. Hasil pengujian pH dan total asam pulpa kakao berbeda asal.....	19
3. Hasil pengujian massa jenis dan total soluble solid pulpa kakao berbeda asal	22
4. Hasil Pengujian Antibakteri pulpa kakao berbeda asal terhadap bakteri E. coli	24
5. Perbandingan Nilai Seluruh Pengamatan Asal Pulpa Kakao	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Siluet buah kakao.....	6
2. Konsep pengolahan kakao pascapanen	8
3. Potensi pemanfaatan pulpa kakao	9
4. Pelaksanaan proses fermentasi buah kakao	10
5. Diagram alir pengolahan kakao.	15
6. Grafik Rerata Nilai Total asam asal Pulpa berbeda	21
7. Grafik Rerata Nilai pH asal Pulpa berbeda.....	21
8. Grafik Rerata Nilai massa jenis asal pulpa kakao berbeda	23
9. Grafik Rerata Nilai Total Padatan Terlarut (TPT) asal pulpa kakao berbeda	23
10. Grafik Rerata Nilai Zona Hambat asal pulpa kakao berbeda.....	25

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan andalan yang terus dipacu pengembangannya. Indonesia adalah salah satu dari tiga negara terbesar dalam ekspor biji kakao di dunia, setelah Pantai Gading dan Ghana. Selain itu, Indonesia juga menjadi pemimpin dalam ekspor biji kakao di kawasan Asia Tenggara (Anggraeni *et al.*, 2018). Provinsi Lampung merupakan produsen kakao terbesar kelima di Indonesia pada tahun 2021 yaitu dengan memproduksi kakao mencapai 56.586 ton. Produksi kakao terdapat di beberapa kabupaten provinsi Lampung, antara lain Kabupaten Pesawaran Kabupaten, Kabupaten Lampung Selatan, Kabupaten Tanggamus, Kabupaten Lampung Timur, Kabupaten Lampung Tengah, Kabupaten Pringsewu, dan Kabupaten Lampung Barat (BPS Provinsi Lampung, 2021). Kabupaten Pesawaran dan Kabupaten Tanggamus merupakan area utama tempat kakao diproduksi secara signifikan. Kabupaten Pesawaran memiliki produksi tertinggi, mencapai 28.544 ton/hektar/tahun dengan luas area mencapai 27.357 hektar. Sedangkan Kabupaten Tanggamus menempati posisi kedua dengan luas area 13.677 hektar dan kapasitas produksi sekitar 6.711 ton/tahun (Dinas Perkebunan Provinsi Lampung, 2022).

Produksi kakao yang melimpah di Provinsi Lampung selain menghasilkan biji kakao juga memiliki produk samping berupa limbah. Pada proses pengolahan biji kakao dihasilkan produk berupa limbah, yaitu kulit buah kakao, cairan pulpa yang dihasilkan dari lapisan terluar biji kakao, dan kulit biji kakao. Cairan lendir pulpa yang dihasilkan dari pengolahan biji kakao juga cukup melimpah. Proses fermentasi 1 ton biji kakao dapat menghasilkan cairan pulpa kakao sebanyak 75-100 liter (Safitri, 2019). Cairan ini dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan

sekitar seperti tanah dan perairan yang dijadikan tempat pembuangan limbahnya, apabila dibiarkan tanpa pengolahan lebih lanjut dapat menimbulkan dampak negatif seperti bau yang tidak sedap (Nurhalimah & Sulistiyanto, 2015). Cairan pulpa kakao telah dimanfaatkan menjadi berbagai produk turunan contohnya Nata de Cacao (Nurfaillah *et al.*, 2018), bioetanol (Purwati & Nurhatika, 2016), Kombucha (Yuliana *et al.*, 2022) dan minuman prebiotik (Khafifah, 2023).

Pulpa kakao sebagian besar terdiri dari air yaitu sebesar 80-86% dengan senyawa nutrisi yang terlarut, di antaranya termasuk gula (glukosa sebesar 2,13-21,4%, sukrosa 2,13-4,06% dan fruktosa 1,06-4,42%), asam-asam organik (asam sitrat dan asam asetat), mineral (kalsium, zat besi, natrium, kalium dan seng) serta vitamin C sebesar 7,64-10,9% (Yuliana *et al.*, 2022). Gula menjadi senyawa yang paling banyak yang terdapat pada pulpa kakao. Asam organik, khususnya asam sitrat menjadi senyawa yang sangat dominan yang terkandung dalam pulpa kakao

yaitu sebesar 9,14 mg/l (Wijaya, 2020). Kandungan gula yang tinggi dalam pulpa kakao mendukung pertumbuhan mikroba, sehingga cocok dijadikan sebagai media fermentasi. Menurut Taiga *et al.*, (2015) pulpa kakao mengandung senyawa nutrisi yang terlarut, di antaranya termasuk gula dan asam-asam karboksilat, protein, vitamin dan mineral.

Beberapa faktor yang mempengaruhi perbedaan karakteristik dari pulpa kakao yang dipanen adalah ketinggian tempat tumbuh (KTT), kondisi tanah, suhu perkebunan, lama masa panen, kelas kematangan buah (KKB), penanganan pascapanen, jenis buah kakao yang ditanam dan lain sebagainya. Berdasarkan penelitian Hamzah (2010), semakin tinggi suatu daerah, maka akan semakin rendah suhu udaranya, sedangkan semakin rendah suatu daerah, maka suhu udara akan semakin tinggi. Terdapat korelasi antara faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, iklim, tanah dan ketinggian tempat dengan karakteristik buah kakao. Penelitian yang dilakukan oleh Agyirifo *et al.*, (2019), Tee, Yei-Kheng, et al., (2021), dan penelitian oleh López-Hernández Martha del Pilar, et al., (2023) menyatakan bahwa tingkat kematangan buah kakao mempengaruhi berbagai

karakteristik pulpa kakao yang dihasilkan, seperti komposisi kimia, rasa, aroma, dan nutrisi. Tingkat kematangan buah kakao dapat dilihat dari perubahan warna pada kulit buah. Warna buah kakao yang masih muda pada dasarnya ada dua macam, yaitu hijau atau hijau agak putih dan merah (Sari, 2016). Menurut Inanda (2023) jenis buah kakao yang ditanam akan menghasilkan karakteristik berbeda dari segi fisik, kimia dan sensori. Oleh karena itu pulpa kakao yang dihasilkan dari daerah produsen kakao yang berbeda di Provinsi Lampung dapat memiliki perbedaan dalam komposisi kimia yang terkandung di dalamnya karena dipengaruhi oleh faktor yang berbeda. Sampai saat ini karakteristik pulpa kakao yang berasal dari sampel pulpa kakao berbeda di daerah Lampung belum diketahui. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukannya penelitian untuk mengetahui pengaruh asal pengambilan sampel kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap karakteristik pulpa kakao sebagai media fermentasi.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik fisikokimia dan mikrobiologi pulpa kakao yang berasal dari daerah produsen kakao berbeda di Provinsi Lampung.

1.3. Kerangka Pemikiran

Pulpa kakao yang dihasilkan dari daerah produsen kakao yang berbeda dapat memiliki perbedaan dalam komposisi kimia, mikroorganisme yang terkandung di dalamnya. Sehingga dapat mempengaruhi karakteristik pulpa kakao yang dihasilkan. Pulpa kakao dapat dijadikan media fermentasi dikarenakan cairan pulpa kakao memiliki kandungan gula yang cukup tinggi yang bermanfaat untuk pertumbuhan mikroba saat fermentasi. Menurut Yuliana (2022) pulpa kakao memiliki kandungan gula yaitu glukosa 2,13-21,4%, fruktosa 1,06-4,42% dan sukrosa 2,13-4,06% sehingga dapat menjadi sumber makanan untuk pertumbuhan mikroba pada fermentasi. Selain gula ada pula kandungan pulpa kakao yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba saat fermentasi yaitu asam-asam, mineral, protein dan lain-lainnya. Namun ada beberapa faktor yang mempengaruhi karakteristik dari pulpa kakao, antara lain ketinggian tempat tumbuh (KTT),

kondisi tanah, suhu perkebunan, lama masa panen, kelas kematangan buah (KKB), penanganan pascapanen dan lain sebagainya.

Menurut penelitian Alam *et al.*, (2010) KTT memiliki pengaruh yang lebih dominan terhadap karakteristik buah kakao jika dibandingkan dengan KKB maupun kombinasi keduanya. Berdasarkan penelitian tersebut buah kakao yang dipanen di ketinggian antara 1 - < 400 mdpl cenderung memiliki kadar gula pulpa yang lebih tinggi dibandingkan ketinggian lainnya. Menurut penelitian Senna (2020) penanganan pascapanen yang berbeda akan mempengaruhi kualitas dari biji dan pulpa yang dihasilkan. Penggunaan alat yang masih sederhana saat penanganan buah kakao akan terjadi kontaminasi, sehingga dapat mempengaruhi kualitas biji kakao dan hasil samping lainnya. Pada penelitian yang dilakukan dari beberapa penelitian sebelumnya terdapat perbedaan karakteristik pulpa kakao dari tempat sampel yang berbeda memiliki perbedaan kandungan di dalam pulpa kakao tersebut.

Penelitian terdahulu menunjukkan perbedaan lokasi pengambilan sampel dapat menghasilkan perbedaan dalam komposisi sampel yang dikumpulkan, seperti penelitian yang dilakukan oleh Nunes *et al.*, (2020) penelitian yang dilakukan di wilayah selatan negara bagian Bahia (Ilheus, Brazil) dan penelitian oleh Leite *et al.*, (2019) penelitian yang dilakukan di pedesaan Urucuca, Bahia, Brazil memiliki komposisi kimia yang berbeda signifikan, antara lain karbohidrat (%), fat (%), total protein (%), abu (%), keasaman (%), reducing sugar (%), dan TSS (brix). Pulpa kakao Nunes memiliki karbohidrat $19,50 \pm 1,20\%$, lemak $1,45 \pm 0,20\%$, protein $0,62 \pm 0,1\%$, keasaman $8,33 \pm 0,60\%$, gula pereduksi $18,00 \pm 0,50\%$, dan TSS $17,00 \pm 1,00$ °Brix. Sementara itu, pulpa kakao Leite mengandung karbohidrat $11,80 \pm 0,09\%$, lemak $0,19 \pm 0,80\%$, protein $1,20 \pm 0,49\%$, keasaman $10,34 \pm 0,00\%$, gula pereduksi $14,70 \pm 8,60\%$, dan TSS $13,30 \pm 0,00$ °Brix. Hasil tersebut berbeda pulpa pada penelitian yang dilakukan Yuliana (2023) yaitu penelitian yang dilakukan di Tanggamus, sebuah kabupaten dengan daerah penghasil kakao yang terkenal di Provinsi Lampung, Indonesia. Komposisi kimia dari pulpa kakao yaitu air 86,38 %, karbohidrat 19,50%, lemak 1,45%, total protein 0,62%, dan abu

(mineral) 0,36%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pulpa kakao yang di ambil dari tempat yang berbeda akan memiliki komposisi yang berbeda pula.

Pada penelitian ini akan digunakan sampel pulpa kakao berasal dari tempat tumbuh yang berbeda yaitu di daerah Pesawaran, Tanggamus, Lampung Barat dan Pringsewu. Berdasarkan data statistik daerah ini memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Keempat kabupaten tersebut terletak di ketinggian yang berbeda-beda, antara lain Pesawaran terletak di 124 mdpl, Tanggamus terletak di 268 mdpl, Lampung Barat terletak di 908 mdpl dan Pringsewu terletak di 95 mdpl (BPS Provinsi Lampung, 2023). Kemudian penanganan saat panen pada setiap produsen memiliki caranya masing-masing (umur panen dan cara fermentasi). Sampel pulpa kakao dengan perbedaan asal tempat tumbuh ini akan dilakukan analisis laboratorium yang meliputi uji fisikokimia dan mikrobiologi. Berdasarkan mekanisme diatas akan diperoleh data daerah penghasil pulpa kakao yang sesuai sebagai media fermentasi yang diinginkan.

1.4. Hipotesis

Pulpa kakao yang berasal dari Kabupaten Pesawaran, Kabupaten Tanggamus, Kabupaten Lampung Barat dan Kabupaten Pringsewu memiliki karakteristik fisikokimia dan mikrobiologi yang berbeda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kakao

Kakao, tanaman asli dari hutan tropis Amerika Tengah dan utara Amerika Selatan, adalah sumber biji coklat untuk perkebunan. Secara umum, kakao dapat dibagi menjadi tiga jenis: Forastero, Criollo, dan Trinitario, yang merupakan hasil persilangan antara Forastero dan Criollo (Moramayor 2008). Mayoritas klon kakao yang dikembangkan saat ini berasal dari tipe Forastero. Tanaman ini pertama kali diperkenalkan di Indonesia oleh bangsa Spanyol di Celebes (kini Sulawesi), dimulai dengan ekspor dari Manado ke Manila antara tahun 1825-1838 jumlah ekspor berkisar 92 ton (Wahyudi *et al.*, 2008). Menurut data Kementerian Pertanian tahun 2020, luas areal penanaman kakao di Indonesia mencapai 1,6 juta hektar, tersebar di seluruh provinsi, dengan hasil produksi mencapai 739.483ton pada tahun yang sama.

Kakao adalah salah satu komoditas penting dalam sektor perkebunan Indonesia yang memberikan kontribusi besar terhadap perekonomian nasional. Sebagai satu-satunya spesies yang dibudidayakan secara komersial dalam genus *Theobroma*, kakao (*Theobroma cacao* L.) diyakini berasal dari Benua Amerika yang memiliki iklim tropis (Poedjiwidodo, 1996). Siluet buah kakao disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Siluet buah kako (Sumber Pribadi)

Tanaman kakao termasuk dalam kelompok tanaman Caulifloris, dan berikut adalah sistematika tanaman kakao menurut klasifikasi botani:

Kerajaan : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Magnoliopsida
 Ordo : Malvales
 Famili : Malvaceae (Sterculiaceae)
 Genus : Theobroma
 Spesies : *Theobroma cacao* L.

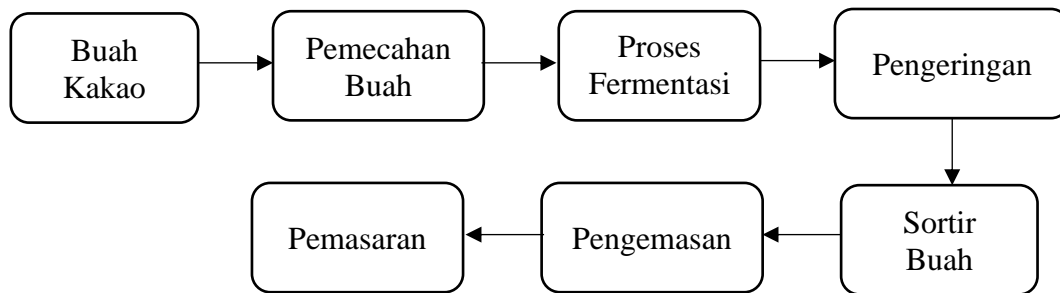
Dasar klasifikasi dalam sistem taksonomi adalah penggunaan beberapa sifat (ciri) dari buah dan biji. Menurut Jolanda et, al (2022) kakao dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu kakao *Briollo*, kakao *Trinitario* dan kakao *Forastero*.

Criollo adalah jenis kakao yang menghasilkan biji berkualitas tinggi, dikenal sebagai kakao dengan cita rasa khas atau biasa disebut *fine flavour cocoa*, *choiced cocoa*, *edel cocoa*, atau kakao mulia. Jenis ini dapat dibudidayakan hingga di dataran yang cukup tinggi. *Forastero*, di sisi lain, umumnya menghasilkan kakao dengan kualitas lebih rendah dan biji keringnya dikenal sebagai *bulk cocoa*, *ordinary cocoa*, atau kakao curah. *Forastero* lebih sesuai ditanam di dataran rendah dan merupakan varietas kakao yang paling banyak dibudidayakan. Sementara itu, *Trinitario* adalah jenis kakao hasil persilangan alami antara *Criollo* dan *Forastero*, sehingga sangat beragam dengan biji kering yang bisa masuk dalam kategori *edel cocoa* atau *bulk cocoa*.

2.1.1. Pengolahan Kakao

Menurut Sabahannur et al., (2016), petani kakao sebagian besar mengolah buah kakao menjadi biji kering dengan alat dan cara seadanya, sehingga kurang lebih 90 persen biji kakao yang dihasilkan tergolong mutu rendah dengan ciri-ciri utama, kurang kering, terserang jamur dan banyak mengandung kotoran (kontaminan). Secara umum alur proses kegiatan pengolahan biji kakao dalam penanganan pascapanen disajikan dalam Gambar 2. Alur proses pascapanen usaha perkebunan kakao yang baik dimulai dari sortasi biji kakao, kemudian buah kakao dipecah, selanjutnya difermentasi untuk mendapatkan mutu yang lebih baik. Setelah fermentasi dilakukan, kemudian dikeringkan atau dijemur, kemudian

disortir kembali sebelum dikemas, terakhir disimpan dalam gudang penyimpanan atau langsung dipasarkan.



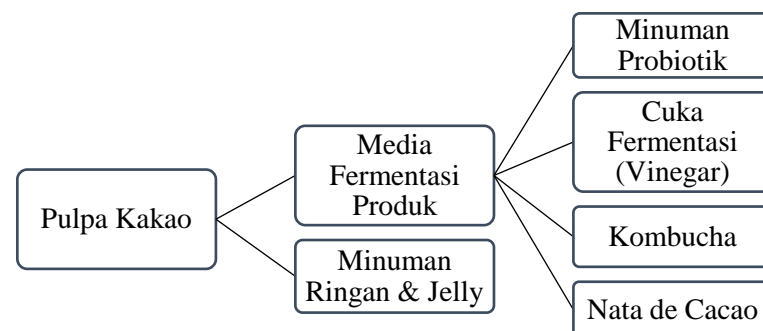
Gambar 2. Konsep pengolahan kakao pascapanen ((Natawidjaya, 2012) dalam (Manalu, 2018))

Dalam proses pengolahan buah kakao menjadi biji kakao akan dihasilkan pula limbah yang penanganannya masih kurang diperhatikan oleh petani kakao. Sebagian besar limbah dari tanaman kakao adalah limbah padat, yang memerlukan metode pengolahan yang berbeda-beda. Umumnya, limbah padat dapat diolah atau dibiarkan tanpa pengolahan, tergantung pada sifatnya. Menurut Watson (2016), buah kakao terdiri dari empat komponen utama, di antaranya kulit buah (pod husk) sebesar 73,7%, pulpa kakao sebesar 10,1%, plasenta sebesar 2,0%, dan biji sebesar 14,2%. Dalam proses pengolahan kakao, hanya bijinya yang dimanfaatkan, yang hanya mencapai 14,2% dari total komponen. Karena itu, jika limbah-limbah produksi yang dihasilkan tidak dikelola dengan baik, dapat menimbulkan masalah. Sampai saat ini, masyarakat belum banyak mengolah limbah kakao secara menyeluruh, terutama limbah pulpa biji kakao, yang sering kali dibuang begitu saja ke tanah, menjadi limbah yang dapat merusak lingkungan.

2.1.2. Pulpa Kakao

Pulpa kakao adalah salah satu hasil samping yang timbul selama proses fermentasi kakao. Pulpa ini adalah jaringan halus dan berlendir yang melapisi biji kakao basah (Sabahanur dan Ralle, 2018), membentuk selaput tipis yang menyelimuti permukaan biji. Pulpa kakao memiliki bentuk lapisan endosperm dan terdiri dari sel-sel turbuler dengan ruang antarsel yang cukup besar. Pada buah kakao yang belum matang, lapisan pulpa ini membengkak, tetapi pada buah yang sudah matang, lapisan tersebut menjadi lunak dan berlendir (Juniaty, 2017).

Fermentasi biji kakao merupakan tahap krusial dalam pengolahan biji kakao, yang tidak hanya membentuk aroma khas coklat tetapi juga mempermudah proses pengeringan serta menghancurkan lapisan pulp yang menempel pada biji (Susanti, 2012). Proses fermentasi ini terjadi secara alami dengan bantuan mikroba dan dibagi menjadi dua jenis: fermentasi internal dan eksternal. Pada fermentasi internal, pulp diuraikan oleh enzim protopektinase dan mikroorganisme, sedangkan fermentasi eksternal melibatkan perubahan kimia yang menghilangkan senyawa polifenol dan purin, serta menciptakan cita rasa dan aroma khas (Ramlah dan Daud, 2009). Proses fermentasi berlangsung selama 5-7 hari dan membutuhkan oksigen dari udara, dengan mikroba menggunakan senyawa gula dalam pulpa kakao sebagai sumber nutrisi mereka. Selama fermentasi, pulpa akan terurai menjadi cairan encer yang mengalir keluar melalui lubang di kotak fermentasi, menghasilkan sekitar 75-100 liter cairan pulpa dari 1 ton biji kakao (Sulistyowati dan Soenaryo, 2015). Berikut disajikan dalam gambar 3, potensi pemanfaatan pulpa kakao.



Gambar 3. Potensi pemanfaatan pulpa kakao (Yuliana et al., 2022).

Namun, cairan pulpa sering kali tidak dimanfaatkan secara optimal dan malah dibuang ke lingkungan, menyebabkan pencemaran (Tazkiyah, 2012). Untuk mencapai kesempurnaan dalam proses fermentasi, beberapa faktor penting perlu diperhatikan, seperti berat biji, pengadukan atau pembalikan, durasi fermentasi, dan desain kotak fermentasi. Untuk skala kecil (40 kg), peti fermentasi harus memiliki ukuran standar lebar dan panjang 40 cm serta tinggi 50 cm. Fermentasi dapat dilakukan dalam skala besar, kelompok tani, atau pertanian, tergantung pada jumlah biji yang akan difermentasi. Menurut Tambunan (2021), proses fermentasi dilakukan dengan memasukkan biji kakao yang masih basah ke dalam peti fermentasi, fermentasi berlangsung sekitar 5 hari dengan pembalikan setiap hari

untuk menghindari suhu terlalu tinggi. Pada hari pertama hingga kedua, fermentasi dilakukan di peti fermentasi I, kemudian pada hari ketiga hingga kelima, biji dipindahkan ke peti II. Pemindahan ini juga berfungsi sebagai proses pembalikan biji. Setelah fermentasi selesai, biji kakao dijemur di atas para-para bambu. Cita rasa coklat yang terbentuk sangat bergantung pada keseimbangan proses fermentasi dan penyangraian. Biji yang kurang difermentasi cenderung berwarna ungu, pejal, pahit, dan sepat, sementara biji yang terlalu difermentasi akan pecah, berwarna coklat tua, dengan cita rasa coklat yang kurang dan bau apek (Karmawati *et al.*, 2010).



Gambar 4. Pelaksanaan proses fermentasi buah kakao (sumber : Tambunan, 2021)

Sebagian besar komposisi pulpa kakao terdiri dari air, namun sebenarnya mengandung berbagai senyawa nutrisi larut seperti gula, asam-asam karboksilat, protein, vitamin, dan mineral. Gula merupakan senyawa yang paling dominan dalam pulpa kakao, dan lendir yang mengandung gula dalam jumlah besar sangat penting dalam proses fermentasi biji kakao. Taiga *et al.*, (2015) menemukan bahwa lendir pulpa kakao yang direbus selama sekitar sepuluh menit memiliki kandungan gula setara dengan madu lebah, sehingga dapat digunakan sebagai pemanis seperti madu. Asam sitrat juga merupakan senyawa penting dalam pulpa kakao. Asam sitrat merupakan asam organik yang paling melimpah dalam pulpa kakao, dengan kandungan sebesar 9,14 mg/l. Kehadiran asam sitrat ini memberikan cita rasa khas bagi pulpa kakao dan bisa digunakan sebagai penambah rasa dalam produk minuman lain (Chin, 2016).

2.2. Faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Kakao

Tingkat kematangan buah adalah tahap dimana buah mencapai tingkat kesiapan optimal untuk dipanen dan dikonsumsi. Ini mencakup perubahan fisik, kimia, dan organoleptik yang terjadi dalam buah selama proses pematangan, seperti perubahan warna, tekstur, aroma, dan rasa. Definisi ini dapat bervariasi tergantung pada jenis buah yang dibahas dan kebutuhan spesifik dalam konteks pertanian, pangan, atau industri lainnya.

Tingkat kematangan buah pada kakao dapat dilihat dari perubahan warna pada kulit buah (Sari, 2016). Warna buah kakao yang masih muda pada dasarnya ada dua macam, yaitu hijau atau hijau agak putih dan merah. Perubahan warna pada kulit buah merupakan salah satu ciri kematangan buah kakao, buah yang ketika masih muda berwarna hijau atau hijau keputihan bila sudah matang akan berwarna kuning dan buah yang ketika masih muda berwarna merah bila sudah matang akan berwarna oranye. Proses pemanenan buah kakao dilakukan dalam kurun waktu 5 – 6 bulan dari waktu pembuangan pembungaan.

2.3. Media Fermentasi

Fermentasi adalah proses kimia yang mengubah substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Suprihatin, 2010). Proses ini memerlukan keberadaan starter sebagai populasi mikroba yang akan tumbuh dalam substrat. Starter ini adalah kumpulan mikroorganisme dalam jumlah dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan ke dalam media fermentasi (Prabowo, 2011).

Fermentasi dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu spontan dan tidak spontan. Fermentasi spontan tidak melibatkan penambahan mikroorganisme dalam bentuk starter atau ragi dalam proses pembuatannya, sementara fermentasi tidak spontan melibatkan penambahan starter atau ragi. Mikroorganisme tumbuh dan berkembang secara aktif mengubah bahan yang difermentasi menjadi produk yang diinginkan selama proses fermentasi (Suprihatin, 2010). Proses fermentasi yang optimal tergantung pada jenis mikroorganisme yang terlibat (Sulistyaningrum, 2008). Faktor-faktor seperti suhu, pH awal fermentasi, inokulum, substrat, dan

kandungan nutrisi dalam medium juga mempengaruhi proses fermentasi, seperti yang disebutkan oleh Hidayat dan Suhartini (2013).

Medium yang baik untuk digunakan sebagai medium fermentasi salah satunya adalah Pulpa Kakao. Pulpa kakao adalah salah satu hasil samping yang timbul selama proses fermentasi kakao. Pulpa biji kakao mengandung gula dan polisakarida yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk melakukan proses fermentasi (Rachmatullah et al., 2021). Mikrobia sangat memerlukan ketersediaan nutrisi dari media fermentasi pada awal pertumbuhan. Pulpa kakao dapat digunakan sebagai pemacu pertumbuhan awal mikrobia pencerna serat, karena kandungan protein yang cukup tinggi pada pulpa kakao merupakan sumber nutrisi untuk pertumbuhan massa sel mikroba. Menurut Taiga et al., (2015) mengandung senyawa nutrisi yang terlarut, di antaranya termasuk gula dan asam-asam karboksilat, protein, vitamin dan mineral.

Salah satu faktor penting dalam fermentasi adalah media, karena media dirancang untuk memenuhi kebutuhan nutrisi mikroorganisme. Media yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat seperti mengandung nutrisi yang dibutuhkan mikroorganisme, tidak mengandung zat yang dapat menghambat pertumbuhan sel dan tidak terdapat kontaminan (Leoangraini dan Ihwan. 2011). Salah satu faktor penting dalam fermentasi adalah media. Secara umum semua mikroba membutuhkan media fermentasi yang mengandung semua nutrisi yang dibutuhkan seperti sumber karbon, sumber nitrogen, air, mineral, sumber vitamin, prekursor, inhibitor, inducer, kebutuhan oksigen dan antibusa.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bakteriologi Balai Penyidikan dan Pengujian Veteriner (BPPV) Regional III Bandar Lampung, Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertanian dan Laboratorium Analisis Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian Universitas Lampung. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Juli 2024.

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

Alat yang digunakan antara lain timbangan analitik, baskom plastik, kain saring, pisau, spatula, neraca analitik, tisu, aluminium foil, vortex (Thermolyne maxi mix II), corong kaca, erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes, mikropipet, alat titrasi, cawan petri, bunsen, pH meter, penangas air, dan buret.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah cairan pulpa kakao yang diperoleh dari petani di Kabupaten Pesawaran, Kabupaten Tanggamus, Kabupaten Lampung Barat dan Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung. Bahan-bahan untuk analisa antara lain aquadest, Media NA dan NB, E-coli, NaOH 0,1 N, kertas lakmus, cakram antibiotik (streptomycin).

3.3. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara non-faktorial dengan 1 faktor dan 4 kali ulangan. Faktor terdiri dari variasi tempat pengambilan sampel pulpa kakao yang berbeda yang terdiri dari 4 taraf yaitu Pesawaran (Ps), Pringsewu (Pw), Lampung Barat (Lb), Tanggamus (Tg). Pada penelitian ini terdapat 16 unit perlakuan yang akan dicoba yaitu (Ps1), (Ps2),

(Ps3), (Ps4), (Pw1), (Pw2), (Pw3), (Pw4), (Lb1), (Lb2), (Lb3), (Lb4), (Tg1), (Tg2), (Tg3), (Tg4). Tata letak perlakuan berbeda tempat pengambilan sampel pulpa kakao dan ulangan disajikan pada Tabel 1.

Table 1. Kombinasi perbedaan tempat pengambilan sampel pulpa kakao dan ulangan.

Tempat Pengambilan	Ulangan			
	1	2	3	4
Ps	Ps1	Ps2	Ps3	Ps4
Pw	Pw1	Pw2	Pw	Pw
Lb	Lb1	Lb2	Lb3	Lb4
Tg	Tg1	Tg2	Tg3	Tg4

Keterangan:

Ps = Pesawaran

Lb = Lampung Barat

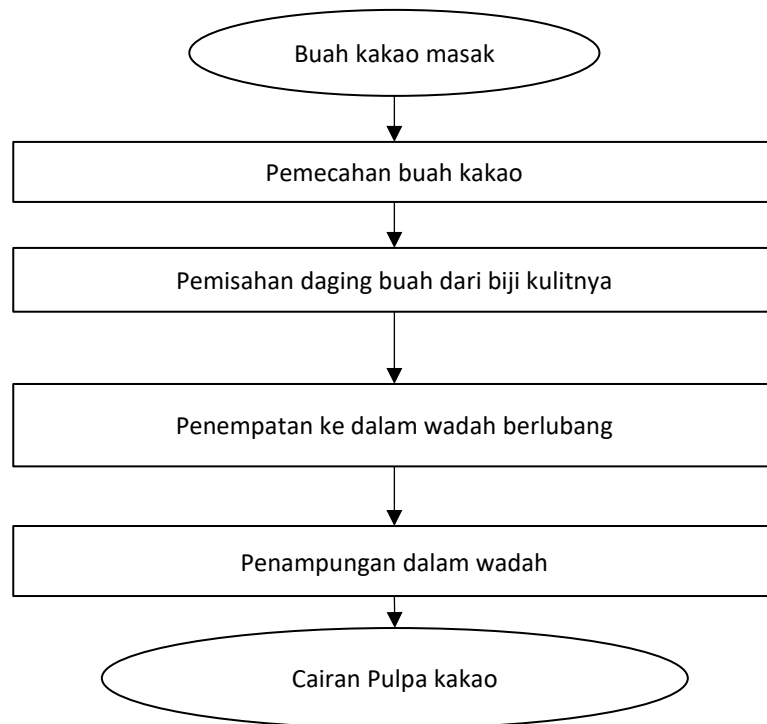
Pw = Peringsewu

Tg = Tanggamus

Data dianalisis dengan one way ANOVA program aplikasi IBM SPSS versi 2.5. Data sebelumnya dianalisis dengan uji normalitas dan uji homogenitas. Dengan uji normalitas dapat diketahui bahwa data yang diperoleh berdistribusi normal atau tidak. Berbeda dengan uji homogenitas untuk mengetahui apakah setiap perlakuan dalam penelitian tersebut berasal dari variasi yang sama. Untuk mengetahui beda pengaruh perlakuan dari masing-masing konsentrasi dilakukan Uji Beda Nyata Jujur α 5% (BNJ) untuk mengetahui pengaruh serta kecenderungan hubungan dari faktor perlakuan. Parameter penelitian yang diamati pada penelitian ini meliputi uji pH, total padatan terlarut, massa jenis, total asam, dan uji antimikroba.

3.4. Proses Mendapatkan Pulpa Kakao

Buah kakao dari kebun petani dipilih yang sudah matang berwarna merah kekuningan, kemudian dipetik dan dikumpulkan. Buah yang telah dipanen dipecah dengan balok kayu. Daging buah kakao dipisahkan dari kulitnya. Daging buah yang terdiri dari biji, plasenta dan pulpa kakao diletakkan di dalam wadah yang bagian dasarnya berlubang. Cairan yang keluar ditampung kemudian dimasukkan kedalam wadah dan didapatkan cairan pulpa kakao. Secara umum alur proses pemanenan pulpa kakao dapat disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir pengolahan kakao (Yuliana et al., 2022).

3.5. Pengamatan

3.5.1. Total Soluble Solid (TSS)

Kadar TSS ditentukan dengan menggunakan hand refractometer. Alat ini dapat digunakan dengan lebih mudah serta hasil pengukurannya yang cepat dan akurat. Hand refractometer akan membaca total soluble solid pada larutan dengan bantuan indeks bias atau refraksi cahaya. Sebelum digunakan, refractometer dikalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan aquades dan dilap menggunakan kain microfiber. Pertama, sampel pulpa kakao diambil dengan menggunakan pipet tetes. Lalu satu tetes sampel ditetaskan pada prisma biru lalu ditutup dengan day light plate (cover). Lalu brix sampel dapat dilihat dengan mata dan alat diarahkan ke cahaya matahari.

3.5.2. pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi terlebih dahulu dengan larutan buffer pH 7.01 dan pH 4.01. Sebelum digunakan, elektroda pH meter dibilas terlebih dahulu dengan aquades lalu dikeringkan

dengan kain microfiber. Pertama sampel pulpa dituang ke dalam gelas beaker sebanyak 30 ml, lalu pH meter dicelupkan ke dalam sampel, dan ditunggu sampai angka pada layar pH meter stabil.

3.5.3. Total Asam Titrasi

Pengujian total asam asetat dilakukan dengan menggunakan pH meter. Sebelum digunakan, pH meter dikalibrasi terlebih dahulu dengan larutan buffer pH 7.01 dan pH 4.01. Sebanyak 20 ml sampel dimasukkan ke dalam gelas beaker. Sampel dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sambil diukur pHnya. Jika pH pada pH meter sudah menunjukkan 8,3 maka proses titrasi dapat dihentikan (Yuliana et al.,2023). Lalu jumlah NaOH yang digunakan dicatat. Perhitungan total asam asetat dapat dilakukan dengan rumus :

$$\text{Total asam titrasi \%} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{Eq wt} \times 100}{\text{volume sampel} \times 1000}$$

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

3.5.4. Pengujian Aktifitas Antimikroba dan Perhitungan Zona Hambat

Pengujian aktifitas antimikroba menggunakan sampel pulpa kakao dan bakteri gram negatif yang diwakili oleh *Escherichia coli*. Pengujian ini dimulai dengan menumbuhkan bakteri *E. coli* dengan menggunakan media natrium broth (NB). Pulpa kakao di-centrifuge terlebih dahulu untuk kemudian diambil cairannya dan disaring menggunakan cyringe filter dengan ketebalan 200 µm. Setelah disaring, cakram ditetesi dengan pulpa kakao dan ditunggu sampai meresap (Andries et al.,2014).

Selanjutnya, media Natrium Agar (NA) dibuat dan dituang kedalam cawan petri. *E. coli* yang tumbuh pada NB diambil 1ml kemudian diswab diatas media NA dan diletakkan cakram yang telah berisi pulpa kakao steril sebanyak 2 cakram sebagai pengulangan, serta satu cakram antibiotik (streptomycin) sebagai kontrol positif. Cakram tersebut diletakkan dengan jarak antar cakram sekitar 3 cm dan jarak

cakram dari tepi cawan adalah 2 cm. Inkubasi dilakukan selama 24 jam, kemudian aktifitas antimikroba dapat diamati berdasarkan terbentuknya zona bening (zona hambat) di sekeliling cakram dan diukur dengan menggunakan jangka sorong. Rumus perhitungan adalah sebagai berikut.

$$L = \frac{(D1 - D3) + (D2 - D3)}{2}$$

Keterangan :

L : Luas zona hambat
 D1 : Diameter zona hambat horizontal
 D2 : Diameter zona hambat vertical
 D3 : Diameter cakram

Diameter zona hambat dapat dikategorikan kekuatannya berdasarkan Surjowardojo *et al.*, (2015) : sangat kuat (zona hambat ≥ 21 mm), kuat (zona hambat 11-20mm), sedang (zona hambat 6 – 10 mm) dan lemah (zona hambat ≤ 5 mm).

3.5.5. Massa jenis

Massa jenis didefinisikan sebagai massa per satuan volume (Hughes, 2006). Pengujian massa jenis menggunakan sampel pulpa kakao dimulai dengan menyiapkan timbangan analitik. Cairan pulpa kakao kemudian ditimbang dengan cara menuangkan sebanyak 10 ml larutan ke dalam wadah dan dilihat massa yang ditampilkan pada timbangan analitik. Rumus untuk menentukan massa jenis adalah sebagai berikut (Juliyanto *et.al.*, 2016).

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan:

ρ : Massa jenis zat
 m : Massa zat cair (gram)
 V : Volume zat cair (ml atau cm³)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah penelitian ini menunjukkan bahwa asal pulpa kakao berpengaruh signifikan terhadap karakteristik fisikokimia pulpa, yang kemudian mempengaruhi potensi pulpa tersebut sebagai media fermentasi. Faktor asal kakao menyebabkan variasi dalam nilai pH (3,18- 3,88), total asam tertitrasi (0,298-0,827%), massa jenis (0,981-1,021 gr/cm³), total padatan terlarut (4,25-15,5°brix) serta aktivitas antimikroba dan zona hambat (0-1,828 mm). Variasi ini akan berdampak pada proses fermentasi, baik dari segi waktu yang dibutuhkan maupun kualitas hasil fermentasi.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, saran yang dapat diberikan pada penelitian selanjutnya yaitu untuk menambahkan parameter fisikokimia sssyang lebih detail seperti kandungan polifenol, kandungan serat, dan aktivitas enzim pada pulpa kakao. Sehingga dapat memberikan gambaran lebih dalam mengenai pengaruh asal pulpa kakao terhadap kualitas fermentasi dan hasil akhir produk yang dihasilkan dari media fermentasi pulpa kakao.

DAFTAR PUSTAKA

- Agyirifo, D. S., Wamalwa, M., Otwe, E. P., Galyuon, I., Runo, S., Takrama, J., & Ngeranwa, J. 2019. Metagenomics analysis of cocoa bean fermentation microbiome identifying species diversity and putative functional capabilities. *Heliyon*, 5(7), e02170.
- Alam, N., Saleh, M. S., Gatot, D., Hutomo, S., & Budidaya, J. 2010. Karakteristik Buah Kakao yang Dipanen Pada Berbagai Ketinggian Tempat Tumbuh dan Kelas Kematangan. *J. Agroland*. 17(2), 123–130.
- Andries, J. R., Gunawan, P. N., & Supit, A. (2014). Uji efek antibakteri ekstrak bunga cengkeh terhadap bakteri *Streptococcus mutans* secara in vitro. *EGiGi*, 2(2) : 1-8.
- Anggraeni, S. A., Prasmatiwi, F. E., & Situmorang, S. 2018. Analisis Pendapatan Dan Pemasaran Kakao Di Kecamatan Bulok Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*. 6(3), 249.
- Arya Bima Senna. 2020. Pengolahan Pascapanen pada Tanaman Kakao untuk Meningkatkan Mutu Biji Kakao : Review. *Jurnal Triton*. 11(2), 51–57.
- Badan Pusat Statistika Provinsi Lampung. 2022. *Produksi Tanaman Dalam Ton Tahun 2023*. Retrieved from lampung.bps.go.id.1-2
- Bickel Haase, T., Schweiggert-Weisz, U., Ortner, E., Zorn, H., & Naumann, S. (2021). Aroma properties of cocoa fruit pulp from different origins. *Molecules*, 26(24), 7618.
- Dinas Perkebunan Provinsi Lampung. 2022. *Penyajian Data Statistik Persebaran Luas Areal Dan Produksi Komoditas Kakao Dinas Perkebunan Di Provinsi Lampung Tahun 2020 Melalui Peta GIS (Geographic Information System)*. Retrieved from disbun.lampungprov.go.id : 1-2
- Dubois, M., Gilles, K. A., Hamilton, J. K., Rebers, P. A., Smith, F. 1956. Colometric method for determination of sugar and related substance. *Analytical Chemistry*. 3 (28): 350-356.

- Elifah, E. (2010). Uji Antibakteri Fraksi Aktif Ekstrak Metanol Daun Senggani (Melastoma Candidum, D. Don) Terhadap Escherichia Coli Dan Bacillus Subtilis Serta Profil Kromatografi Lapis Tipisnya. *Skripsi*. FMIPA UNS. Surakarta. 15-23
- Gabhriel B.P. dan Riyatno. 1989. *Metarhizium anisopliae (Metch) Sor : Taksonomi, Patologi, Produksi, dan Aplikasinya*. Direktorat Perlindungan Tanaman Perkebunan. Jakarta. 1-10
- Hamzah, M. F. 2010. Studi Morfologi dan Anatomi Daun Edelweis Jawa (Anaphalis Javanica) pada Zona Ketinggian yang Berbeda di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru Jawa Timur. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Malang. 13-16.
- Harvyandha, A. (2019). Telemetry Pengukuran Derajat Keasaman Secara Real Time Menggunakan Raspberry Pi. *Journal Of Telecommunication Network (Jurnal Jaringan Telekomunikasi)*, 9(4), 55-60.
- Hughes, S. W. (2006). Measuring Liquid Density Using Archimedes' Principle. *Physics Education*. 41(5), 445-447.
- Inanda, S, K. 2023. Karakteristik Fisik, Kimia, Dan Sensoris Biji Kakao Criollo, Forastero, Dan Trinitario: Review. *Journal of Comprehensive Science*. 2(3).
- Julianto, E., Rofingah, J., Finda, A., & Hakim, F. N. (2016). Menentukan Tegangan Permukaan Zat Cair. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*. 2(2), 176.
- Juniawati., Miskiyah & Widaningrum. 2017. Aplikasi Vinegar Sebagai Biopreservative Untuk Menghambat Pertumbuhan Salmonella Typhimurium Pada Daging Ayam Segar. *Buletin Peternakan*. Vol. 41 (2): 187-196.
- Kayaputri, I. L., Sumanti, D. M., Djali, M., Indiarto, R., & Dewi, D. L. (2014). Kajian Fitokimia Ekstrak Kulit Biji Kakao (Theobroma Cacao L.). *Chimica Et Natura Acta*, 2(1), 83-90.
- Khafifah, M. 2023. Pengaruh Kondisi Media Fermentasi Dan Konsentrasi Inokulum Terhadap Karakteristik Sensori Dan Fisiko- Kimia Minuman Probiotik Pulpa Kakao (Theobroma Cacao L.) Dengan Lama Fermentasi Menggunakan Khamir Saccharomyces Boulardii Sebagai Starter. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung. 8-19
- Leite, P. B., Machado, W. M., Guimarães, A. G., Carvalho, G. B. M. De, Magalhães-guedes, K. T., & Druzian, J. I. 2019. Cocoa's Residual Honey : Physicochemical Characterization and Potential as a Fermentative Substrate by Saccharomyces cerevisiae. AWRI726. *The Scientific World Journal*. doi.10.1155/2019/5698089. 37-40.

- Leoanggraini, U dan Ihwan, B.M. 2011. Fermentasi Mikroaerofilik *Lactobacillus acidophilus* untuk Produksi Probiotik. *Industrial Research Workshop and National Seminar*. 188-192.
- López-Hernández, Martha del, Pilar., Esperanza, Melo-Martinez., and Jenifer, Criollo-Núñez. 2023. Effect of the maturity stage, genotype, and geographical location on the physicochemical characteristics of the cocoa bean during fermentation. *Ingeniería y Competitividad Vol 25 (3) : 1-14*. doi:10.25100/iyv.V25i2.
- Manalu, Radot. 2018. Pengolahan Biji Kakao Produksi Perkebunan Rakyat Untuk Meningkatkan Pendapatan Petani. *Jurnal Ekonomi & Kebijakan Publik*. (E-ISSN: 2528-4673 P-ISSN: 2086-6313). 9(2).
- Nome, W., Salosso, Y., & Eoh, C. B. (2019). Analisis Metabolit Sekunder Dan Kandungan Nutrisi Dari Makroalga Hijau (Chlorophyceae) Di Perairan Teluk Kupang. *Jurnal Aquatik*, 2(1), 100-112.
- Nunes, C. S. O., Silva, M. L. C. da, Camilloto, G. P., Machado, B. A. S., Hodel, K. V. S., Koblitiz, M. G. B., Carvalho, G. B. M., & Uetanabaro, A. P. T. 2020. Potential Applicability of Cocoa Pulp (*Theobroma cacao* L.) as an Adjunct for Beer Production. *The Scientific World Journal*. 24-34. doi :10.1155/2020/3192585
- Nurfaillah, Masri, Sari, E. R., Herlinda, & Patang. 2018. Pemanfaatan Limbah Pulp Kakao Menjadi Nata De Cacao. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 4(2), 24.
- Nurhalimah, N. W., & Sulistiyanto, R. 2015. Kandungan bakteri asam laktat dan bakteri selulolitik pada pollard yang difermentasi. *Animal Agricultural Journal*. 4(1), 63–68.
- Prasetyo, A., Nugroho, A. B., & Setyawan, H. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Pada Hidroponik Selada (*Lactuca Sativa* L.) Dengan Metode Nft Berbasis Internet Of Things (Iot). *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputasi (Elkom)*, 4(2), 99-109.
- Pratiwi, I., & Setiorini, I. A. (2023). Penurunan Nilai Ph, Cod, Tds, Tss Pada Air Sungai Menggunakan Limbah Kulit Jagung Melalui Adsorben. *Jurnal Redoks*, 8(1), 55-62.
- Purwati, L. S., & Nurhatika, S. 2016. Efektivitas Penggunaan Bioetanol dari Limbah Pulp Kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap Lama Pembakaran Kompor Bioetanol. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(1), 11–16.
- Riany, Hesti., Oksi, Ika, Susilawati., & Mardhiah Umami, BB. 2015. Aktivitas Antimikroba Beberapa Jenis Cairan Pembersih Antibakteri Terhadap Bakteri Tanah Di Kawasan Kampus Universitas Jambi Mendalo. *Prosiding Semirata*

- 2015 bidang MIPA BKS-PTN Barat. Universitas Tanjungpura Pontianak. Hal. 251-258.
- Rio, Y.B.P., Djamal, A., & Asterina, A. 2012. Perbandingan Efek Antibakteri Madu Asli Sikabu Dengan Madu Lubuk Minturun Terhadap *Escherichia Coli* Dan *Staphylococcus Aureus* Secara In Vitro. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 1(2):59-62. Doi: 10.25077/Jka.V1i2.15
- Rohman, N. A, 2010. Pengaruh Lama Pengeringan Terhadap Sifat Fisikokimia Dan Sensoris Manisan Buah Tomat (*Lycopersium Commune* L). *Skripsi*. Universitas Semarang. Semarang. 9-18.
- Safitri, D. 2019. Pengaruh Lama Fermentasi Limbah Cair Pulp Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Sebagai Bioherbisida Gulma Belulang (*Eleusine Indica* L.). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Bandar Lampung. 7-13.
- Sanggor, J., Kolompoy, E., Taroreh, J., Saranga, R., & Tangapo, A. M. (2024). Psikobiotik Kombucha Cengkeh (*Syzygium Aromaticum* (L.) Merr. & Lm Perry) Sebagai Alternatif Herbal Antidepresan. *Berita Biologi*, 23(2), 235-247.
- Sapriyanti, R., Nurhartadi, E., & Ishartani, D. 2014. Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Velva Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) Dengan Pemanis Madu. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 7(1), 59-69.
- Sari, K. 2016. Pengaruh Indeks Kematangan Buah Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Dan Massa Tumpukan Terhadap Kualitas Hasil Fermentasi Biji Kakao Di Wilayah Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran, Lampung. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 53(9), 1689–1699.
- Saricoban, C and Yilmaz, M.T. (2010). Modelling The Effects of Processing Factors on The Changes in Colour Parameters of Cooked Meatballs Using Respones Surface Methodology. *World Applied Sciences Journal*. 9(1).
- Savitri, E., Fakhrurrazi, F., Harris, A., Erina, E., Sutriana, A. & Lubis, T.M., 2018. Uji Antibakteri Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus* (Antibacterial Activity Test Of *Moringa Oleifera* L. Extracts On *Staphylococcus Aureus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 2(3):373-379.
- Suphandi, Michell., Sugata, Marcelia., & Tjie, Tan, Jan. 2023. Aktivitas Antimikroba Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Susu Sapi di Indonesia. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. Vol. 8(2): 1-9.
- Syawal, H., Yuharmen, Y. & Kurniawan, R. 2019. Sensitivitas Ekstrak Daun *Rhizophora Apiculata* Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Aeromonas*

Hydrophila. Jurnal Ruaya: Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmu Perikanan Dan Kelautan, 7(2):34-38. Doi: 10.29406/Jr.V7i2.1467

Taiga, A., Afolabi, S., & Agwu, C. 2015. Comparative study of cocoa-sweat and that of pure honey. *African Journal of Biotechnology*. 9(20),2923-2925,

Tee, Yei-Kheng., Khairul, Bariah., Badrul, Hisyam, Zainudin., Kian-Chee, Samuel, Yap., and Ning-Geng, Ongc. 2021 Impacts of cocoa pod maturity at harvest and bean fermentation period on the production of chocolate with potential health benefits. *J Sci Food Agric*. DOI 10.1002/jsfa.11494.

Wijaya, M. 2020. *Kakao Fisiologi Tumbuhan & Biokimia Biji*. Badan Penerbit UNM. Makassar. 7-15.

Yuliana, N., Fibra, N., & Sumardi. 2022. *Pengolahan Hasil Samping Buah Kakao*. Pusaka Media. Bandar Lampung. 1-16

Yuliana, N., Nurainy, F., Sari, G. W., Sumardi., 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. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100297>.