

**PROFIL MUTU FISIK DAN KIMIA BIJI KAKAO FERMENTASI
DAN NON FERMENTASI DENGAN DAN TANPA PUPUK NPK
FORMULA KHUSUS KAKAO**

PROFILE OF PHYSICAL AND CHEMICAL QUALITY OF
FERMENTED AND NON-FERMENTED COCOA BEAN WITH AND
WITHOUT FERTILIZER NPK FORMULA SPECIAL

**RISNA SANDA BUNGA
P012201014**



**PROGRAM STUDI SISTEM-SISTEM PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PROFIL MUTU FISIK DAN KIMIA BIJI KAKAO FERMENTASI
DAN NON FERMENTASI DENGAN DAN TANPA PUPUK NPK
FORMULA KHUSUS KAKAO**

Tesis sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Sistem-Sistem Pertanian

Disusun dan diajukan oleh

RISNA SANDA BUNGA
P012201014

Kepada

**PROGRAM STUDI SISTEM-SISTEM PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

PROFIL MUTU FISIK DAN KIMIA BIJI KAKAO FERMENTASI DAN NON FERMENTASI PADA TANAMAN DENGAN DAN TANPA PUPUK NPK FORMULA KHUSUS KAKAO

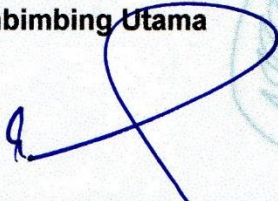
Disusun dan diajukan oleh :

RISNA SANDA BUNGA
P012201014

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Sistem Sistem Pertanian
Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 17 April 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

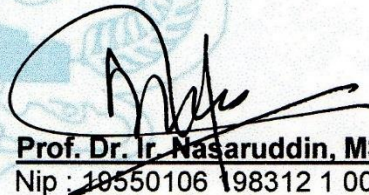
Menyetujui,

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali.
Nip : 19630702 198811 1 001

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. Ir. Nasaruddin, MS.
Nip : 19550106 198312 1 001

Ketua Program Studi
Sistem-Sistem Pertanian



Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid., M.Sc.
Nip : 19640721 199002 1 001

Dekan Sekolah Pascasarjana,
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Budu, Ph.D.Sp.M(K).M.MedEd.
Nip : 19661231 199503 1 009

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Risna Sanda Bunga

Nomor Pokok : P012201014

Program Studi : Sistem-Sistem Pertanian

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, April 2023

Yang menyatakan



Risna Sanda Bunga

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan rasa syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas penyertaan kasih dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Penyusunan tesis ini merupakan salah satu tahap dalam penyelesaian studi pada Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin. Penyelesaian tesis penelitian ini merupakan hasil bimbingan dan arahan dari komisi pembimbing dan berbagai pihak lainnya. Penulis mengucapkan terima kasih dan apresiasi kepada: Bapak Prof Dr.Ir. Abu Bakar Tawali dan Bapak Prof. Dr. Ir. Nasaruddin, MS. atas segala perhatian, keikhlasan, keluasan waktu dalam membimbing dan menerima kami, baik pada saat perkuliahan maupun dalam penyusunan tesis ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Rektor, Dekan, dan Wakil Dekan, Ketua Program Studi Sistem-sistem Pertanian Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin beserta staf yang telah menyediakan fasilitas selama penulis menjadi mahasiswa pada Program Studi Sistem-Sistem Pertanian dan dosen-dosen yang telah membimbing dan memberikan ilmu pengetahuan. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada para dosen yang tidak sempat disebutkan satu persatu atas segala ilmu dan pengetahuan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan.

Secara khusus dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih setulusnya kepada Ayahanda dan Alm. Ibunda serta saudaraku atas segala dukungan, kasih sayang, pengorbanan, perhatian, didikan, dan petunjuknya. Demikian pula kepada suamiku dan anak-anakku atas kesabaran, kesetiaan dan kebersamaannya serta semua sahabat-sahabatku di Kantor Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan yang selalu mendukung. Kepada teman-teman Program Studi Sistem-Sistem Pertanian Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin atas kebersamaan dan motivasinya serta telah menjadi teman diskusi selama perkuliahan, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga. Demikian juga kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama mengikuti pendidikan.

Makassar, April 2023

Penulis

ABSTRAK

RISNA SANDA BUNGA. Profil Mutu Fisik dan Kimia Biji Kakao Fermentasi dan Non Fermentasi Dengan dan Tanpa Pupuk NPK Formula Khusus Kakao. Dibimbing oleh Abu Bakar Tawali dan Nasaruddin.

Permasalahan kakao Indonesia saat ini adalah rendahnya produktivitas dan mutu kakao yang disebabkan oleh penurunan kesuburan tanah. Kondisi ini diperparah oleh tidak dilakukannya fermentasi oleh petani. Tujuan penelitian adalah untuk membandingkan mutu fisik (rendemen dan jumlah biji per 100 g) serta mutu kimia (kandungan kadar air, pH, Total protein dan Total polifenol) dari biji yang difermentasi dan non fermentasi dengan dan tanpa menggunakan Pupuk NPK Formula Khusus Kakao. Metode penelitian dilakukan dengan membandingkan profil mutu fisik dan kimia terhadap biji kakao fermentasi dan non fermentasi yang dihasilkan oleh petani dengan dan tanpa menggunakan pupuk NPK Formula Khusus kakao. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen biji basah memiliki tingkat korelasi yang rendah dengan rendemen biji kering pada Non NPK, dan memiliki tingkat korelasi yang kuat pada NPK Formula Khusus. Jumlah biji per 100 gram pada aplikasi NPK Formula Khusus dan Non NPK baik pada fermentasi maupun tidak difermentasi memiliki korelasi yang kuat. Rendemen biji basah dan biji kering lebih tinggi dan berbeda nyata pada NPK Formula Khusus dibandingkan dengan rendemen biji basah dan biji kering pada aplikasi non NPK. Jumlah biji per 100 gram pada biji yang tidak difermentasi pada non NPK dan NPK Formula Khusus lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan fermentasi pada non NPK dan aplikasi NPK Formula Khusus. Komponen mutu kimia biji kakao (kadar air, pH, Total Protein dan Total Polifenol) memiliki tingkat korelasi yang sangat kuat antara biji kakao dari aplikasi NPK Formula Khusus Kakao dan tanpa aplikasi NPK baik yang di fermentasi maupun tidak difermentasi. Kadar air biji yang tidak difermentasi pada non NPK dan NPK Formula khusus lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan biji pada perlakuan fermentasi pada Non NPK dan NPK Formula khusus. Total protein pada biji yang difermentasi lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan biji yang tidak difermentasi pada non NPK. Sedangkan rata-rata total protein biji yang tidak difermentasi lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan biji yang difermentasi pada aplikasi NPK Formula khusus. pH pada biji tidak difermentasi lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan biji yang difermentasi pada non NPK. Rata-rata pH pada biji tidak difermentasi lebih tinggi tetapi berbeda tidak nyata dibandingkan dengan biji yang difermentasi pada NPK Formula khusus. Total polifenol biji tidak difermentasi pada non NPK dan NPK Formula khusus lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan biji pada perlakuan fermentasi pada Non NPK dan NPK Formula khusus.

Kata kunci: Biji kakao, mutu fisik, mutu kimia, NPK Formula Khusus

ABSTRACT

RISNA SANDA BUNGA. Profile Of Physical And Chemical Quality Of Fermented And Non-Fermented Cocoa Bean With And Without Fertilizer NPK Special Formula Supervised by Abu Bakar Tawali and Nasaruddin.

The current problem with Indonesian cocoa is the low productivity and quality of cocoa caused by a decrease in soil fertility. This condition is exacerbated by the non-fermentation by farmers. The aim of the study was to compare the physical quality (yield and number of seeds per 100 g) and chemical quality (moisture content, pH, total protein and total polyphenols) of fermented and non-fermented beans with and without the use of Cocoa Special Formula NPK Fertilizer. The research method was carried out by comparing the physical and chemical quality profiles of fermented and non-fermented cocoa beans produced by farmers with and without the use of Cocoa Special Formula NPK fertilizer. The results showed that the yield of wet bean had a low correlation with the yield of dry bean on Non NPK, and had a strong correlation on Special Formula NPK. The number of bean per 100 grams in the application of NPK Special Formula and Non NPK both fermented and non-fermented has a strong correlation. The yields of wet and dry bean were higher and significantly different in the NPK Special Formula compared to the yields of wet and dry bean in non-NPK applications. The number of bean per 100 grams of non-fermented bean in non-NPK and NPK Special Formulas was higher and significantly different compared to fermentation in non-NPK and NPK Special Formula applications. Components of the chemical quality of cocoa beans (moisture content, pH, total protein and total polyphenols) have a very strong correlation between cocoa beans from the application of NPK Cocoa Special Formula and without NPK application, both fermented and unfermented. The moisture content of bean that were not fermented on non-NPK and NPK special formula was higher and significantly different than the bean treated with fermentation on non-NPK and special NPK formula. Total protein in fermented bean was higher and significantly different compared to non-NPK non-fermented bean. Meanwhile, the average total protein of non-fermented bean was higher and significantly different than the fermented bean in the application of the special NPK Formula. The pH of non-fermented bean was higher and significantly different compared to non-NPK fermented bean. The average pH of the non-fermented bean was higher but not significantly different compared to the bean fermented on the special NPK formula. Total polyphenols of non-fermented bean on non-NPK and NPK special formula were higher and significantly different than bean treated with fermentation on non-NPK and Special NPK formula

Keywords: Cocoa beans, physical quality, chemical quality, NPK Special Formula

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Mutu Biji Kakao	6
2.2. Fermentasi Biji Kakao	8
2.2.1 Kadar Air	13
2.2.2 pH	14
2.2.3 Polifenol	14
2.2.4 Kadar Protein	16
2.3. Peranan Pemupukan Terhadap Produksi dan Mutu Hasil Produksi.....	17
2.4. Kerangka Pikir	19

BAB III. BAHAN DAN METODE	20
3.1. Tempat dan Waktu	20
3.2. Bahan dan Alat	20
3.3. Metode Penelitian	20
3.4. Pelaksanaan Penelitian	21
3.4.1 Pengolahan Biji Kakao Non Fermentasi	21
3.4.2 Pengolahan Biji Kakao Fermentasi	21
3.5. Parameter Pengamatan	22
3.5.1 Mutu Fisik	22
3.5.2 Mutu Kimia	22
3.6 Analisis Data.....	22
3.6.1 Uji Korelasi Rank Spearman	23
3.6.2 Uji Beda Rata-rata	24
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	 25
4.1. Hasil	25
4.1.1. Mutu Fisik	25
4.1.2. Mutu Kimia	28
4.2. Pembahasan	30
4.2.1. Mutu Fisik	30
4.2.2. Mutu Kimia	34

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
3.6. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Pedoman interpretasi korelasi	23
2. Hasil uji korelasi rank Spearman pada rendemen biji basah dan biji kering.....	25
3. Hasil uji beda rata-rata rendemen biji basah dan biji kering pada aplikasi NPK Formula Khusus Kakao dengan Non NPK	26
4. Hasil uji korelasi rank Spearman pada jumlah biji per 100 gram pada perlakuan fermentasi	26
5. Hasil uji korelasi rank Spearman pada jumlah biji per 100 gram pada perlakuan non fermentasi	26
6. Hasil uji korelasi rank Spearman pada rata-rata kadar air, pH, Total Protein dan Total Polifenol pada biji kakao yang difermentasi	28
7. Hasil uji korelasi rank Spearman pada rata-rata kadar air, pH, Total Protein dan Total Polifenol pada biji kakao yang tidak difermentasi	28

Nomor Urut Lampiran	Halaman
1. Rendemen biji basah (BB) dan biji kering (BK) petani responden dari poktan Karya Neurumah Kecamatan Tomoni yang tidak menggunakan NPK.....	47
2. Rendemen biji basah (BB) dan biji kering (BK) petani responden dari poktan Mattiro Kanja Kecamatan Wotu yang menggunakan NPK formula khusus kakao	47
3. Jumlah biji per 100 gram pada biji kakao yang difermentasi dan tidak difermentasi petani responden dari poktan Karya Neurumah Kecamatan Tomoni yang tidak menggunakan NPK.....	48
4. Jumlah biji per 100 gram pada biji kakao yang difermentasi dan tidak difermentasi petani responden dari poktan Mattiro Kanja Kecamatan Wotu yang menggunakan NPK formula khusus kakao.....	49
5. Kadar air pada biji kakao yang difermentasi dan tidak difermentasi petani responden dari poktan Karya Neurumah Kecamatan Tomoni yang tidak menggunakan NPK	50
6. Kadar air pada biji kakao yang difermentasi dan tidak difermentasi petani responden dari poktan Mattiro Kanja Kecamatan Wotu yang menggunakan NPK formula khusus kakao	50
7. Total protein pada biji kakao yang difermentasi dan tidak difermentasi petani responden dari poktan Karya Neurumah Kecamatan Tomoni yang tidak menggunakan NPK	52
8. Total protein pada biji kakao yang difermentasi dan tidak difermentasi petani responden dari poktan Mattiro Kanja Kecamatan Wotu yang menggunakan NPK formula khusus kakao	52
9. pH pada biji kakao yang difermentasi dan tidak difermentasi petani responden dari poktan Karya Neurumah Kecamatan Tomoni yang tidak menggunakan NPK.....	54
10. pH pada biji kakao yang difermentasi dan tidak difermentasi petani responden dari poktan Mattiro Kanja Kecamatan Wotu yang menggunakan NPK formula khusus kakao	54
11. Total polifenol pada biji kakao yang difermentasi dan tidak difermentasi petani responden dari poktan Karya Neurumah Kecamatan Tomoni yang tidak menggunakan NPK.....	55
12. Total polifenol pada biji kakao yang difermentasi dan tidak difermentasi petani responden dari poktan Mattiro Kanja Kecamatan Wotu yang menggunakan NPK formula khusus kakao	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alat fermentasi Kakao (SCPP-Swisscontact, 2013; Afoakwa, 2016)	11
2. Perubahan yang Terjadi Selama Fermentasi.....	12
3. Kerangka pikir penelitian	19

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobroma cacao* L) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran cukup penting bagi perekonomian nasional. Menurut Abdullah (2021), kakao merupakan komoditas pertanian penghasil devisa nomor tiga setelah kelapa sawit dan karet, sumber pendapatan utama bagi 1,7 juta kepala keluarga petani yang tersebar di hampir semua provinsi dan 81 ribu keluarga karyawan perkebunan besar, berperan dalam penciptaan lapangan kerja, mendorong agribisnis dan agroindustri dalam negeri, pelestarian lingkungan serta pengembangan wilayah. International Cocoa Organization (ICCO) menyebutkan bahwa Indonesia termasuk produsen kakao terbesar ketiga di dunia, dengan sumbangan 15% dari total konsumsi kakao seluruh dunia. Namun, kualitas dan mutu kakao Indonesia berada di peringkat kelima setelah Pantai Gading, Ghana, Nigeria dan Kamerun (Nurhadi et al., 2019).

Kakao yang berkembang di Kabupaten Luwu Timur saat ini adalah kakao lindak yang berasal dari benih hibrida. Masalah utama pada kakao lindak antara lain produktivitasnya yang rendah, mutu bijinya kurang baik, karena serangan hama penggerek buah kakao (PBK) *Conopomorpha cramerella* dan pengisap buah *Helopeltis* spp. Faktor lain yang mempengaruhi mutu buah kakao adalah penanganan pascapanen seperti cara panen, fermentasi, pengeringan, dan penyimpanan yang tidak sempurna, serta waktu transportasi yang lama (Depparaba, 2002), oleh karena itu, dalam pengembangan tanaman kakao seharusnya peningkatan produksi diikuti dengan mutu biji kakao yang lebih baik (Tim Tanaman Perkebunan Besar, 2005).

Permasalahan kakao Indonesia saat ini adalah rendahnya produktivitas dan mutu kakao yang disebabkan oleh penurunan kualitas ekosistem lahan dan penurunan kesuburan tanah yang berdampak tingginya tingkat kerusakan biji akibat serangan OPT utama khususnya PBK dan busuk buah. Kondisi ini diperparah oleh pelaksanaan pasca panen yang tidak dilakukan oleh petani khususnya fermentasi.

Kakao adalah salah satu komoditi unggulan perkebunan di Kabupaten Luwu Timur dengan luas areal tanaman kakao 12.008,81 Ha yang terdiri dari Tanaman Belum Menghasilkan (TBM) seluas 2.621,85 Ha, Tanaman Menghasilkan (TM) seluas 6.263,98 Ha, Tanaman Tua atau Tanaman Rusak (TT/TR) seluas 3.122,98 Ha dengan produktivitas sebesar 0.58 Ton/Ha/Tahun (Data Statistik Perkebunan Luwu Timur Tahun 2022).

Usaha perkakaoan ini, memberikan kontribusi besar bagi pendapatan petani, tetapi dalam 10 tahun terakhir produktivitas dan mutu produksi kakao Luwu Timur mengalami penurunan secara signifikan. Adapun penyebab menurunnya produktivitas kakao tersebut adalah penggunaan pupuk yang belum maksimal, alih fungsi komoditi, tanaman sudah berumur diatas 15 Tahun/kategori tanaman rusak, serta menggunakan klon tidak unggul/tidak bersertifikat. Melihat kondisi ini, sejak tahun 2017 sampai 2021, pemerintah Kabupaten Luwu Timur mulai melaksanakan kegiatan peremajaan dan intensifikasi tanaman kakao dengan melakukan rehabilitasi terhadap tanaman kakao yang tua/rusak, menggunakan klon unggul serta perbaikan teknik budidaya tanaman melalui pemangkasan dan pemupukan tanaman yang dalam hal ini menggunakan NPK formula khusus kakao.

Pemupukan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengatasi masalah kehilangan hara di daerah perakaran melalui panen, pencucian dan denitrifikasi yang menyebabkan degradasi tanah di perkebunan kakao. Untuk mengatasi masalah tersebut, salah satu cara yang ditempuh adalah menggunakan pupuk NPK formula khusus pada tanaman kakao yang diproduksi oleh PT. Pupuk Kaltim. Pupuk NPK formula khusus ini memiliki kelebihan yaitu kandungan unsur hara yang lebih banyak yaitu unsur hara makro 14% N, 12% P₂O₅, 16% K₂O, 4% MgO, 4 % CaO, 3% S dan unsur mikro yaitu 0,3% ZnO dan 0,4% B₂O₃ yang jika dibandingkan dengan pupuk NPK lain yang hanya mengandung unsur hara makro NPK (Pupuk Kaltim, 2020). Hasil penelitian Muhtar (2022), menghasilkan bahwa pupuk NPK Formula Khusus dengan dosis 600 kg/ha yang menghasilkan rata-rata tertinggi terhadap jumlah buah panen (30,26 buah) dan jumlah biji perbuah (33,53 biji).

Umumnya para petani kakao di Kabupaten Luwu Timur belum memerhatikan mutu biji kakao. Sebagian besar petani menjual biji kakao yang belum difermentasi sehingga mutu biji kakao rendah dan dari segi ekonomi, pendapatan petani juga rendah karena harga biji

kakao fermentasi lebih tinggi dari harga biji kakao yang tidak difermentasi yakni selisih harga sekitar Rp 15.000/kg – Rp20.000/kg.

Perkebunan Kakao masyarakat yang ada di kecamatan Tomoni kabupaten luwu timur sudah beberapa menerapkan praktek budidaya yang baik namun dari segi penanganan pasca panen masih banyak petani yang belum mempraktekkan fermentasi sehingga kualitas biji kakao yang dihasilkan sangat rendah sedangkan proses fermentasi adalah salah satu faktor kunci dari pengembangan kakao untuk menghasilkan mutu cokelat tinggi, baik cita rasa, aroma serta penampilannya.

Penggunaan pupuk NPK Formula Khusus Kakao sudah diaplikasikan pada tanaman kakao yang berumur rata-rata \pm 7 Tahun di Kelompok Tani Mattiro Kanja, Desa Tarengge, Kecamatan Wotu dan Kelompok Tani Karya Launrumah, Desa Sumber Alam Kecamatan Tomoni sejak bulan Agustus 2020, namun belum dilakukan analisis mutu fisik dan kimia terhadap biji kakao hasil aplikasi pemupukan NPK Formula Khusus Kakao. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian mengenai profil mutu fisik dan kimia biji kakao fermentasi dan non fermentasi pada tanaman dengan dan tanpa pupuk NPK Formula Khusus Kakao.

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan rendemen biji kakao basah dan kering dengan dan tanpa NPK formula khusus kakao (Mutu Fisik)
2. Bagaimana perbandingan jumlah biji kering per 100 g pada biji kakao fermentasi dan non fermentasi dengan dan tanpa NPK formula khusus kakao (Mutu Fisik)
3. Bagaimanan perbandingan mutu kimia biji kering (Kadar Air, Ph, Total Protein, dan Total Polifenol) kakao fermentasi dan non fermentasi dengan dan tanpa NPK formula khusus kakao

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Membandingkan rendemen biji kakao basah dan kering dengan dan tanpa NPK formula khusus kakao (Mutu Fisik)
2. Membandingkan jumlah biji kering per 100 g pada biji kakao fermentasi dan non fermentasi dengan dan tanpa NPK formula khusus kakao (Mutu Fisik)
3. Membandingkan mutu kimia (kandungan kadar air, Ph, Total protein dan Total polifenol) dari biji kering fermentasi dan non fermentasi dengan dan tanpa menggunakan Pupuk NPK Formula Khusus Kakao

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan informasi mengenai dampak penggunaan pupuk NPK formula khusus kakao terhadap rendemen biji kakao basah dan kering (Mutu Fisik)
2. Untuk mendapatkan informasi mengenai jumlah biji kering per 100 g pada biji kakao fermentasi dan non fermentasi dengan dan tanpa NPK formula khusus kakao (Mutu Fisik)
3. Untuk mendapatkan informasi mengenai mutu kimia biji kering kakao fermentasi dan non fermentasi dengan dan tanpa penggunaan pupuk NPK formula khusus
4. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi penentu kebijakan terhadap perbaikan produksi, mutu dan pendapatan petani kakao dalam upaya mengembalikan kejayaan kakao di Luwu Timur.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mutu Biji Kakao

Mutu biji kakao merupakan elemen yang sangat penting sehingga diperlukan upaya untuk tetap menjaga dan mempertahankannya, mutu biji kakao ditentukan oleh berbagai faktor, diantaranya adalah penggunaan bibit yang unggul, proses budidaya tanaman kakao, proses penanganan pasca panen maupun kondisi iklim, cuaca dan topografi (Junais dan Sartika, 2022).

Mutu biji kakao ini merupakan hal yang sangat penting dalam produksi kakao dan olahannya. Jika biji kakao bermutu rendah maka produk olahannya pun akan buruk. Pengawasan mutu menjadi hal yang perlu diperhatikan, yakni dengan adanya inspeksi dan penerapan Good Manufacturing Practice (GMP). Prinsip GMP adalah untuk memantapkan mutu yang baik, mulai dari aspek bahan tanam, agronomi, prapanen, pascapanen, pengudangan, pengiriman, hingga produk akhir (Limbongan, 2012).

Rendahnya mutu biji kakao Indonesia dipengaruhi oleh hama gudang, kotoran, jamur, dan benda-benda asing lainnya (Kementerian Perdagangan, 2015). Terdapat dua indikator rendahnya mutu biji kakao Indonesia khususnya biji kakao rakyat yaitu biji kakao tidak difermentasi dan mengandung kotoran yang cukup tinggi. Menurut Sabahannur et al., (2016), sekitar 70% produksi biji kakao dalam negeri belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) karena teknologi pengolahan biji kakao yang belum dilakukan dengan baik dan benar.

Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam upaya pengembangan kakao di Indonesia adalah kesadaran terhadap mutu produk yang dihasilkan dan mutu produksi masih rendah, belum semuanya diproses dengan cara fermentasi (Nurhadi et al., 2019). Menurut Amran et al., (2018), petani mengolah biji kakao belum sesuai dengan standar prosedur operasional fermentasi, sehingga biji kakao kurang bermutu. Biji kakao fermentasi yang bermutu sesuai dengan Standar Nasional Indonesia akan berdampak pada nilai ekonominya, dan bukan hanya bergantung pada varietas dan lingkungan dimana kakao

tersebut dibudidayakan, tetapi juga lebih kepada bagaimana para petani kakao mengolah biji kakao fermentasi tersebut (Manalu, 2018).

2.1.1. Sifat kimia biji kakao

Biji kakao mempunyai komposisi kimia seperti pada Tabel 11. Komponen-komponen kimia ini tidak semuanya berpengaruh baik pada citarasa dan tingginya mutu tetapi sebahagian akan berpengaruh negatif terhadap mutu dan citarasa kakao. Protin dan anthocyanin umumnya dikaitkan dengan mutu rendah sedang kandungan lemak dan asam amino berkaitan dengan mutu tinggi. Komposisi beberapa kandungan kimia biji kakao asal Afrika Barat yang tidak difermentasi dan sering diambil sebagai bahan standar kakao bermutu seperti pada Tabel 1).

Tabel 1. Komposisi Beberapa Komponen Kimia Biji Kakao Afrika Barat yang tidak difermentasi.

No	Komponen	Persen berat kering (%)
1.	Lemak	53,050
2.	Total Nitrogen	2,280
	Protein	1,500
	• Amonia	0,028
	• Amida	0,188
	• Theobromin	1,710
	• Kafein	0,085
3.	Karbohidrat	
	• Glukosa	0,30
	• Sukroa	-
	• Pati	6,10
	• Pektin	2,25
	• Serat	2,09
	• Sellulosa	1,92
	• Pentosa	1,27
	• Gum	0,38
4	Asam	
	• Asam lemak	0,014
	• Asam oksalat	0,29

Sumber : Rohan dalam Wahyudi, 1992.

Asam amino dan senyawa-senyawa nitrogen yang larut. Demikian pula kandungan antocyanin pada proses fermentasi akan menjadi senyawa yang tidak berwarna dan dalam proses oksidasi akan berubah menjadi coklat. Kandungan protein yang tinggi umumnya dikaitkan dengan mutu rendah, tetapi sebaliknya peptida dan asam amino yang tinggi dikaitkan dengan mutu tinggi. Glukosa, peptida dan asam amino merupakan senyawa yang diperlukan dalam pembentukan citarasa. Untuk menurunkan kadar protein dan antocyanin dalam

biji kakao dapat dilakukan melalui proses fermentasi. Selama proses fermentasi, protein akan terdegradasi menjadi senyawa yang tidak berwarna dan dalam proses oksidasi akan berubah menjadi coklat.

Kandungan lemak biji kakao selalu dikaitkan dengan mutu tinggi, tetapi kandungan asam lemak bebas yang terlalu tinggi akan mengakibatkan mutu menurun. Kandungan asam lemak bebas yang tinggi akan mengakibatkan bau tengik sehingga dalam standar mutu biji kakao disyaratkan kandungan asam lemak bebas kurang dari 1%. Komposisi kimia lemak biji kakao umumnya dan kandungan lemak beberapa klon kakao di Indonesia seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 2. Lemak dan Gliserida Biji Kakao Umumnya.

No.	Jenis asam lemak	Persen (%)
1.	Asam palmitat,	24,8
2..	Asam stearate	33,0
3.	Asam oleat	33,1
4.	Asam linoleate	3,2
5.	Asam arakhidonat	0,8
6.	Asam palmitoleate	0,3
7.	Asam miristat	0,2

Sumber : Rohan *dalam* Adi Prawoto dan Sulistyowati, 1991

Terdapat dua karakteristik lemak yang berkaitan dengan mutu biji kakao adalah kekerasan lemak dan kandungan asam lemak. Kekerasan lemak sangat ditentukan oleh panjang rantai karbon dan derajat ketidajenuhan asam-asam lemak penyusunnya. Secara umum, semakin panjang rantai karbonnya semakin keras lemaknya dan semakin rendah derajat ketidajenuhan asam lemak penyusunnya, maka semakin keras lemaknya. Kadar lemak dan komposisi asam lemak biji kakao dipengaruhi oleh berbagai faktor. Diantara faktor-faktor tersebut yang dominan mempengaruhi kadar lemak dan komposisi asam lemak biji kakao adalah (1) Bahan tanaman (Klon), (2) Unsur ekologi tanaman (curah hujan, suhu udara dan penyinaran) (3) Teknik perbanyakan tanaman (Sambungan dan Okulasi).

Kakao lindak umumnya mengandung lemak lebih tinggi dibanding dengan kakao mulia. Demikian pula komposisi asam lemak penyusun lemak dipengaruhi oleh jenis (klon) kakao. Kakao lindak mempunyai derajat ketidajenuhan

jenuhan lebih rendah dibanding dengan kakao mulia (Adi Prawoto dan Sulistyowati, 1991).

Curah hujan berpengaruh terhadap kandungan lemak biji kakao. Kandungan lemak biji kakao akan turun apabila curah hujan rendah pada saat perkembangan buah kakao dan sebaiknya kadar lemak naik bila curah hujan tinggi (Cococa Chocolate and Confectionary Aliance (1984). Naik turunnya kandungan lemak biji kakao kemungkinan disebabkan karena perkembangan biji berkorelasi positif dengan jumlah curah hujan selama 4 bulan perkembangan buah.

Tabel 3. Kandungan Lemak Beberapa Klon Kakao di Indonesia

No.	Klon Kakao Mulia	Kadar Lemak (%)	Klon Kakao Lindak	Kadar Lemak (%)
1.	DR 1	48,4	GC1	50,4
2.	DR 2	48,4	GC3	50.5
3.	DR 38	48,6	GC7	49.8
4.	DR C2	51,2	Sca6	49,6
5.	DR C15	50,4	Sca89	48.7
6.	DR C17	50,7	ICS	55,1
7.	KW C15	49,2	UAH	58 – 61
8.			klon dari Afrika Barat	56 – 58

Sumber : Adi Prawoto dan Sulistyowati, 1991

Suhu udara selama perkembangan buah berpengaruh terhadap komposisi asam lemak penyusun lemak biji kakao. Buah yang berkembang pada bulan-bulan sejuk memiliki kandungan asam lemak tidak jenuh lebih tinggi dibanding dengan buah yang berkembang pada bulan bulan panas (Cococa Chocolate and Confectionary Aliance (1984). Suhu udara sangat dipengaruhi oleh tingkat intensitas penyinaran matahari. Dengan demikian maka secara tidak langsung penyinaran matahari akan berpengaruh terhadap kandungan dan komposisi asam lemak penyusun lemak biji kakao.

Teknik perbanyakan tanaman khususnya perbanyakan tanaman dengan sistem klonalisasi akan mempengaruhi kandungan dan komposisi asam lemak biji yang dihasilkan. Pengaruh kandungan lemak dan komposisi asam lemak biji pada perbanyakan dengan sistem klonalisasi kemungkinan disebabkan oleh pengaruh batang bawah terhadap kandungan asam lemak biji yang dihasilkan

oleh batang atas. Pengaruh ini dapat bersifat positif dan negatif tergantung jenis batang atas dan batang bawah yang digunakan.

2.1.2. Sifat-sifat Fisik Biji Kakao

Sifat fisik yang terkait dengan mutu biji kakao adalah:

a. Kadar Air.

Kadar air biji kakao merupakan salah satu persyaratan umum standar mutu biji karena sangat terkait dengan daya simpan biji. Kadar air dalam persyaratan umum standar mutu biji kakao 7 – 7,50%. Kadar air diatas 7,50% mempunyai daya simpan yang rendah karena pada kondisi lembab biji kakao mudah mengalami perubahan fisik, kimia dan biokimia.

b. Ukuran Biji

Ukuran biji merupakan salah satu persyaratan utama dalam pengelompokan bahan berdasarkan mutu. Ukuran biji kakao dimasukkan dalam standar umum mutu biji kakao, disamping untuk memperoleh keseragaman, juga akan menentukan kandungan lemak biji. Ukuran biji kakao dinyatakan berdasarkan jumlah biji per satuan berat. Berdasarkan standar umum mutu biji kakao sesuai SNI No 01-2323-2002, biji kakao dikelompokkan menjadi 5 golongan yaitu (1) AA = maksimum 85 biji per 100 gram , (2) A = maksimum 100 biji per 100 gram ,(3) B = maksimum 110 biji per 100 gram , (4) C = maksimum 120 biji per 100 gram , (5) sangat kecil AA = > 120 biji per 100 gram.

c. Cacat pada Biji

Biji kakao yang cacat secara fisik biasanya akan terkait dengan citarasa. Pada persyaratan Standar Mutu Biji sesuai SNI No 01-2323-2002, biji kakao yang dinilai cacat adalah:

- Biji pecah, yaitu biji kakao yang sebahagian hilang setengah atau kurang dari setengah bagian biji yang utuh.
- Pecahan biji, yaitu bagian biji kakao yang kurang dari setengah bagian biji kakao yang utuh.
- Biji berkapang, yaitu biji kakao yang ditumbuhi kapang dibagian dalamnya dan apabila dibelah dapat terlihat dengan mata

- Biji tidak terfermentasi, yaitu biji kakao yang mongering sebelum difermentasi. Biji yang tidak terfermentasi pada kakao lindak disebut “slaty” sedang pada kakao mulia disebut “putih kotor” memperlihatkan warna putih kotor.
- Biji berserangga, yaitu biji kakao yang dibagikan dalamnya terdapat serangga mati pada semua stadia atau memperlihatkan kerusakan biji karena serangga yang dapat dilihat dengan mata.
- Biji pipih , yaitu biji kakao yang keping bijinya terlalu tipis untuk dibelah.
- Biji berkecambah, yaitu biji kakao yang kulitnya telah pecah atau berlubang karena pertumbuhan kecambah.
- Keping biji, yaitu biji kakao tanpa kulit.



Gambar 1. Beberapa biji yang cacat ; biji pecah (a), pecahan biji (b) biji berkecambah (c), biji berserangga (d), biji belum tua (e), dan saling lengket atau rangkap (f)

2.2. Kriteria Mutu

Pada praktek pengendalian mutu dan standirdisasi mutu tidak semua unsur mutu dipergunakan dalam mencirikan kelas mutu dan kriteria mutu. Beberapa unsur mutu yang sudah disepakati untuk mencirikan mutu komoditi disebut kriteria mutu. Untuk dijadikan kriteria mutu hanya dipilih sifat-sifat mutu, faktor mutu dan parameter mutu yang tinggi relevansinya dengan mutu serta lebih mudah dan cepat diukur.

Tabel 4. Syarat Umum Mutu Biji Kakao (SNI No 01-2323-2002)

Karakteristik	Syarat
Kadar air % (bobot/bobot maksimum)	7,50
Biji berbau asap, abnormal, dan berbau asing	Tidak ada
Serangga hidup	Tidak ada
Kadar biji pecah atau pecahan biji dan atau pecahan kulit % (bobot/bobot maksimum)	3
Kadar benda benda asing	0

Tabel 5. Syarat Khusus Mutu Biji Kakao (SNI No 01-2323-2002,)

Jenis Mutu		Jumlah biji per 100 g maks.	Kadar biji berkapang % (biji/biji maks.)	Kadar biji tidak terfermentasi % (biji/biji maks.)	Kadar biji pipih, berse-rangghah, & berkecam-bah % (biji/biji maks.)
Kakao mulia (Fine kakao)	Kakao lindak (Bulk kakao)				
I- AA – F	I – AA	85	3	3	3
I- A – F	I – A	100	3	3	3
I- B – F	I – B	110	3	3	3
I- C – F	I – C	120	3	3	3
I- sangat kecil –F	I- sangat kecil	>120	3	3	3
II- AA – F	II – AA	85	4	8	6
II- A – F	II – A	100	4	8	6
II- B – F	II – B	110	4	8	6
II- C – F	II – C	120	4	8	6
II- sangat kecil –F	II- sangat kecil	>120	4	8	6

Keterangan : F = kakao mulia
A,B,C = Ukuran biji

Dalam memilih sifat-sifat atau faktor mutu suatu komoditas untuk dijadikan kriteria mutu berpedoman pada :

- Sifat atau faktor mutu mempunyai relevansi yang besar terhadap mutu.
- Prosedur pengamatan atau analisa sederhana, baik cara atau peralatannya memungkinkan dilakukan pemeriksaan mutu dan dapat dilaksanakan dengan mudah.

Sifat-sifat dan faktor mutu yang dijadikan kriteria mutu dalam Standar Mutu Biji Kakao (SNI No 01-2323-2002,) yang dijadikan kriteria mutu biji tertuang dalam persyaratan umum, persyaratan khusus dan Rekomendasi mutu seperti pada Tabel 14, Tabel 15 dan Tabel 16.

Tabel 6. Rekomendasi Mutu Biji Kakao Berdasarkan (SNI No 01-2323-2002)

Karakteristik	Syarat Mutu	Cara Pengujian
Kadar Kulit Biji %	Dicantumkan sesuai hasil analisis	SP-SMP-346-1985
Kadar keping biji %	Dicantumkan sesuai hasil analisis	SP-SMP-346-1985
Kadar lemak total %	Dicantumkan sesuai hasil analisis	Sp-SMP-1985 Revisi Peb 1988 AOAC-13032-33-14-ED-1984
Kadar asam lemak bebas(sebagai asam oleat) %	Dicantumkan sesuai hasil analisis	SP-SMP-249-1985
PH Keping biji	Dicantumkan sesuai hasil analisis	SP-SMP-350-1985 D-72-ISCA

Beberapa kriteria mutu merupakan sifat genetik dari tanaman sehingga tidak mungkin dicapai hanya melalui perbaikan panen dan pasca panen. Kriteria mutu yang merupakan sifat genetiki tanaman adalah; Bobot biji kering, kadar lemak biji dan kadar kulit ari yang tidak dapat dicapai saat pengolahan biji. Untuk memperbaiki hal ini maka yang dapat dilakukan adalah perbaikan klon tanaman, kemudian diikuti dengan aspek pengelolaan tanaman.

Masalah kualitas kakao Indonesia adalah tingkat keasaman biji yang tinggi diikuti oleh rasa yang lemah karena kurangnya konsistensi kualitas dan biji tanpa fermentasi (Haryadi and Supriyanto, 2012). Selain masalah faktor pemrosesan biji kakao, rendahnya kualitas kakao disebabkan oleh biji kakao kering yang terkontaminasi dengan mikotoksin yang diproduksi *Aspergillus* dan *Penicillium* (Copetti et al., 2012). Beberapa faktor penentu kualitas biji kakao yaitu kandungan flavonoid, rasa dan aroma. Tiga kelompok utama flavonoid ada di dalam biji kakao: *proanthocyanidins* (flavanol oligomer

dan polimer) merupakan sekitar 58% dari total konten fenolik, diikuti oleh katekin (flavanol monomer, 37%), dan antosianin (4%) (Marwati, et al, 2019). Fermentasi kakao adalah langkah yang menentukan dalam produksi kualitas coklat serta sangat tergantung pada pertumbuhan mikrobiota, terutama ragi, bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat (De Vuyst dan Weckx, 2016).

Mutu fisik dan cita rasa pada biji kakao ditentukan oleh bahan tanam, budidaya, cara panen, pengolahan dan penyimpanannya. Biji kakao yang diekspor diklasifikasikan berdasarkan jenis tanaman, jenis mutu dan ukuran berat biji. Menurut ukuran bijinya dinyatakan dalam jumlah biji/100 g (Barbosa et al., 2012).

Mutu biji kakao dipengaruhi oleh jumlah biji yang bermutu jelek, dimana semakin banyak biji yang bermutu jelek, maka mutu biji kakao akan semakin rendah. Jenis-jenis biji yang bermutu jelek menurut SNI 2323:2008 (Badan Standardisasi Nasional, 2008) diantaranya ialah biji non fermentasi (slaty), biji pipih, biji berjamur, biji berserangga, biji berkecambah, kotoran (waste) dan benda-benda asing.

Biji kakao mengandung lemak (cocoa butter) antara 50-70%, yang terdiri dari 34% asam stearat (18:0), 34% asam oleat (18:1), 25% asam palmitat (16:0), dan 2% asam linoleat (18:3). Komposisi polifenol dalam biji kakao kering \pm 15%, yang didominasi oleh epikatekin dan katekin. Dengan komposisi tersebut, yaitu adanya lemak kakao dan polifenol membuat cocoa dan cokelat sebagai makanan fungsional (Ross, 2000). Cocoa dan cokelat bukan hanya terdiri dari lemak tetapi juga mengandung karbohidrat dan protein, serta mineral-mineral seperti: zat besi, fosfor, kalium, krom, magnesium, mangan, dan lain – lain. Cokelat juga menandung teobromin dan kafein, merupakan senyawa – senyawa yang bekerja di pusat saraf yang dalam jumlah tertentu dapat mengangkat mood (Afriansyah, 2005). Pasta cokelat mengandung alkaloid yaitu teobromin 1-2% dan kafein <1%. Teobromin merupakan diuretic ringan, stimulant jantung, dan dapat digunakan untuk mengobati tekanan darah.

Kakao Indonesia sebenarnya memiliki kualitas yang tidak kalah dengan hasil kakao pasar dunia apabila proses fermentasi dilakukan dengan baik oleh petani maka bukan tidak mungkin kakao indonesia dapat memiliki cita rasa yang sepadan dengan kakao dari Ghana. Apalagi kakao Indonesia memiliki keunggulan yaitu tidak mudah leleh sehingga cocok bila digunakan untuk blending (Marzuki, 2012). Hatmi dan Rustijarno, (2012)

menambahkan bahwa kakao Indonesia memiliki keunggulan yang tidak dimiliki oleh produksi kakao negara lain yaitu memiliki titik leleh yang tinggi. Rendahnya mutu kakao disebabkan sebagian besar atau sekitar 85% kakao produksi nasional tidak difermentasi (Davit et al., 2013).

2.3 Fermentasi Biji Kakao

Fermentasi berasal dari bahasa latin yaitu *fervere* yang artinya merebus, istilah ini sering digunakan oleh ahli mikrobiologi dalam memproduksi suatu produk melalui pengembangbiakan mikroorganisme (Suprihatin, 2010). Menurut Kuila dan Sharma (2018) bahwa fermentasi merupakan proses perombakan senyawa-senyawa organik kompleks seperti karbohidrat, protein dan lemak menjadi bentuk yang lebih sederhana dalam suasana tanpa oksigen (an-aerob). Proses fermentasi dapat berlangsung dengan bantuan mikroorganisme. Mikroorganisme berperan penting dalam perombakan komponen gizi (nutrisi) kompleks menjadi zat gizi sederhana. Mikroorganisme yang berperan selama proses fermentasi adalah golongan kapang, khamir, dan bakteri.

Fermentasi biji kakao merupakan proses yang paling penting dalam pengolahan biji kakao, karena pada tahapan tersebut akan terbentuk aroma khas coklat pada biji kakao. Fermentasi akan mempermudah pengeringan dan menghancurkan lapisan pulp yang melekat pada biji (Susanti, 2012). Fermentasi biji kakao terdiri dari dua proses, yaitu fermentasi eksternal dan fermentasi internal. Fermentasi eksternal bertujuan untuk menghilangkan pulp dan meniadakan daya hidup pada biji kakao. Fermentasi internal bertujuan untuk membentuk warna, rasa dan aroma. Proses ini berlangsung dalam keping biji karena adanya aktivitas enzim. Lama fermentasi biji kakao yang dianjurkan adalah 5 hari dengan dilakukan satu kali pembalikan pada hari kedua. Fermentasi sebaiknya dilakukan pada kotak-kotak fermentasi yang mempunyai kebersihan dan kemampuan aerasi yang baik. Fermentasi biji kakao yang optimum akan menghasilkan senyawa pembentuk aroma yang optimum pula (Amin, 2005).

Citarasa produk kakao yang baik akan dihasilkan jika proses fermentasinya sempurna. Selama proses fermentasi, pulpa di sekeliling biji kakao akan hilang dan terbentuk prekursor flavor coklat. Saat buah kakao

dipecah, pulpa akan terkontaminasi dengan mikroba, sehingga proses fermentasi pulpa terjadi dengan memanfaatkan gula yang terkandung sebagai substrat metabolisme (Widyotomo, 2008; Kresnowati et al., 2013). Jenis mikroorganisme yang berkembang pada saat fermentasi sangatlah banyak tetapi yang berperan adalah ragi, bakteri asam laktat, bakteri asam asetat (Ardhana dan Fleet, 2003; Schwan dan Wheals, 2004; Camu et al., 2007), bakteri jenis *Bacillus* dan jamur *filamentous* (Tarigan dan Ifflah, 2017).

Fermentasi biji kakao penting untuk menghasilkan cokelat yang berkualitas tinggi. Keberhasilan proses tersebut, biasanya ditentukan dari perubahan suhu udara yang terjadi selama fermentasi serta adanya perubahan warna keping biji kakao dari ungu menjadi coklat setelah melalui proses fermentasi dan pengeringan (Hartuti et al., 2018). Fermentasi biji kakao bertujuan untuk membentuk keping biji berongga serta mengurangi rasa pahit dan sepat yang ada dalam biji kakao (Misnawi, 2008) sehingga menghasilkan biji dengan kualitas dan aroma yang baik, serta warna cokelat cerah dan bersih. Saat proses fermentasi, sebuah konsorsium alami terjadi, ragi, bakteri asam laktat, dan bakteri asam asetat bertanggung jawab untuk memproduksi alkohol dan asam. Kemudian mikroba metabolit menyebar ke dalam biji kakao dan terjadilah reaksi biokimia kompleks di dalam keping biji kakao.

Fermentasi juga bertujuan untuk mematikan keping lembaga biji agar tidak tumbuh sehingga perubahan-perubahan di dalam biji mudah terjadi. Perubahan-perubahan fisik dan kimia terjadi pada keping biji kakao secara enzimatik yang berkelanjutan sampai tahap pengeringan. Perubahan-perubahan enzimatik memungkinkan terbentuknya senyawa prekursor aroma dan citarasa khas kakao. Misnawi (2008) juga menyebutkan bahwa senyawa-senyawa calon pembentuk citarasa khas cokelat seperti asam-asam amino bebas dan peptida-peptida tertentu serta gula pereduksi akan terbentuk selama proses fermentasi berlangsung. Senyawa-senyawa tersebut dihasilkan melalui degradasi secara enzimatik senyawa protein dan karbohidrat biji kakao. Sejalan dengan pembentukan senyawa-senyawa calon pembentuk citarasa khas cokelat, proses fermentasi mengurangi pengaruh negatif polifenol dengan adanya oksidasi dan eksudasi keluar biji sehingga konsentrasinya berada pada aras yang berimbang dan diterima sebagai citarasa keseluruhan cokelat yang unik dan menarik.

Yusianto dan Firmanto (2015) menyatakan beberapa aspek penting yang perlu diperhatikan untuk kesempurnaan proses fermentasi adalah: 1) kemasakan buah kakao yang digunakan, 2) penyortiran dari buah yang terkena hama dan penyakit, 3) varietas atau jenis kakao yang digunakan, 4) massa biji yang akan difermentasi, 5) jenis dan jumlah mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi, 6) pengadukan, 7) lama fermentasi, dan 8) rancangan kotak fermentasi.

Kadar air, kadar abu, kadar lemak dan nilai organoleptik (aroma, warna dan rasa) biji kakao sangat dipengaruhi oleh lama fermentasi dan tidak berpengaruh terhadap daya larut dalam air pada bubuk kakao yang dihasilkan (Ginting, 2011). Lama fermentasi biji kakao optimal yaitu 4-5 hari (4 hari bila udara lembab dan 5 hari bila udara terang) (Permentan No. 51, 2012). Biasanya, lama proses fermentasi dipengaruhi oleh jenis kakao dan berbagai faktor lainnya seperti metode fermentasi yang digunakan, serta jumlah biji kakao yang difermentasi. Secara umum proses fermentasi dilakukan selama 5-7 hari, proses fermentasi yang terlalu singkat atau kurang dari waktu yang diperlukan akan menghasilkan biji yang dominan masih berwarna ungu (atau biji slaty yaitu biji berwarna hitam dan keras atau pejal), pahit dan sepat yang berlebihan pada produk akhir yang dihasilkan. Sedangkan fermentasi yang berlebihan akan menghasilkan biji kakao yang berwarna coklat gelap, kurang cita rasa coklat, berbau tidak enak, serta terjadi pertumbuhan kapang pada kulit luar biji kakao (SCPP-Swisscontact, 2013).

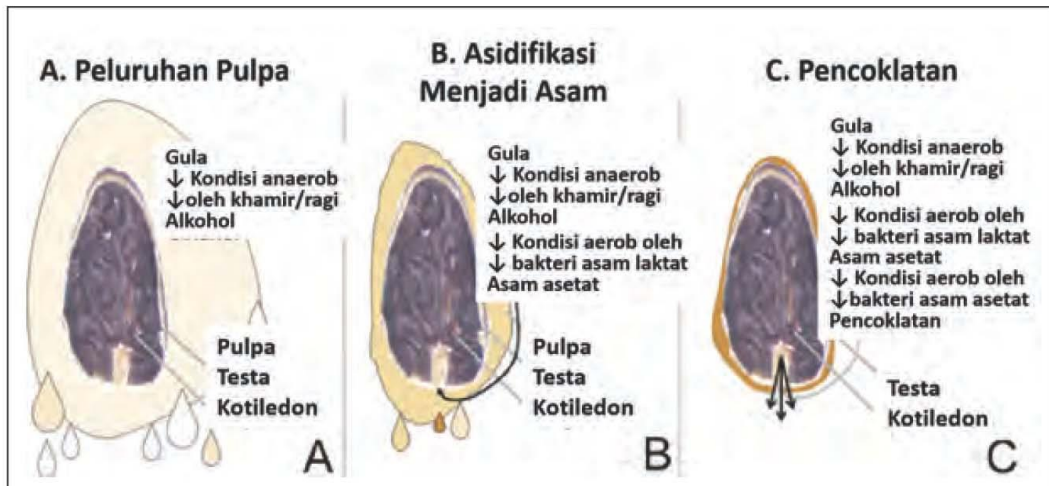
Kotak fermentasi bertingkat merupakan salah satu alat fermentasi kakao yang selama ini banyak diadopsi di Indonesia. Keunggulan yang dimiliki alat ini, antara lain: perawatan mudah dan murah, hasil fermentasi baik, suhu fermentasi tercapai, lapisan lendir terurai dan terlepas dari permukaan biji secara alami, terjadi perubahan nilai pH biji karena pembentukan senyawa-senyawa asam (Permentan No. 51, 2012). Kelemahan kotak fermentasi bertingkat adalah ketika volume biji kakao yang akan difermentasi sangat sedikit, maka kenaikan suhu atau panas rendah dan mengakibatkan timbulnya jamur pada biji kakao. Selain kotak fermentasi, sebagian petani kakao masih ada yang menggunakan media lainnya dalam proses fermentasi biji kakao, seperti keranjang bambu, ember plastik, karung plastik, dan lain-lain. Banyak petani kakao Indonesia yang melakukan proses fermentasi dengan menggunakan karung plastik, selain murah, karung

plastik juga mudah didapat. Setelah biji kakao dimasukkan dalam karung plastik, kemudian diletakkan di atas kayu balok sebagai alasnya (SCPP-Swisscontact, 2013).



Gambar 2. Alat fermentasi Kakao (SCPP-Swisscontact, 2013; Afoakwa, 2016)

Prinsip dasar proses fermentasi kakao yang perlu diketahui petani ada tiga tahapan (tahap A–C) yang saling berkesinambungan. Tahap A adalah peluruhan pulpa, dalam hal ini mikroorganisme dari jenis ragi/yeast/khamir dengan memanfaatkan senyawa gula yang ada di dalam pulpa sebagai media tumbuh sehingga lapisan pulpa terurai menjadi cairan yang encer dan keluar lewat lubang-lubang di dasar dan dinding kotak fermentasi. Ragi/yeast/khamir tumbuh dalam kondisi udara sedikit (semi anaerob) selama 1–2 hari dan akan menghasilkan alkohol. Oksigen yang semula terhalang lapisan pulpa dapat masuk ke dalam tumpukan biji. Tahap B adalah asidifikasi, kondisi aerob (kaya oksigen) ini dimanfaatkan oleh bakteri asam laktat untuk mengubah alkohol yang dihasilkan oleh ragi/yeast/khamir menjadi asam laktat dan asam asetat dengan mengeluarkan bau khas yang menyengat. Proses oksidasi juga menghasilkan panas yang menyebabkan suhu tumpukan biji berangsur naik dan mencapai maksimum mendekati 45–48°C setelah hari ketiga. Pada hari keempat, suhu tumpukan biji cenderung stabil kembali ke suhu 37–40°C bahkan sedikit menurun sampai hari kelima (Widyotomo & Mulato, 2008). Tahap C adalah proses pencokelatan dalam biji yang semula berwarna putih dengan bantuan bakteri asam asetat. Pada tahap ini, difusi atau penyerapan asam ke dalam kotiledon atau keping biji akan menyebabkan kematian biji.



Keterangan: A) Peluruhan Pulpa, B) Asidifikasi, C) Pencoklatan.

Sumber: Rohsius, Elwers, & Lieberai (2010) dengan modifikasi

Gambar 3. Perubahan yang Terjadi Selama Fermentasi

Fermentasi kakao yang telah selesai biasanya ditandai dengan pulp mudah dibersihkan dari kulit biji, biji kakao sudah kering dan lembab, kulit biji berwarna coklat, beraroma asam cuka, dan apabila dilakukan pemotongan arah melintang (*cut test*) akan tampak cincin berwarna coklat pada kakao jenis mulia (*Criollo*) dan sudah tidak akan tampak warna ungu pada kakao jenis lindak (*Forastero*). Biji-biji kakao yang belum cukup mengalami fermentasi warna pulpnya putih, kulit biji belum berwarna coklat dan beraroma alcohol (Fahrurrozi et al., 2020).

Kriteria keberhasilan fermentasi menurut Bahri (2002) dalam Yulianti & Arda (2018) adalah pulp mudah dibersihkan dari kulit biji, kulit biji berwarna coklat, massa kakao beraroma asam cuka. Menurut Haryadi dan Supriyanto (2017), kriteria keberhasilan bila telah terjadi penurunan suhu pada massa biji kakao yang difermentasi, penggelembungan biji kakao, warna coklat yang merata pada permukaan biji setelah biji dibelah. Amin (2015) dalam Yulianti & Arda (2018) menyatakan suhu fermentasi optimum yaitu antara 44 – 48°C setelah 48 jam fermentasi.

2.3.1 Kadar Air

Kadar air merupakan sifat fisik yang sangat penting dan sangat diperhatikan pada komoditas hasil pertanian, selain sangat berpengaruh terhadap randemen hasil, kadar air dalam bahan mempengaruhi pada daya tahan biji kakao terhadap kerusakan (Junais dan Sartika, 2022).

Kadar air pada biji kakao fermentasi dipengaruhi oleh lama waktu fermentasi, pengeringan, serta penyimpanan biji kakao tersebut (Ariyanti, 2017). Proses fermentasi akan mempermudah pengeringan dan menghancurkan lapisan pulp yang melekat pada biji (David dan Manurung, 2014). Oleh karenanya, semakin lama waktu fermentasi, maka kadar air biji kakao yang dihasilkan semakin rendah (Ariyanti, 2017). Menurut Hayati et al., (2012), biji kakao yang dikeringkan menggunakan suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan biji kakao tidak kering merata. Masih tingginya kadar air pada biji kakao akan menimbulkan bau asing yang dipengaruhi oleh jamur dan serangga. Proses fermentasi yang tidak sempurna (terdapat warna ungu agak keabu-abuan) akan mengakibatkan rendahnya mutu biji kakao (Ariyanti, 2017).

Kadar air biji kakao tergantung pada metode pengeringan dan penyimpanan biji setelah proses fermentasi. Semakin tinggi kadar air biji kakao maka kemungkinan akan terjadinya penurunan mutu biji kakao karena munculnya jamur. Pemisahan atau sortasi biji kakao kering dari biji kakao yang berjamur sangatlah penting untuk mencegah terjadinya kontaminasi silang. Kemasan yang digunakan untuk biji kakao diusahakan memiliki sirkulasi udara yang baik dan disimpan pada tempat atau ruangan yang memiliki sirkulasi udara yang baik pula. Faktor yang penting dalam penyimpanan adalah kadar air bahan dan kelembaban udara tempat penyimpanan. Proses kerusakan bahan secara biologis, fisiologis, dan kimiawi selama penyimpanan membutuhkan air sebagai media (Dumadi, 2011).

Standar kadar air biji kakao mutu ekspor maksimum 7,5% jika lebih tinggi dari nilai tersebut biji kakao tidak aman untuk disimpan dalam waktu lama, tetapi jika kadar air terlalu rendah biji kakao cenderung rapuh (Ndukwu, 2009). Untuk kadar air biji kakao maksimum 7,5% memerlukan kelembaban relatif ruang simpan 75% (Dumadi, 2011).

2.3.2 pH

pH biji kakao merupakan salah satu indikator yang sangat penting pada saat fermentasi. Pengukuran pH tumpukan dilakukan dengan cara menggunakan pH meter yang diletakkan pada tumpukan biji kakao yang difermentasi sampai pH meter menunjukkan pH biji kakao. Keberhasilan fermentasi biji kakao dapat ditentukan dengan parameter pH (Sigalingging et al., 2020).

Kualitas biji kakao fermentasi ditentukan oleh derajat keasaman. Pada proses fermentasi kakao, nilai pH dan total asam sangat berkaitan dengan proses kematian biji yang diikuti oleh masuknya asam ke dalam keping biji dan reaksi enzimatik yang mempengaruhi kualitas biji kakao (Apriyanto et al., 2016). Oleh karena itu, fermentasi sangat menentukan mutu produk akhir kakao.

Afoakwa et al., (2013) menyebutkan bahwa peningkatan waktu pemeraman buah kakao menyebabkan terjadinya peningkatan pH biji kakao pada akhir fermentasi. Nilai pH biji kakao pada kisaran 5.2 – 5.5 dianggap memiliki mutu yang baik (Apriyanto, 2016). Biji kakao dengan pH 5.0-5.5 menghasilkan aroma potensial yang lebih tinggi dibandingkan dengan pH 4.0-4.5 yang memberikan aroma yang lebih rendah (Wahyuni, et al., 2018). Yuniar, et al., (2018) menyatakan bahwa biji kakao fermentasi yang memiliki pH > 5.00 memiliki kualitas yang baik.

Putra et al., (2009) mengemukakan bahwa pH keping biji dalam standar biji kakao merupakan syarat rekomendasi, tidak ditetapkan persyaratan tertentu tetapi hanya dicantumkan sesuai hasil analisis (SNI 01- 2323-1995). Keasaman biji kakao umumnya dengan batas pH antara 5,0 – 5,8 dan biji yang tergolong asam mempunyai pH <5,0.

2.3.3 Polifenol

Kandungan senyawa polifenol yang terdapat pada biji kakao segar dan belum dilakukan proses fermentasi adalah 12–18% (Cooper et al., 2007; Acker et al., 2013). Kandungan senyawa polifenol pada biji kakao meliputi katekin 33-42%, leukosianidin 23–25%, dan antosianin 5%. Sedangkan pada kakao bubuk bebas lemak mengandung 5–18% senyawa polifenol (Kusuma et al., 2013). Senyawa polifenol merupakan senyawa kimia yang mempunyai sifat

antioksidan, yang sangat penting dalam perannya menyehatkan tubuh manusia (Crozier et al., 2011).

Menurut Misnawi et al., (2002), senyawa polifenol adalah penentu warna keping biji dan keberadaan polifenol tidak hanya bertanggung jawab terhadap pembentukan rasa pahit dan sepat, tetapi juga menyebabkan karakteristik warna coklat pada biji kakao terfermentasi. Untuk biji tidak terfermentasi (*slaty*), ditandai dengan keping biji berwarna keabu-abuan, bertekstur pejal, memiliki rasa sangat pahit dan bercita rasa coklat. Antosianin merupakan komponen utama penyusun senyawa polifenol biji kakao dan pada kondisi asam memberikan warna merah ungu dengan absorbansi maksimum pada 460-530 nm.

Pembedaan warna ungu pada biji berlangsung secara bertahap dan berkolerasi dengan penurunan konsentrasi polifenol dan lamanya proses fermentasi. Oleh sebab itu, perubahan warna keping biji digunakan untuk penghentian proses fermentasi. Terjadinya perubahan warna pada biji kakao dikarenakan adanya kandungan *antosicyanin* yang dapat menyebabkan warna berubah dari ungu muda ke ungu gelap/tua (Camu et al., 2008). Menurut Diansari et al., (2016), bahwa selama fermentasi polifenol akan teroksidasi oleh enzim polifenol oksidase dengan membentuk senyawa polifenol kompleks yang mengubah biji kakao dari warna ungu menjadi coklat. Dalam proses fermentasi terjadi penurunan kandungan bahan bukan lemak seperti protein, polifenol dan karbohidrat yang terurai (de Brito et al., 2000) sehingga secara relatif kadar lemak akan meningkat

Pada proses fermentasi terjadi penguraian senyawa polifenol. Semakin tinggi kandungan polifenol dalam biji akan mendorong terjadinya reaksi Maillard, dan dengan bantuan polifenol oksidase menghasilkan warna kakao (Puziah, 2005). Perubahan-perubahan komposisi polifenol selama fermentasi ditandai pengurangan warna ungu biji dan meningkatnya intensitas warna kakao. Pada saat yang bersamaan terjadi pengurangan konsentrasi polifenol dalam biji melalui oksidasi senyawa polifenol keluar dari biji (Benard, 1989). Menurut Towaha et al., (2012), keragaan fisik maupun kimia biji kakao terbaik diperoleh dari hasil fermentasi sempurna (5-6 hari).

2.3.4. Kadar Protein

Protein merupakan komponen penting dalam nilai gizi bahan pangan. Hasil penelitian Hayati et al., (2012) menyatakan bahwa kadar protein biji kakao berkisar antara 1.36% - 1.49% tanpa fermentasi, 1.24% - 1.33% pada fermentasi 4 hari, 1,31% - 1.40% pada fermentasi 6 hari dan 1.38% - 1.44% pada fermentasi 8 hari. Kadar protein tertinggi adalah pada 1,49% dengan suhu 60°C tanpa fermentasi, fermentasi 4 hari, fermentasi 6 hari dan fermentasi 8 hari, dengan semakin tinggi suhu dan semakin lama fermentasi maka kadar protein semakin meningkat, hal ini disebabkan karena pada waktu proses pengeringan produk akan kehilangan kandungan airnya sehingga jumlah protein yang dikeringkan lebih tinggi atau bertambah pekat dibandingkan dengan protein biji kakao tanpa fermentasi. Pemanasan pada protein dapat menyebabkan denaturasi, artinya strukturnya berubah dari bentuk unting ganda yang kuat menjadi kendur dan terbuka, sehingga memudahkan bagi enzim untuk menghidrolisis dan memecahkannya menjadi asam-asam amino. Semakin tinggi suhu semakin aktif protein tersebut. Sehingga proses inaktivasi protein juga meningkat. Menurut Winarno (2004), protein yang terdenaturasi berkurang kelarutannya, lapisan molekul protein bagian dalam yang bersifat hidrofobik berbalik keluar sedangkan bagian luar yang bersifat hidrofil terlipat ke dalam. Viskositas protein akan bertambah karena molekul mengembang dan menjadi asimetrik sehingga larutan protein akan meningkat.

Biji kakao hasil fermentasi memiliki kadar protein yang lebih tinggi daripada biji kakao tanpa fermentasi. Hal ini membuktikan bahwa fermentasi mampu meningkatkan kadar protein dalam biji kakao karena selama fermentasi mikroorganisme menghasilkan berbagai macam enzim dalam biji kakao. Enzim merupakan suatu protein, sehingga adanya enzim akan menaikkan kadar protein. Pada proses fermentasi juga terjadi sintesis biomolekul protein yang dapat menaikkan kadar protein. Jadi mikroba eksogen dapat berkontribusi untuk peningkatan kadar protein di dalam biji kakao (Yuniar et al., 2018).

Fermentasi mampu meningkatkan kadar protein dalam biji kakao karena selama fermentasi mikroorganisme menghasilkan berbagai macam enzim dalam biji kakao. Enzim merupakan suatu protein, sehingga adanya enzim akan menaikkan kadar protein. Pada proses fermentasi juga terjadi sintesis biomolekul

protein yang dapat menaikkan kadar protein. Jadi mikroba eksogen dapat berkontribusi untuk peningkatan kadar protein di dalam biji kakao.

Hidrolisis protein menggunakan protease eksogen pada kakao dilakukan untuk memastikan terbentuknya prekursor cita rasa dan mempengaruhi rasa kakao. Enzim protease sering dimanfaatkan karena memiliki ciri yang baik secara kinetik dan struktural. Enzim protease ini akan memecah protein menjadi asam amino dan peptida yang merupakan salah satu prekursor cita rasa kakao (Brito et al., 2004; Thompson et al., 2001).

2.4 Peranan Pemupukan Terhadap Produksi dan Mutu Hasil Produksi

Pemupukan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari budidaya kakao. Akibat pemupukan yang tidak tepat, lahan-lahan kakao banyak mengalami kemunduran, terutama dalam hal kualitasnya. Kemunduran kualitas lahan tersebut antara lain karena berkurangnya unsur hara di dalam tanah kerusakan fisik dan biologis, serta menipisnya ketebalan tanah (Pujiyanto dan Abdoelah, 2008). Pemupukan bertujuan memberikan unsur-unsur hara ke dalam tanah yang tidak mencukupi bagi kebutuhan tanaman yang diusahakan. Hasil yang maksimal dari suatu pemupukan akan diperoleh jika dilakukan dengan tepat meliputi dosis, jenis pupuk, waktu dan cara pemberiannya (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, 2004).

Kualitas tanah menjadi faktor pembatas dalam pertumbuhan tanaman kakao dikarenakan berkurangnya hara mineral dan bahan organik dalam tanah. Bahan organik berpengaruh terhadap sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Upaya perbaikan ketiga sifat tanah tersebut dilakukan dengan penambahan bahan organik serta diimbangi dengan pemupukan anorganik (Sugiyanto et al., 2008).

Faktor penentu kesuburan tanah dipengaruhi oleh sifat kimia tanah, yang meliputi pH, C-organik, KTK (kapasitas tukar kation), dan kandungan hara tanah. Anita-Sari & Susilo (2012) menyatakan bahwa pH tanah memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan unsur hara dan kesuburan tanah. Kondisi terbaik bagi tanaman adalah apabila pH tanah dalam keadaan netral. Pada pH netral hampir semua unsur hara tersedia bagi tanaman sehingga dapat mendukung produksi yang optimal pada tanaman kakao. Penentu sifat kimia tanah lainnya adalah KTK dalam tanah, semakin

tinggi nilai KTK maka semakin tinggi pula tingkat kesuburan tanah karena jumlah kation tersedia dan tertukar akan semakin banyak.

Unsur hara yang paling banyak diserap tanaman adalah N, P dan K. Nitrogen berperan dalam proses pembentukan biji karena sebagai unsur utama protein. Protein merupakan komponen terbesar sel, lebih dari 50% berat kering (Utami et al., 2018). Adisarwanto (2005) menjelaskan bahwa N dari tanah diabsorpsi tertimbun di batang dan daun, pada proses pengisian biji sebagian besar N (80-85%) mengalami remobilisasi ke biji sehingga meningkatkan berat kering biji.

Nitrogen berperan meningkatkan penyerapan cahaya dengan sintesis klorofil (b) sehingga dapat mengkompensasi intensitas cahaya rendah pada kakao. Peningkatan proses fotosintesis menghasilkan fotosintat kemudian disintesis menjadi senyawa-senyawa dalam biji kakao (Utami et al., 2018). Novizan (2004) menyatakan bahwa N berfungsi dalam pembentukan klorofil dan asam amino untuk diubah menjadi protein pada tanaman

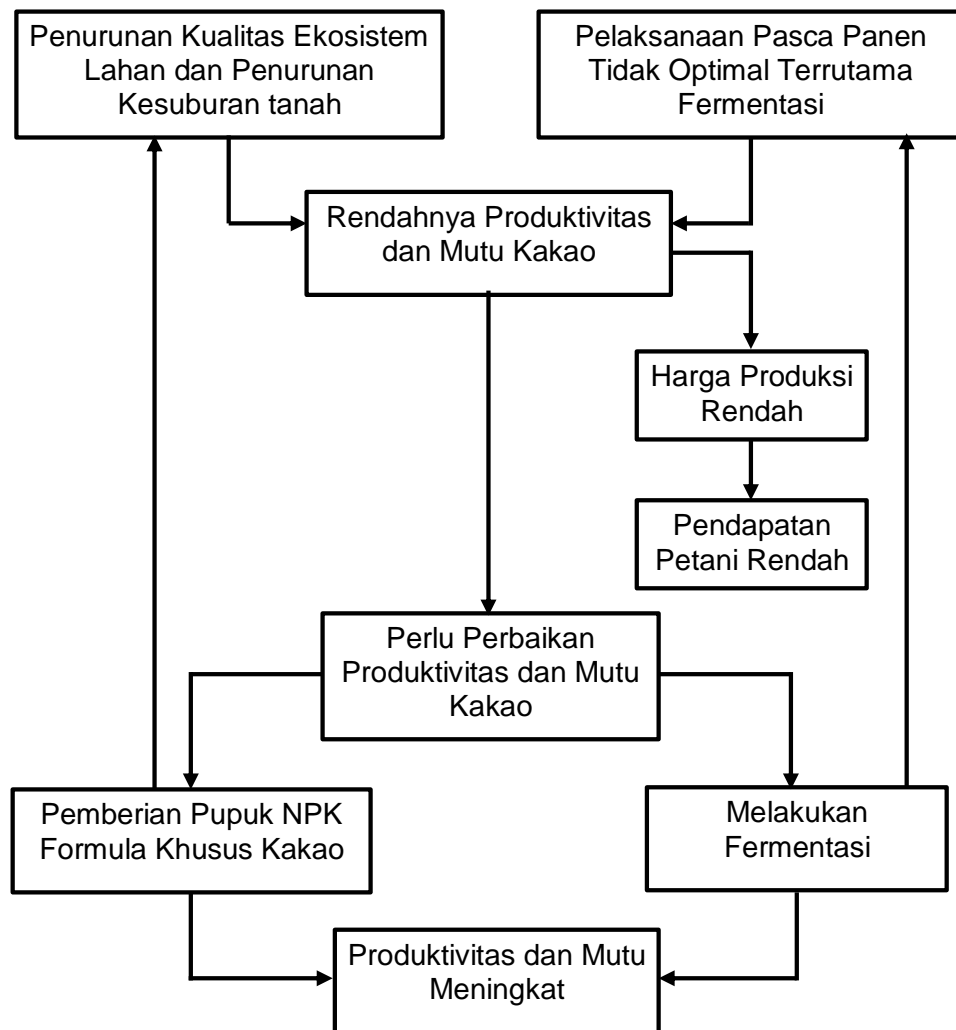
Peran pupuk urea (N) dan fosfat (P) memiliki peran yang berbeda dalam pertumbuhan tanaman. Peran N berfungsi dalam pembentukan protein, klorofil daun dan pupuk P berfungsi dalam pembentukan biji, tranfer energi dan pembentukan nucleoprotein (Kraiser et al., 2011; Asih et al., 2017). Peran pupuk P dalam tanaman adalah membantu transfer energi unsur hara N dalam tanah untuk pembentukan hijau daun (klorofil) dengan melalui proses fotosintesis. Selanjutnya Suminar et al., (2017) menambahkan bahwa pemberian pupuk fosfor (P) diduga erat kaitannya dengan peranan fosfor dalam menyediakan energi untuk pembentukan sel baru pada jaringan yang sedang tumbuh.

Kalium diperlukan tanaman untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Adapun manfaat unsur hara Kalium adalah memperlancar proses fotosintesis, memacu pertumbuhan tanaman pada tingkat permulaan, memperkuat ketegaran batang sehingga mengurangi resiko mudah rebah, mengurangi kecepatan pembusukan hasil selama pengangkutan dan penyimpanan, menambah daya tahan tanaman terhadap serangan hama, penyakit dan kekeringan, memperbaiki mutu hasil berupa bunga dan buah (Ansuruddin et al., 2017).

Unsur hara K mempunyai valensi satu dan diserap dalam bentuk ion K⁺. Kalium tergolong unsur yang baik bagi sel tanaman, dalam jaringan tanaman, maupun dalam xylem dan floem. Kalium banyak terdapat pada sitoplasma. Unsur

hara K berfungsi untuk pengangkutan karbohidrat, sebagai katalisator dalam pembentukan protein, meningkatkan kadar karbohidrat dan gula dalam buah, membuat biji tanaman menjadi lebih berisi dan padat, serta meningkatkan kualitas buah seperti bentuk dan warna lebih baik (Wardhani et al., 2014).

2.5 Kerangka Pikir



Gambar 4. Kerangka Pikir Penelitian