



Changes in Cocoa Bean Quality During Fermentation and Their Implications for Increasing the Added Value of the Smallholder Cocoa Agroindustry in North Maluku

(Perubahan Mutu Biji Kakao Selama Fermentasi dan Implikasinya Terhadap Peningkatan Nilai Tambah Agroindustri Kakao Rakyat di Maluku Utara)

Mustamin Anwar Masuku^{1✉} dan Rifaldi Masuku²

¹ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia.

² Alumni Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia.

Email: anwar.masuku@gmail.com

Article Info:

Received : 8 Sept. 2025
Accepted : 30 Okt. 2025
Online : 30 Okt. 2025

Article type:

<input type="checkbox"/>	Riview Article
<input type="checkbox"/>	Common Serv. Article
<input checked="" type="checkbox"/>	Research Article

Keyword:

Cocoa Fermentation,
Cocoa Bean Quality,
Value Addition, Cocoa
Agroindustry, Smallholder
Farmers

Corresponding Author:

Mustamin Anwar Masuku
Universitas Khairun, Ternate,
Indonesia

Email:

anwar.masuku@gmail.com



Copyright©2025, Mustamin Anwar Masuku, Rifaldi Masuku.

Abstract

Fermentation is a crucial postharvest process that improves cocoa bean quality and determines the added value of cocoa products within the agroindustrial chain. Most smallholder cocoa farmers in Indonesia still market unfermented cocoa beans, resulting in lower quality and reduced market prices. This study aimed to evaluate changes in cocoa bean quality during fermentation and analyze their implications for enhancing value addition in smallholder cocoa agroindustry. Four fermentation durations were applied: 3, 4, 5, and 6 days. Parameters observed included slaty beans, mouldy beans, moisture content, and fat content. The results showed that six days of fermentation produced the lowest slaty bean percentage (3.33%) and the highest fat content (40.27%). Mouldy beans ranged from 2.33% to 3.33%, while moisture content ranged from 5.24% to 5.65%. Improvements in bean quality during fermentation have the potential to increase the competitiveness of cocoa raw materials for processing industries and support sustainable cocoa agroindustry development. Fermentation for 5–6 days can therefore serve as an effective strategy to improve raw material quality, expand access to premium markets, and increase farmer-level value addition.

I. PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis yang memiliki kontribusi penting terhadap perekonomian Indonesia. Selain sebagai sumber devisa negara, kakao menjadi mata pencaharian utama bagi jutaan petani kecil yang tersebar di berbagai wilayah produksi. Indonesia masih termasuk produsen kakao utama dunia, namun kualitas biji kakao yang dihasilkan petani rakyat relatif beragam akibat perbedaan

penanganan pascapanen, terutama pada tahap fermentasi.

Fermentasi merupakan proses biologis yang memegang peranan penting dalam pembentukan cita rasa, aroma, warna, dan karakteristik kimia biji kakao. Melalui fermentasi, terjadi aktivitas mikroorganisme yang menyebabkan perubahan biokimia dalam biji sehingga terbentuk prekursor cita rasa coklat yang diinginkan industri. Biji kakao yang difermentasi dengan baik umumnya

memiliki kandungan senyawa flavor precursor lebih tinggi, tingkat keasaman yang sesuai, serta karakteristik fisik yang memenuhi standar mutu perdagangan internasional.

Pada tingkat petani, praktik fermentasi masih belum dilakukan secara konsisten. Banyak petani menjual biji kakao tanpa fermentasi karena keterbatasan sarana, pengetahuan teknis, dan kebutuhan ekonomi jangka pendek. Kondisi ini menyebabkan rendahnya mutu bahan baku sehingga harga jual kakao menjadi lebih rendah dibandingkan kakao fermentasi. Akibatnya, potensi nilai tambah yang seharusnya diperoleh petani belum dapat dimanfaatkan secara optimal.

Pengembangan agroindustri kakao rakyat membutuhkan ketersediaan bahan baku bermutu tinggi sebagai dasar peningkatan daya saing produk. Oleh karena itu, peningkatan kualitas biji kakao melalui fermentasi menjadi salah satu strategi penting dalam mendukung keberlanjutan agroindustri kakao. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi perubahan mutu fisik dan kimia biji kakao selama fermentasi serta mengkaji implikasinya terhadap peningkatan nilai tambah dan pengembangan agroindustri kakao rakyat.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Khairun.

2.2 Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah biji kakao segar hasil panen petani. Peralatan yang digunakan meliputi wadah fermentasi, alat pengeringan, timbangan analitik, oven, dan perangkat analisis laboratorium.

2.3 Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu lama fermentasi yang terdiri atas:

F3 = Fermentasi 3 hari

F4 = Fermentasi 4 hari

F5 = Fermentasi 5 hari

F6 = Fermentasi 6 hari

Masing-masing perlakuan dilakukan dalam tiga ulangan.

2.4 Parameter Pengamatan

1. Persentase biji slaty
2. Persentase biji berjamur

3. Kadar air
4. Kadar lemak

2.5 Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf kepercayaan 95%.

Keterangan:

Y_{ij} = nilai pengamatan pada perlakuan ke- i ulangan ke- j

μ = nilai tengah umum (grand mean)

τ_i = pengaruh perlakuan ke- i

ε_{ij} = galat percobaan yang diasumsikan menyebar normal, independen, dan homogen ($N(0, \sigma^2)$)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perubahan Mutu Fisik Biji Kakao

Mutu fisik biji kakao merupakan salah satu parameter utama yang menentukan penerimaan bahan baku oleh industri pengolahan cokelat. Beberapa indikator mutu fisik yang umum digunakan meliputi tingkat fermentasi, persentase biji slaty, biji berjamur, biji berkecambah, ukuran biji, dan kadar kulit. Di antara parameter tersebut, persentase biji slaty dan biji berjamur menjadi indikator penting karena secara langsung mencerminkan keberhasilan proses fermentasi dan penanganan pascapanen (Aprotosoae et al., 2021; De Vuyst & Leroy, 2020).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase biji slaty berkisar antara 3,33–5,33% selama fermentasi 3–6 hari. Nilai tertinggi diperoleh pada fermentasi lima hari (5,33%), sedangkan nilai terendah ditemukan pada fermentasi enam hari (3,33%). Meskipun secara statistik tidak berbeda nyata, kecenderungan penurunan biji slaty pada fermentasi yang lebih lama menunjukkan bahwa proses fermentasi berlangsung lebih sempurna. Biji slaty merupakan biji kakao yang tidak mengalami fermentasi secara optimal sehingga bagian keping bijinya masih berwarna abu-abu atau ungu akibat tingginya kandungan antosianin dan polifenol yang belum teroksidasi secara sempurna (Misnawi et al., 2002; Kongor et al., 2018).

Selama fermentasi, mikroorganisme seperti khamir (*Saccharomyces spp.*), bakteri asam laktat (*Lactobacillus spp.*), dan bakteri asam asetat (*Acetobacter spp.*) memanfaatkan gula pada pulp kakao untuk menghasilkan etanol, asam organik, dan panas. Peningkatan suhu dan penetrasi asam ke dalam keping biji memicu kematian embrio dan

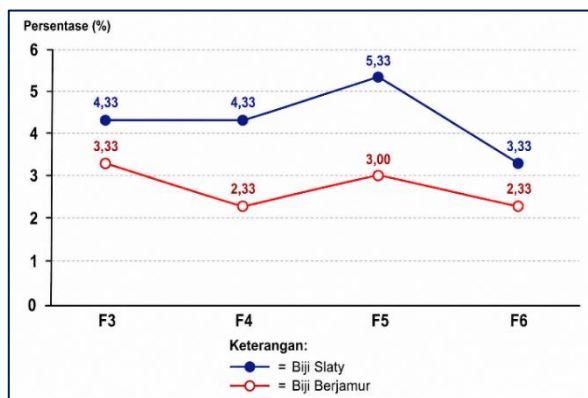
aktivasi berbagai enzim endogen, termasuk polifenol oksidase. Aktivitas enzim ini menyebabkan oksidasi polifenol dan degradasi antosianin sehingga warna keping biji berubah secara bertahap dari ungu menjadi coklat (Papalexandratou et al., 2019; De Vuyst & Leroy, 2020). Semakin rendah persentase biji slaty, semakin tinggi tingkat fermentasi yang dicapai dan semakin baik potensi pembentukan prekursor cita rasa coklat selama proses penyangraian.

Selain biji slaty, persentase biji berjamur selama penelitian berkisar antara 2,33–3,33%. Nilai ini masih berada dalam batas toleransi mutu biji kakao menurut SNI 2323:2008 dan menunjukkan bahwa proses fermentasi serta pengeringan berlangsung relatif baik. Rendahnya jumlah biji berjamur menunjukkan bahwa kadar air akhir biji telah mencapai kondisi yang aman untuk penyimpanan sehingga pertumbuhan kapang dapat ditekan. Kapang umumnya berkembang pada kondisi kadar air tinggi (>8%) dan kelembapan relatif yang tinggi selama penyimpanan (BSN, 2008; Afoakwa et al., 2017).

Keberadaan biji berjamur perlu mendapat perhatian khusus karena dapat menurunkan mutu sensoris kakao melalui terbentuknya cita rasa

musty, mouldy, dan *earthy* yang tidak diinginkan. Selain itu, beberapa jenis kapang berpotensi menghasilkan mikotoksin yang dapat menurunkan keamanan pangan dan nilai ekonomi produk (Aprotosoai et al., 2021). Oleh karena itu, keberhasilan fermentasi harus diikuti oleh proses pengeringan yang cepat dan seragam agar aktivitas air biji dapat segera diturunkan hingga mencapai tingkat yang aman untuk penyimpanan dan distribusi.

Dari perspektif agroindustri, penurunan persentase biji slaty dan rendahnya tingkat biji berjamur merupakan indikator penting dalam meningkatkan daya saing bahan baku kakao. Industri pengolahan coklat umumnya mensyaratkan biji kakao dengan tingkat fermentasi yang baik dan cacat fisik minimal karena berpengaruh terhadap efisiensi proses pengolahan, kualitas produk akhir, dan harga jual bahan baku. Dengan demikian, fermentasi selama 5–6 hari dapat direkomendasikan sebagai strategi pascapanen yang mampu meningkatkan mutu fisik biji kakao dan mendukung pengembangan agroindustri kakao rakyat yang berorientasi pada produk berkualitas tinggi (FAO, 2024; ICCO, 2024).



Gambar 1. Persentase biji slaty dan biji berjamur pada berbagai lama fermentasi

3.2. Perubahan Mutu Kimia Biji Kakao

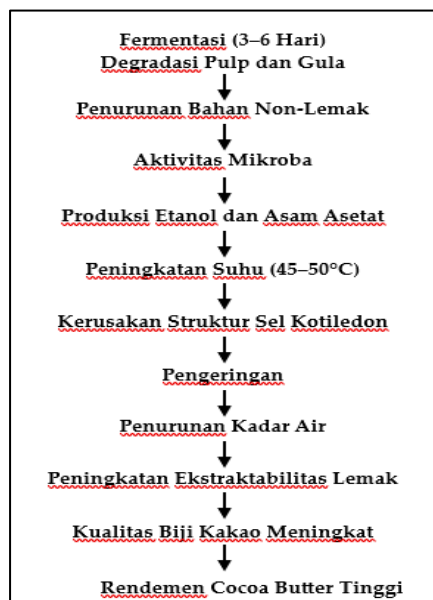
Kadar air biji kakao setelah pengeringan berkisar antara 5,24–5,65%. Nilai tersebut telah memenuhi persyaratan penyimpanan dan perdagangan karena berada di bawah batas maksimum yang umumnya ditetapkan sebesar 7,5%. Kadar air merupakan parameter mutu yang sangat penting karena berpengaruh terhadap stabilitas penyimpanan, pertumbuhan kapang, aktivitas mikroba, serta risiko pembentukan mikotoksin selama penyimpanan. Menurut pedoman mutu yang diterbitkan oleh International Cocoa Organization (ICCO), kadar air biji kakao yang aman untuk perdagangan internasional

berada pada kisaran $\leq 7,5\%$, sehingga biji kakao dengan kadar air yang rendah memiliki daya simpan lebih panjang dan risiko kerusakan pascapanen yang lebih kecil (ICCO, 2023).

Penurunan kadar air selama proses fermentasi dan pengeringan terjadi akibat aktivitas metabolik mikroorganisme yang menghasilkan panas serta proses evaporasi air dari dalam kotiledon menuju permukaan biji. Selama fermentasi, degradasi pulp menghasilkan kondisi eksotermis yang meningkatkan suhu massa fermentasi hingga mencapai 45–50°C. Peningkatan suhu tersebut mempercepat perpindahan massa air dan mendukung proses pengeringan berikutnya.

Fenomena ini sejalan dengan hasil penelitian Afoakwa et al. (2013) dan Kongor et al. (2016) yang menjelaskan bahwa kombinasi fermentasi yang baik dan pengeringan yang tepat mampu menghasilkan kadar air akhir biji kakao antara 5–7%, sesuai standar industri cokelat internasional.

Kadar lemak mengalami peningkatan seiring bertambahnya lama fermentasi. Pada fermentasi tiga hari kadar lemak mencapai 35,93%, kemudian meningkat menjadi 37,34%, 38,87%, dan mencapai 40,27% pada fermentasi enam hari. Peningkatan kadar lemak ini tidak menunjukkan adanya sintesis lemak baru dalam jumlah besar, melainkan lebih disebabkan oleh berkurangnya komponen non-lemak seperti pulp, gula, protein terlarut, dan senyawa volatil selama fermentasi sehingga proporsi lemak dalam basis bahan kering menjadi lebih tinggi. Selain itu, proses fermentasi menyebabkan kerusakan struktur sel dan membran kotiledon sehingga fraksi lemak menjadi lebih mudah diekstraksi pada saat analisis laboratorium. Temuan serupa dilaporkan oleh Kongor et al. (2016) dan Aprotosoae et al. (2016) yang menunjukkan bahwa fermentasi optimal mampu meningkatkan ketersediaan dan ekstraktabilitas cocoa butter dalam biji kakao.



Gambar 2. Diagram mekanisme perubahan mutu kimia selama fermentasi kakao biji kakao segar

Peningkatan kadar lemak menunjukkan bahwa fermentasi yang lebih lama memberikan kondisi yang lebih baik bagi pembentukan karakteristik internal biji kakao. Selama fermentasi terjadi difusi etanol, asam asetat, dan panas ke dalam kotiledon yang mengakibatkan kematian

embrio, degradasi protein menjadi asam amino bebas, serta perubahan struktur seluler yang mendukung pembentukan prekursor cita rasa cokelat. Proses tersebut secara tidak langsung meningkatkan kualitas fisik dan kimia biji sehingga rendemen lemak yang diperoleh menjadi lebih tinggi. Menurut penelitian De Vuyst dan Weckx (2016), fermentasi yang berlangsung selama 5–7 hari menghasilkan perkembangan komponen flavor dan mutu kimia yang paling optimal pada sebagian besar varietas kakao tropis.

Kandungan lemak merupakan salah satu parameter utama yang menentukan rendemen, tekstur, sifat reologi, dan mutu sensoris produk cokelat. Cocoa butter berfungsi sebagai fase kontinu dalam sistem cokelat yang memengaruhi titik leleh, kekerasan, kilap, serta sensasi meleleh di mulut. Industri cokelat umumnya menghendaki biji kakao dengan kadar lemak tinggi karena dapat meningkatkan efisiensi proses pengolahan dan nilai ekonomi produk akhir. Menurut International Cocoa Organization (ICCO) (2023) dan Afoakwa (2014), kandungan lemak yang tinggi berkorelasi positif dengan kualitas biji kakao premium dan memberikan nilai tambah yang lebih besar pada rantai pasok industri cokelat global.

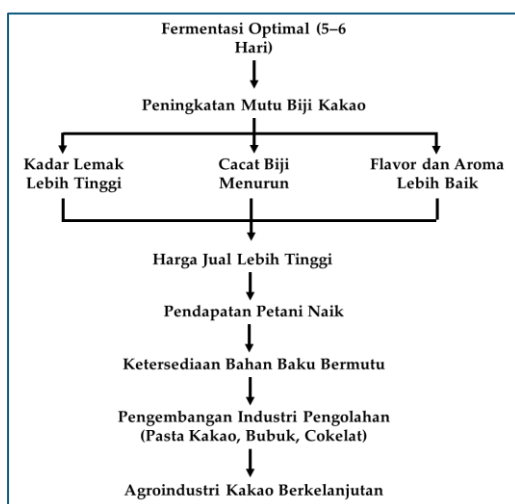
3.3. Implikasi terhadap Pengembangan Agroindustri Kakao Rakyat

Peningkatan mutu biji kakao selama fermentasi memberikan dampak langsung terhadap peningkatan nilai tambah pada rantai agroindustri kakao. Fermentasi merupakan salah satu tahapan pascapanen yang paling menentukan kualitas biji karena berpengaruh terhadap pembentukan prekursor cita rasa, warna, aroma, tingkat keasaman, serta karakteristik fisik dan kimia biji kakao. Biji kakao yang difermentasi dengan baik umumnya memiliki tingkat cacat yang lebih rendah, warna keping biji yang lebih seragam, serta kandungan lemak yang lebih tinggi sehingga lebih diminati oleh industri pengolahan dan eksportir. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kongor et al. (2016), kualitas fermentasi merupakan faktor utama yang menentukan daya saing biji kakao di pasar internasional karena berhubungan langsung dengan mutu sensoris dan efisiensi pengolahan industri cokelat.

Fermentasi selama 5–6 hari pada penelitian ini menghasilkan mutu biji yang lebih baik dibandingkan fermentasi yang lebih singkat, ditunjukkan oleh penurunan jumlah biji tidak terfermentasi dan peningkatan kadar lemak. Hasil

tersebut sejalan dengan rekomendasi International Cocoa Organization (ICCO) yang menyatakan bahwa fermentasi optimal selama 5–7 hari diperlukan untuk menghasilkan biji kakao yang memenuhi standar perdagangan premium. Mutu biji yang lebih baik akan meningkatkan posisi tawar petani dalam rantai pemasaran karena industri pengolahan dan eksportir cenderung memberikan harga yang lebih tinggi untuk biji kakao yang telah difermentasi dengan baik dibandingkan biji kakao asalan atau non-fermentasi (ICCO, 2023).

Dari perspektif ekonomi, peningkatan kualitas biji kakao berpotensi menciptakan nilai tambah yang lebih besar pada tingkat petani. Beberapa studi menunjukkan bahwa biji kakao fermentasi dapat memperoleh harga premium sekitar 10–30% lebih tinggi dibandingkan biji non-fermentasi, tergantung standar mutu dan permintaan pasar. Peningkatan harga tersebut berkontribusi langsung terhadap peningkatan pendapatan rumah tangga petani serta memperkuat keberlanjutan usaha tani kakao. Menurut Afoakwa (2014), perbaikan mutu pascapanen merupakan salah satu strategi paling efektif untuk meningkatkan daya saing kakao negara-negara produsen tanpa harus melakukan ekspansi lahan yang luas.



Gambar 3. Diagram Implikasi Fermentasi terhadap Pengembangan Agroindustri Kakao Rakyat

Selain memberikan manfaat ekonomi pada tingkat petani, penerapan fermentasi yang baik juga mendukung pengembangan agroindustri kakao rakyat secara berkelanjutan. Ketersediaan bahan baku berkualitas tinggi merupakan faktor penting dalam pengembangan industri pengolahan kakao lokal karena menentukan kualitas produk

akhir yang dihasilkan. Industri pengolahan membutuhkan biji kakao dengan mutu yang konsisten agar dapat menghasilkan produk seperti pasta kakao (*cocoa liquor*), lemak kakao (*cocoa butter*), bubuk kakao (*cocoa powder*), dan berbagai produk cokelat olahan dengan karakteristik sensoris yang sesuai dengan kebutuhan konsumen. Menurut Beg et al. (2017), konsistensi mutu bahan baku menjadi salah satu faktor utama yang memengaruhi efisiensi produksi dan keberhasilan industri pengolahan kakao skala kecil maupun besar.

Penguatan sistem fermentasi di tingkat petani juga dapat mendorong terbentuknya kluster agroindustri kakao yang terintegrasi dari hulu hingga hilir. Dalam model ini, kelompok tani berperan sebagai pemasok biji kakao fermentasi berkualitas, sementara unit pengolahan lokal mengolahnya menjadi produk setengah jadi maupun produk akhir bernilai tambah tinggi. Pendekatan tersebut tidak hanya meningkatkan nilai ekonomi yang tetap berada di wilayah produksi, tetapi juga menciptakan lapangan kerja baru pada sektor pengolahan, pemasaran, dan distribusi. Penelitian Food and Agriculture Organization (FAO) (2022) menunjukkan bahwa pengembangan rantai nilai kakao berbasis pengolahan lokal mampu meningkatkan pendapatan pelaku usaha hingga dua kali lipat dibandingkan sistem penjualan biji kakao mentah.

Dari aspek keberlanjutan, peningkatan mutu melalui fermentasi juga berkontribusi terhadap pengurangan kehilangan hasil (*postharvest losses*) dan peningkatan efisiensi pemanfaatan sumber daya. Biji kakao berkualitas tinggi memiliki peluang lebih besar untuk diserap pasar premium sehingga mengurangi risiko penolakan produk dan kerugian ekonomi di tingkat petani. Selain itu, peningkatan kualitas bahan baku akan mendukung implementasi konsep agroindustri kakao berkelanjutan yang mengintegrasikan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan sebagaimana direkomendasikan oleh International Cocoa Organization (ICCO) dan World Cocoa Foundation. Oleh karena itu, penerapan fermentasi selama 5–6 hari dapat dipandang sebagai salah satu strategi teknis yang efektif untuk meningkatkan daya saing, nilai tambah, dan keberlanjutan agroindustri kakao rakyat di Indonesia.

3.4. Hubungan Mutu Biji Kakao dengan Peningkatan Nilai Tambah Agroindustri

Mutu biji kakao merupakan faktor utama yang menentukan keberhasilan pengembangan

agroindustri kakao karena kualitas bahan baku akan memengaruhi efisiensi proses pengolahan, rendemen produk, karakteristik sensoris, dan nilai ekonomi produk akhir. Industri pengolahan cokelat mensyaratkan biji kakao yang memiliki tingkat fermentasi baik, kadar air rendah, kandungan lemak tinggi, serta tingkat cacat yang minimal agar dapat menghasilkan produk dengan mutu yang konsisten. Menurut Aprotosoae et al. (2016), mutu biji kakao sangat berkaitan dengan pembentukan senyawa prekursor cita rasa, stabilitas lemak kakao, dan karakteristik fisik yang menentukan kualitas produk cokelat. Hal yang sama juga dijelaskan oleh Saltini et al. (2017) bahwa peningkatan mutu pascapanen merupakan prasyarat utama untuk meningkatkan daya saing industri kakao pada pasar global. Dalam buku *Cocoa Production and Processing Technology*, Afoakwa (2014) menegaskan bahwa mutu biji kakao merupakan faktor kunci yang menentukan nilai tambah sepanjang rantai pasok kakao, mulai dari tingkat petani hingga industri pengolahan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi selama 5–6 hari menghasilkan kualitas biji kakao yang lebih baik dibandingkan fermentasi yang lebih singkat. Rendahnya persentase biji slaty menunjukkan bahwa proses fermentasi berlangsung lebih sempurna sehingga memungkinkan terjadinya pembentukan asam amino bebas, peptida, dan gula pereduksi yang berperan sebagai prekursor utama aroma dan cita rasa cokelat selama proses penyangraian. Menurut Menezes et al. (2016), fermentasi yang optimal mampu meningkatkan kualitas sensoris kakao melalui pembentukan senyawa volatil yang menjadi karakter khas cokelat. Temuan tersebut diperkuat oleh penelitian Rodriguez-Campos et al. (2018) yang menyatakan bahwa tingkat fermentasi yang tinggi berhubungan erat dengan peningkatan kualitas flavor dan penerimaan konsumen terhadap produk cokelat premium.

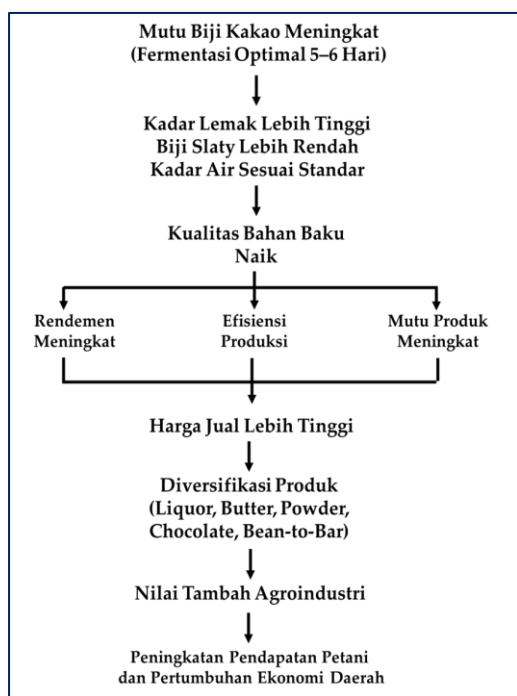
Selain meningkatkan mutu sensoris, fermentasi yang optimal juga berdampak pada peningkatan kandungan lemak biji kakao. Pada penelitian ini, kadar lemak meningkat hingga mencapai 40,27% pada fermentasi enam hari. Kandungan lemak yang tinggi memberikan keuntungan bagi industri karena cocoa butter merupakan komponen utama yang menentukan tekstur, viskositas, titik leleh, dan karakteristik sensori produk cokelat. Menurut Kowalska et al. (2020), kandungan lemak yang tinggi berkontribusi terhadap peningkatan rendemen pengolahan dan

efisiensi proses manufaktur cokelat. Penelitian Mazel et al. (2021) juga menunjukkan bahwa kualitas dan kuantitas cocoa butter merupakan salah satu indikator utama dalam penentuan harga bahan baku kakao oleh industri pengolahan internasional.

Dalam sistem pemasaran kakao modern, mutu biji kakao memiliki hubungan langsung dengan harga jual yang diterima petani. Biji kakao fermentasi umumnya memperoleh harga premium dibandingkan biji kakao nonfermentasi karena menghasilkan kualitas produk yang lebih baik dan memenuhi persyaratan industri pengolahan. Menurut laporan International Cocoa Organization (ICCO) (2024), pasar kakao premium semakin berkembang seiring meningkatnya permintaan industri terhadap biji kakao yang memiliki ketertelusuran (*traceability*), mutu fermentasi yang baik, dan karakter cita rasa yang khas. Penelitian Lemeilleur et al. (2019) menunjukkan bahwa penerapan fermentasi yang baik mampu meningkatkan harga jual kakao sebesar 10–30%, sehingga memberikan insentif ekonomi yang signifikan bagi petani serta memperkuat posisi tawar mereka dalam rantai pasok.

Peningkatan mutu bahan baku juga membuka peluang pengembangan berbagai produk hilir bernilai tambah tinggi, seperti pasta kakao (*cocoa liquor*), lemak kakao (*cocoa butter*), bubuk kakao (*cocoa powder*), minuman cokelat, dan berbagai produk *bean-to-bar chocolate*. Diversifikasi produk tersebut memungkinkan peningkatan nilai ekonomi yang lebih besar dibandingkan hanya menjual biji kakao kering. Menurut Beg et al. (2017), transformasi biji kakao menjadi produk antara dan produk akhir dapat meningkatkan nilai tambah beberapa kali lipat dibandingkan perdagangan bahan mentah. Sementara itu, Food and Agriculture Organization (FAO) (2022) menegaskan bahwa pengembangan agroindustri berbasis pengolahan lokal merupakan strategi penting untuk meningkatkan pendapatan masyarakat pedesaan, memperluas kesempatan kerja, dan memperkuat ekonomi wilayah penghasil kakao.

Secara keseluruhan, hubungan antara mutu biji kakao dan nilai tambah agroindustri bersifat sangat erat dan saling memperkuat. Mutu biji yang baik akan meningkatkan rendemen, kualitas produk, efisiensi proses, dan akses ke pasar premium, yang pada akhirnya menciptakan nilai tambah ekonomi yang lebih besar di sepanjang rantai pasok.



Gambar 4. Diagram Konseptual Hubungan Mutu dan Nilai Tambah Agroindustri Kakao

Oleh karena itu, investasi pada teknologi fermentasi, pengeringan, pengendalian mutu, serta penguatan kelembagaan petani perlu menjadi prioritas dalam pengembangan agroindustri kakao berkelanjutan. Menurut Barrientos et al. (2023), peningkatan kualitas pascapanen merupakan salah satu pendekatan paling efektif dalam membangun rantai nilai kakao yang berdaya saing, inklusif, dan berkelanjutan di negara-negara produsen kakao berkembang.

3.5. Implikasi terhadap Pengembangan Agroindustri Kakao di Maluku Utara

Provinsi Maluku Utara merupakan salah satu wilayah pengembangan kakao yang memiliki prospek strategis di kawasan timur Indonesia. Sentra produksi kakao tersebar di beberapa kabupaten, terutama Kabupaten Halmahera Selatan, Kabupaten Halmahera Timur, Pulau Morotai, dan Kabupaten Kepulauan Sula yang memiliki kondisi agroekologi sesuai untuk budidaya kakao. Meskipun demikian, sebagian besar hasil produksi masih dipasarkan dalam bentuk biji kakao kering tanpa difermentasi sehingga nilai tambah yang diperoleh petani relatif rendah. Kondisi ini menyebabkan sebagian besar keuntungan dari rantai nilai kakao dinikmati oleh pelaku usaha di luar daerah penghasil. Menurut Food and Agriculture Organization (FAO) (2022), daerah penghasil kakao yang hanya berperan

sebagai pemasok bahan baku primer cenderung memperoleh manfaat ekonomi yang lebih kecil dibandingkan wilayah yang mampu mengembangkan industri pengolahan berbasis sumber daya lokal. Sejalan dengan hal tersebut, Beg et al. (2017) menegaskan bahwa peningkatan nilai tambah melalui pengolahan lokal merupakan strategi utama dalam memperkuat daya saing agroindustri kakao di negara-negara produsen berkembang.

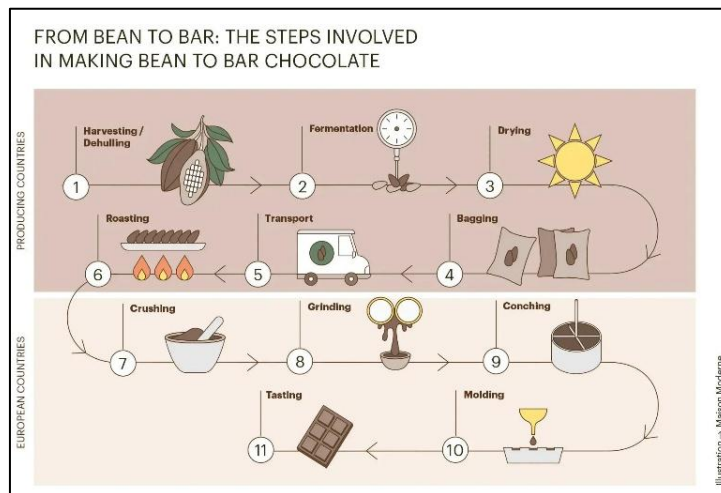
Peningkatan mutu melalui fermentasi dapat menjadi titik awal transformasi dari sistem produksi berbasis komoditas primer menuju sistem agroindustri berbasis nilai tambah. Fermentasi yang berlangsung secara optimal mampu menghasilkan biji kakao dengan karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan industri, seperti tingkat fermentasi yang baik, kandungan lemak tinggi, kadar air rendah, serta cita rasa yang lebih kompleks. Mutu yang lebih baik akan meningkatkan peluang pemasaran pada segmen premium dan membuka akses terhadap industri pengolahan yang mensyaratkan standar kualitas tertentu. Menurut International Cocoa Organization (ICCO) (2024), peningkatan kualitas pascapanen merupakan faktor penting dalam mendukung integrasi petani ke dalam rantai nilai kakao global yang semakin menuntut aspek mutu, ketertelusuran (*traceability*), dan keberlanjutan. Penelitian Lemeilleur et al. (2019) juga menunjukkan bahwa kakao fermentasi memiliki peluang memperoleh harga premium yang lebih tinggi sehingga mampu meningkatkan pendapatan petani dan mendorong investasi pada kegiatan pascapanen.

Ketersediaan biji kakao bermutu tinggi di tingkat lokal akan menjadi fondasi penting bagi pengembangan industri pengolahan kakao di Maluku Utara. Bahan baku yang memenuhi standar mutu memungkinkan berkembangnya berbagai usaha pengolahan seperti produksi pasta kakao (*cocoa liquor*), lemak kakao (*cocoa butter*), bubuk kakao (*cocoa powder*), serta produk cokelat siap konsumsi. Pengembangan industri hilir tersebut dapat memperpanjang rantai nilai di daerah penghasil sehingga sebagian besar manfaat ekonomi dapat dinikmati oleh masyarakat lokal. Menurut Afoakwa (2014), nilai ekonomi kakao dapat meningkat beberapa kali lipat ketika diolah menjadi produk antara maupun produk akhir dibandingkan ketika dijual dalam bentuk biji kering. Temuan serupa dilaporkan oleh Bianchi et al. (2021) yang menyatakan bahwa penguatan

industri hilir berbasis kakao merupakan strategi efektif dalam meningkatkan daya saing wilayah penghasil sekaligus memperkuat struktur ekonomi pedesaan.

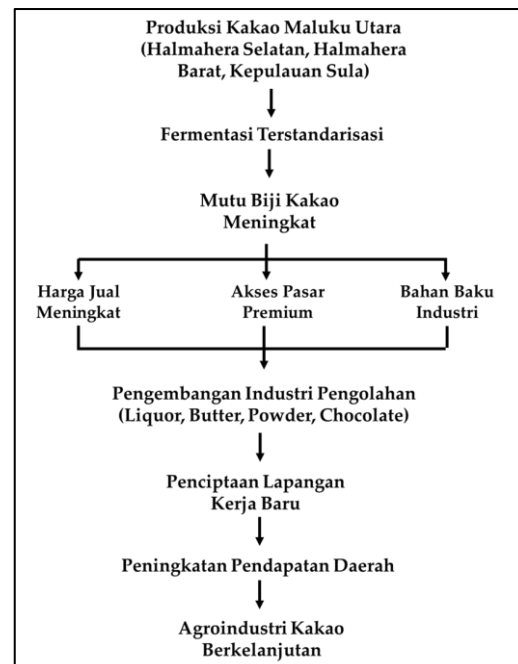
Berkembangnya industri pengolahan kakao lokal juga berpotensi menciptakan lapangan kerja baru pada berbagai sektor, mulai dari fermentasi, pengeringan, sortasi, pengolahan, pengemasan, pemasaran, hingga distribusi produk. Efek berganda (*multiplier effect*) yang dihasilkan tidak hanya meningkatkan pendapatan rumah tangga petani, tetapi juga memperluas kesempatan kerja bagi masyarakat pedesaan dan pelaku usaha mikro,

kecil, dan menengah (UMKM). Menurut United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) (2023), pengembangan agroindustri berbasis komoditas lokal mampu meningkatkan penyerapan tenaga kerja dan memperkuat keterkaitan ekonomi antara sektor pertanian dan sektor industri. Oleh karena itu, fermentasi tidak hanya berfungsi sebagai teknologi peningkatan mutu, tetapi juga sebagai instrumen pembangunan ekonomi wilayah yang mampu mendorong pertumbuhan inklusif di sentra-sentra produksi kakao Maluku Utara.



Gambar 5. Alur perubahan biji kakao menjadi produk cokelat

Dalam perspektif pembangunan berkelanjutan, penerapan fermentasi yang baik mendukung efisiensi pemanfaatan sumber daya, mengurangi kehilangan mutu selama pascapanen, dan meningkatkan daya saing produk kakao Indonesia pada pasar nasional maupun internasional. Fermentasi yang terstandarisasi dapat menekan tingkat kerusakan biji, mengurangi kehilangan hasil (*postharvest losses*), serta meningkatkan efisiensi penggunaan bahan baku dalam sistem agroindustri. Selain itu, peningkatan kualitas kakao juga sejalan dengan konsep *sustainable cocoa value chain* yang mengintegrasikan dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan dalam pembangunan agroindustri. Menurut Ingram et al. (2020), keberlanjutan sektor kakao sangat dipengaruhi oleh kemampuan petani menghasilkan produk bermutu tinggi yang mampu memberikan insentif ekonomi yang memadai. Sementara itu, World Cocoa Foundation (2024) menegaskan bahwa peningkatan kualitas pascapanen merupakan salah satu pilar utama dalam pembangunan rantai pasok kakao yang berkelanjutan dan berdaya saing global.



Gambar 6. Diagram Konseptual Implikasi Fermentasi terhadap Pengembangan Agroindustri Kakao Maluku Utara

IV. PENUTUP

4.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan mutu fisik dan kimia biji kakao serta berimplikasi pada pengembangan agroindustri kakao yang bernilai tambah. Fermentasi selama 5–6 hari menghasilkan mutu biji kakao yang lebih baik dibandingkan fermentasi yang lebih singkat, ditunjukkan oleh rendahnya persentase biji slaty (3,33–5,33%) dan biji berjamur (2,33–3,33%) yang masih memenuhi persyaratan mutu menurut SNI 2323:2008. Rendahnya jumlah biji slaty menunjukkan bahwa proses fermentasi berlangsung lebih sempurna sehingga pembentukan prekursor cita rasa cokelat menjadi lebih optimal, sedangkan rendahnya persentase biji berjamur mengindikasikan bahwa proses fermentasi dan pengeringan telah mampu menghasilkan kadar air yang aman untuk penyimpanan. Dari aspek kimia, kadar air akhir berkisar antara 5,24–5,65%, berada di bawah batas maksimum standar perdagangan internasional, sedangkan kadar lemak meningkat dari 35,93% menjadi 40,27% seiring bertambahnya lama fermentasi. Peningkatan kadar lemak menunjukkan meningkatnya kualitas internal biji dan potensi rendemen cocoa butter yang lebih tinggi. Perbaikan mutu tersebut berimplikasi pada peningkatan harga jual, peluang akses ke pasar premium, efisiensi pengolahan, dan pengembangan industri hilir berbasis kakao. Oleh karena itu, fermentasi selama 5–6 hari dapat direkomendasikan sebagai teknologi pascapanen yang efektif untuk meningkatkan mutu biji kakao, memperkuat daya saing produk, meningkatkan pendapatan petani, serta mendukung

pengembangan agroindustri kakao berkelanjutan di Maluku Utara dan wilayah penghasil kakao lainnya.

4.2. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar petani dan pelaku usaha kakao menerapkan fermentasi secara terstandarisasi selama 5–6 hari disertai pengeringan yang tepat hingga kadar air memenuhi standar mutu, sehingga kualitas biji kakao dapat ditingkatkan secara konsisten. Pemerintah daerah, penyuluh, dan lembaga pendamping perlu memperkuat program pelatihan, penyediaan fasilitas fermentasi, serta pengendalian mutu pascapanen untuk meningkatkan kapasitas petani dalam menghasilkan biji kakao fermentasi berkualitas. Selain itu, pengembangan kemitraan antara kelompok tani dan industri pengolahan perlu diperkuat guna menciptakan rantai pasok kakao yang lebih efisien dan memberikan insentif harga bagi petani yang menghasilkan biji kakao bermutu tinggi. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan kajian yang lebih komprehensif mengenai pengaruh variasi lama fermentasi terhadap karakteristik sensoris, komposisi senyawa volatil, aktivitas antioksidan, rendemen cocoa butter, serta analisis kelayakan ekonomi dan keberlanjutan menggunakan pendekatan Material Flow Analysis (MFA), Life Cycle Assessment (LCA), Life Cycle Costing (LCC), Social Life Cycle Assessment (S-LCA), dan Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA). Pendekatan tersebut akan memberikan dasar ilmiah yang lebih kuat dalam merumuskan strategi pengembangan agroindustri kakao berkelanjutan, khususnya di Provinsi Maluku Utara.

REFERENSI

- Aprotosoae, A.C., et al. (2021). Cocoa Beans and Chocolate: From Post-Harvest Technology to Bioactive Compounds. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
- Papalexandratou, Z., et al. (2021). Cocoa Fermentation Microbiology and Quality Formation. *Applied and Environmental Microbiology*.
- Kongor, J.E., et al. (2022). Influence of Fermentation and Drying on Cocoa Bean Quality. *Food Research International*.
- ICCO (2024). *International Cocoa Organization Annual Report*.
- FAO (2023). *Sustainable Cocoa Value Chains*.
- BPS (2024). *Statistik Kakao Indonesia*.
- Misnawi et al. (2023). *Quality Improvement of Indonesian Fermented Cocoa Beans*.
- De Vuyst, L., & Leroy, F. (2020). Functional Role of Yeasts, Lactic Acid Bacteria and Acetic Acid Bacteria in Cocoa Fermentation Processes. *FEMS Microbiology Reviews*, 44(4), 432–453.

- Díaz-Muñoz, C., et al. (2022). Functional Yeast Starter Cultures for Cocoa Fermentation. *Journal of Applied Microbiology*.
- Fitriani, D. (2024). Cocoa Bean During Fermentation: A Meta-Analysis.
- FAO. (2024). Indonesia: Upgrading Bulk Cocoa into Fine Cocoa.
- FAO. (2024). Sustainable Cocoa Initiative.
- Bobiles, S.C. (2025). Enhancing Cacao Fermentation for Small-Scale Farmers. *Food Research*.
- Khaerunnisa, K., et al. (2023). Physical and Chemical Characteristics of Sulawesi Cocoa Beans.
- Paparella, A., et al. (2025). The Health Impact of Cocoa from Cultivation to the Formation of Chocolate.
- FAO. (2024). Transparent Supply Chains and Sustainable Cocoa.
- I4DI. (2024). Transforming Indonesia's Cocoa Value Chain.
- Afoakwa, E.O. (2014). *Cocoa Production and Processing Technology*. CRC Press.
- Aprotosoae, A.C., Luca, S.V., & Miron, A. (2016). Flavor chemistry of cocoa and cocoa products—An overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 73–91.
- De Vuyst, L., Weckx, S. (2016). The cocoa bean fermentation process: From ecosystem analysis to starter culture development. *Journal of Applied Microbiology*, 121(1), 5–17.
- Kongor, J.E., Hinneh, M., Van de Walle, D., Afoakwa, E.O., Boeckx, P., & Dewettinck, K. (2016). Factors influencing quality variation in cocoa beans. *Food Research International*, 82, 44–52.
- International Cocoa Organization (ICCO). (2023). *Cocoa Quality and International Cocoa Standards*. London: ICCO.
- Afoakwa, E.O. (2014). *Cocoa Production and Processing Technology*. CRC Press.
- Beg, M.S., Ahmad, S., Jan, K., & Bashir, K. (2017). Status, supply chain and processing of cocoa—A review. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 108–116.
- FAO. (2022). *Sustainable Cocoa Value Chains and Rural Development*. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Kongor, J.E., Hinneh, M., Van de Walle, D., Afoakwa, E.O., Boeckx, P., & Dewettinck, K. (2016). Factors influencing quality variation in cocoa beans. *Food Research International*, 82, 44–52.
- ICCO. (2023). *Cocoa Quality and International Cocoa Standards*. London: International Cocoa Organization.
- World Cocoa Foundation. (2023). *Cocoa Sustainability and Value Chain Development Report*. Washington DC.
- Aprotosoae, A.C., Luca, S.V., & Miron, A. (2016). Flavor chemistry of cocoa and cocoa products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 73–91.
- Beg, M.S., Ahmad, S., Jan, K., & Bashir, K. (2017). Status, supply chain and processing of cocoa. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 108–116.
- Barrientos, S., Gereffi, G., & Rossi, A. (2023). Sustainability and upgrading in global cocoa value chains. *World Development*, 168, 106243.
- FAO. (2022). *Sustainable Cocoa Value Chains and Rural Development*. Rome.
- ICCO. (2024). *Annual Cocoa Market Report and Cocoa Quality Standards*. London.
- Kowalska, J., Kowalski, R., & Majewska, E. (2020). Quality determinants of cocoa butter and their impact on chocolate manufacturing. *Foods*, 9(8), 1055.
- Lemeilleur, S., Monteiro, D., & Saes, M.S.M. (2019). Quality upgrading and price premiums in cocoa value chains. *Journal of Rural Studies*, 68, 130–139.
- Menezes, A.G.T., Batista, N.N., Ramos, C.L., et al. (2016). Investigation of chocolate produced from fermented and unfermented cocoa beans. *International Journal of Food Science & Technology*, 51(6), 1466–1477.
- Rodriguez-Campos, J., Escalona-Buendía, H.B., Orozco-Avila, I., Lugo-Cervantes, E., & Jaramillo-Flores, M.E. (2018). Dynamics of volatile and non-volatile compounds during cocoa fermentation. *Food Research International*, 111, 679–686.
- Afoakwa, E.O. (2014). *Cocoa Production and Processing Technology*. CRC Press.
- Beg, M.S., Ahmad, S., Jan, K., & Bashir, K. (2017). Status, supply chain and processing of cocoa. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 108–116.
- Bianchi, F., Piana, M., & Rossi, A. (2021). Agro-industrial upgrading and value addition in cocoa-producing regions. *Journal of Rural Studies*, 85, 181–192.

- FAO. (2022). *Sustainable Cocoa Value Chains and Rural Development*. Rome.
- ICCO. (2024). *Annual Cocoa Market Report and Cocoa Quality Standards*. London.
- Ingram, V., van Rijn, F., Waarts, Y., & Gilhuis, H. (2020). The impacts of cocoa sustainability initiatives. *Sustainability*, 12(3), 884.
- Lemeilleur, S., Monteiro, D., & Saes, M.S.M. (2019). Quality upgrading and price premiums in cocoa value chains. *Journal of Rural Studies*, 68, 130–139.
- UNIDO. (2023). *Agro-Industry Development and Rural Transformation Report*. Vienna.
- World Cocoa Foundation. (2024). *Cocoa Sustainability Progress Report*. Washington DC.