



## PENGARUH TINGKAT KEMATANGAN BUAH TERHADAP PEMBENTUKAN PREKURSOR AROMA PADA BIJI KAKAO KLON S2 (SULAWESI 2) VARIETAS TRINITARIO

[Effect of Fruit Ripeness Level on Aroma Precursor Formation in Cocoa Beans of Clone S2 (Sulawesi 2) Trinitario Variety]

Nur Laylah<sup>1\*</sup>, S.Salengke<sup>2</sup>, A.Laga<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Pertanian Negeri Pangkep

<sup>2</sup>Program Studi Keteknikan Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar

<sup>3</sup>Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar

\*Email: [nurlaylahsurya@gmail.com](mailto:nurlaylahsurya@gmail.com) Tlpn (+62852560285140)

Diterima tanggal 1 Juni 2025

Disetujui tanggal 3 Juni 2025

### ABSTRACT

Standardizing the characteristics of cocoa raw materials is frequently challenged by variations in clones, fruit ripeness levels, edaphoclimatic conditions, and fruit pretreatment methods. An understanding of the influence of these factors on the properties of cocoa beans intended for fermentation and drying is essential to obtain high-quality beans. This understanding plays a key role in improving the consistency of aroma and flavor precursor formation during cocoa processing. The objective of this study was to evaluate the effect of fruit ripeness level on the formation of aroma precursors in dried cocoa beans that had undergone fermentation. The cocoa pods used were from the Trinitario variety, S2 clone, originating from Sulawesi, Indonesia. Two-factor treatments design was applied, with fruit ripeness level as the first factor and fermentation as the second. Statistical analysis showed that fruit ripeness significantly affected the pH and polyphenol content of fermented cocoa beans. In addition, ripeness level had a significant effect on the concentrations of reducing sugars, as well as the amino acids alanine and leucine-isoleucine. Alanine, leucine-isoleucine, and reducing sugars were recognized as the primary aroma precursors in cocoa, highlighting their crucial role in flavor development during processing. The optimal ripeness stage for harvesting, which maintained high amino acid content and a pH that promoted strong aroma intensity, was identified as A2 (moderately ripe).

Keywords: aroma precursors; cocoa beans; fermentation; cocoa fruit; ripeness level.

### ABSTRAK

Standarisasi karakteristik bahan baku kakao seringkali mengalami kendala akibat variabilitas klon, tingkat kematangan buah, kondisi edafoklimatik, serta perlakuan pendahuluan terhadap buah. Pemahaman yang mendalam mengenai pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap karakteristik biji kakao yang akan difermentasi dan dikeringkan sangat penting untuk memperoleh biji kakao berkualitas tinggi. Hal ini dapat meningkatkan homogenitas dalam pembentukan prekursor aroma dan cita rasa selama proses pengolahan kakao. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh tingkat kematangan buah terhadap pembentukan prekursor aroma pada biji kakao kering yang telah melalui proses fermentasi. Bahan yang digunakan adalah buah kakao varietas Trinitario klon S2 yang berasal dari Sulawesi, Indonesia. Penelitian ini menggunakan dua faktor perlakuan, yaitu tingkat kematangan buah sebagai perlakuan pertama dan fermentasi sebagai perlakuan kedua. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa tingkat kematangan buah berpengaruh signifikan terhadap nilai pH dan kandungan polifenol pada biji kakao hasil fermentasi. Selain itu, tingkat kematangan juga secara nyata memengaruhi kadar gula reduksi, serta asam amino alanin dan leusin-isoleusin. Asam amino alanin, leusin-isoleusin, dan gula reduksi diketahui sebagai prekursor utama aroma kakao. Tingkat kematangan buah yang paling optimal untuk menghasilkan kandungan asam amino yang tinggi dan pH yang mendukung intensitas aroma kuat adalah pada kategori A2 (matang sedang).

Kata kunci: prekursor aroma; biji kakao; fermentasi; buah kakao; tingkat kematangan.



## PENDAHULUAN

Sulawesi Selatan merupakan salah satu daerah penghasil kakao terbesar di Indonesia. Provinsi ini memiliki luas perkebunan kakao yang mencapai 201.216 hektar . Produksi kakao di Sulawesi Selatan juga cukup tinggi, yaitu sekitar 113.366 ton per tahun (Direktorat Jendral Perkebunan, 2021)

Biji kakao merupakan bahan baku utama dalam pembuatan produk coklat dan turunannya (Beckett, 2023). Aroma sebagai parameter penting dalam menentukan kualitas biji kakao, sangat dipengaruhi oleh perlakuan pasca panen dan pengolahan. Perlakuan pasca panen seperti tingkat kematangan buah, dan pemeraman buah (Afoakwa, 2016), sedangkan perlakuan pengolahan yang mempengaruhi kualitas biji kakao seperti fermentasi, pengeringan dan penyangraian (Marseglia *et al.*, 2020).

Pengelompokan buah kakao ke dalam karakteristik yang homogen (tingkat kematangan, klon) sebelum fermentasi sangat penting dilakukan. Menurut (Rojas *et al.*, 2020) setiap klon kakao memiliki seperangkat parameter kematangan yang unik, Penetapan indikator kematangan yang andal, praktis, dan objektif untuk setiap klon kakao akan memungkinkan lebih banyak buah kakao yang homogen dipilih untuk fermentasi, yang pada akhirnya akan berkontribusi pada peningkatan kualitas dan homogenitas kakao dan produk turunannya.

Kemungkinan terjadinya berbagai perubahan biokimia di dalam buah, dari saat panen hingga pembukaannya sebelum fermentasi, tidak dapat diabaikan. Diduga, lama penyimpanan, suhu, kelembaban relatif, varietas kakao, status pematangan, antara lain, mungkin memainkan peran kunci dalam menentukan sejauh mana perubahan biokimia ini terjadi di dalam buah (Afoakwa, 2016). Namun dalam prakteknya tidak semua petani mengetahui tingkat kematangan yang tepat untuk dipanen. Ada yang memanen pada tingkat matang awal, matang sedang atau matang penuh, sehingga kualitas biji kakao tidak seragam dan tidak konsisten, yang tentunya mempengaruhi prekursor aroma yang terbentuk.

Mengingat pentingnya homogenitas kematangan bahan baku sebelum dilakukan fermentasi biji kakao untuk menghasilkan kualitas biji kakao yang tinggi dan konsisten maka dalam penelitian ini digunakan perlakuan tingkat kematangan buah untuk mengetahui tingkat kematangan yang tepat dan homogeny yang dapat menghasilkan prekursor aroma terbanyak. Prekursor aroma menentukan mutu biji , khususnya cita rasa dan aroma khas coklat. Menurut Putra *et al.* (2017) prekursor aroma terbentuk selama fermentasi, seperti asam amino bebas akan bereaksi selama pemanggangan dengan senyawa gula untuk menghasilkan senyawa aroma volatil khas cokelat. Penelitian tentang biji kakao sebelumnya banyak terkait dengan karakteristik mutu fisik dan kimia biji kakao (Santoso *et al.*, 2024) (Rachmatullah *et al.*, 2021).



Terdapat beberapa penelitian tentang prekursor aroma biji kakao yaitu penelitian tentang peranan perubahan komponen prekursor aroma dan cita rasa biji kakao selama fermentasi terhadap cita rasa bubuk kakao yang dihasilkan (Putra *et al.*, 2017). Castro-alayo meneliti pembentukan prekursor aroma selama fermentasi dari biji kakao varietas Criollo dan Forastero (Castro-Alayo *et al.*, 2019). Penelitian kali ini mengkaji pembentukan senyawa yang merupakan prekursor aroma biji kakao yang dikaitkan dengan tingkat kematangan buah kakao dari varietas Trinitario asal Pinrang Sulawesi Selatan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tingkat kematangan buah, dan fermentasi terhadap pembentukan prekursor aroma biji kakao klon S2 varietas Trinitario.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Buah kakao yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan, varietas *Trinitario* klon S2 (Sulawesi 2). Buah kakao klon S2 adalah buah kakao lokal Sulawesi hasil persilangan varietas *Forastero* dan varietas *Criollo*.

### Metode Penelitian

Buah kakao yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kebun Kelompok Tani Bukit Tinggi, Desa Tapporang, Kecamatan Batullapa, Kabupaten Pinrang, Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini menggunakan 2 perlakuan yaitu tingkat kematangan buah (A) sebagai perlakuan pertama, dan fermentasi/tanpa fermentasi (B) sebagai perlakuan kedua. Buah dipanen pada tiga tingkat kematangan buah yaitu A1 (buah matang awal), warna buah merah-ungu, ada perubahan warna pada alur buah, A2 (buah matang sedang), warna buah merah sampai orange dan A3 (buah matang penuh) warna buah adalah kuning sedikit orange. Selanjutnya dilakukan fermentasi selama 6 hari dengan taraf perlakuan B1 (tanpa fermentasi) dan B2 (fermentasi).

Setelah memanen, buah kakao dibuka untuk diambil bijinya, sebagian tanpa fermentasi, sebagian lagi difermentasi. Kotak fermentasi dibuat dari kayu dengan ukuran P x L x T adalah 75 cm x 40 cm x 32 cm. Pada bagian dinding dan dasar kotak dibuat lubang dengan diameter 1 cm dan jarak antara lubang dengan lubang lainnya 10 cm. Fungsi lubang-lubang pada kotak fermentasi adalah sebagai tempat keluarnya air dari pulp kakao saat berlangsungnya fermentasi dan untuk aerasi saat fermentasi berlangsung. Tiap kotak fermentasi diisi biji kakao basah (baru dibuka dari buahnya) sebanyak 40 kg biji basah. Fermentasi dilakukan selama 6 hari dan pembalikan



biji dilakukan tiap 2 hari sekali. Setelah fermentasi selesai, biji dikeluarkan dari kotak kayu kemudian dicuci dengan air bersih untuk menghentikan fermentasi kemudian langsung dijemur di bawah sinar matahari langsung sampai kadar air  $\leq 7\%$ . Penjemuran dilakukan mulai jam 8 pagi sampai jam 4 sore hari. Pengamatan dilakukan pada biji kakao kering baik yang difermentasi maupun tanpa fermentasi. Parameter yang dianalisa pada biji kakao kering adalah kadar air menggunakan metode Gravimetri (Rosmayati *et al.*, 2023), pH menggunakan metode yang digambarkan dalam AOAC (2016), polifenol menggunakan metode yang digambarkan oleh Christova-Bagdassrian *et al.*, (2014) dengan sedikit modifikasi, asam amino dengan metode LCMS yang digambarkan oleh Apriyanto *et al.* (2017) dengan beberapa modifikasi dan gula reduksi yang digambarkan oleh Vincentia *et al.* (2021).



Gambar 1. Penampakan warna buah kakao klon S2 pada berbagai tingkat kematangan, yaitu buah masak awal (A1), buah masak sedang (A2), dan buah masak penuh (A3)

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 kali ulangan. Penelitian ini menggunakan 2 perlakuan yaitu tingkat kematangan buah (A) sebagai perlakuan pertama dan fermentasi/tanpa fermentasi (B) sebagai perlakuan kedua. Perlakuan pertama (tingkat kematangan buah) terdiri dari 3 taraf, yaitu buah masak awal (A1), buah masak sedang (A2) dan buah masak penuh (A3). Perlakuan kedua terdiri dari 2 taraf yaitu tanpa fermentasi (B1) dan fermentasi (B2). Data hasil pengamatan dilanjutkan dengan analisis sidik ragam (analysis of variance) menggunakan software SPSS V.22. Hasil dari analisis sidik ragam yang memperlihatkan pengaruh nyata atau sangat nyata, dilanjutkan dengan uji Tukey's HSD (Hartono, 2008).



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kadar Air

Pengeringan biji kakao pada penelitian ini menggunakan sinar matahari langsung. Lama penjemuran 5 - 8 jam per hari dengan intensitas cahaya matahari sedang sampai penuh. Pengeringan menggunakan alas terpal di atas lantai beton. Pembalikan dilakukan tiap 2 jam sekali agar biji kakao kering merata.

Berdasarkan analisis sidik ragam diperoleh bahwa tingkat kematangan buah tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air biji kakao. Sedangkan perlakuan fermentasi atau non fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar air biji kakao. Kadar air pada biji kakao fermentasi rata-rata (6.28 %) lebih rendah dari pada kadar air biji tanpa fermentasi dengan rata-rata (6.41 %). Pengeringan biji kakao fermentasi paling cepat kering hanya membutuhkan waktu 4 hari sedangkan biji kakao non fermentasi membutuhkan waktu 1 minggu untuk mencapai kadar air yang dipersyaratkan yaitu ( $\leq 7\%$ ). Bila kadar air lebih besar dari 8 % jamur bisa berkembang dalam biji kakao, sedangkan bila kadar air  $< 5\%$  maka biji akan rapuh (Septianti *et al.*, 2020). Hasil pengamatan kadar air, pH dan polifenol dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengamatan kadar air, Nilai pH and polifenol biji kakao

Sampel	Kadar air (%)	Nilai pH	Polifenol (mg/g in GAE)
A1B1	6.87 $\pm$ 0.12a	5.75 $\pm$ 0.07i	13.69 $\pm$ 0.06a
A1B2	6.36 $\pm$ 0.54a	5.35 $\pm$ 0.07j	6.17 $\pm$ 0.06b
A2B1	6.15 $\pm$ 0.19a	5.75 $\pm$ 0.07i	13.32 $\pm$ 0.11c
A2B2	6.41 $\pm$ 0.46a	5.55 $\pm$ 0.21k	4.34 $\pm$ 0.05d
A3B1	6.20 $\pm$ 0.41a	5.55 $\pm$ 0.07j	11.32 $\pm$ 0.39e
A3B2	6.09 $\pm$ 0.12a	4.85 $\pm$ 0.07l	4.21 $\pm$ 0.17 f

Ket: Huruf dibelakang angka adalah hasil Uji Tukey, dimana angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada tingkat kepercayaan ( $p < 0.05$ ). A1 = buah masak awal, A2 = buah masak sedang, A3 = buah masak B1= tanpa fermentasi, B2 = fermentasi

Interaksi antara perlakuan tingkat kematangan buah kakao dan perlakuan fermentasi biji tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air biji kakao kering.

### 2. Nilai pH

Berdasarkan analisis ragam diperoleh bahwa tingkat kematangan buah kakao berpengaruh nyata terhadap nilai pH biji kakao. Buah kakao dengan tingkat kematangan A2 (masak sedang) memiliki nilai pH tertinggi (5.65). pH terendah diperoleh pada buah kakao dengan tingkat kematangan penuh A3 (5.20). Semakin matang buah maka



pati akan dipecah menjadi glukosa dan fruktosa. Jika glukosa tinggi maka asam asetat yang dihasilkan saat fermentasi juga akan tinggi, sehingga keasamannya tinggi atau pH akan rendah. Perlakuan fermentasi/non fermentasi juga berpengaruh nyata terhadap pH biji kakao kering. Pada Tabel 1. terlihat nilai pH tertinggi ditemukan pada biji kakao non fermentasi dengan nilai 5.68 sedangkan rata-rata pH biji fermentasi adalah 5.25. Rendahnya pH pada biji yang difermentasi dibanding biji non fermentasi adalah disebabkan pada biji yang difermentasi terbentuk asam asetat yang terbentuk selama proses fermentasi, asam inilah yang menyebabkan pH rendah.

Nilai pH biji kakao yang dikeringkan dengan sinar matahari dilaporkan oleh (Apriyanto *et al.*, 2016) berkisar antara 5 – 5.7. Pada biji kakao kering yang diperoleh dalam penelitian ini kisarannya yaitu antara 4.8 – 5.5 untuk biji kakao yang difermentasi sedangkan yang non fermentasi berkisar antara 5.5 – 5.7. Pengolahan kakao menghendaki pH biji antara 5.2 – 5.8 untuk menghasilkan cocoa butter yang berkualitas (Linovskaya *et al.*, 2019). Interaksi antara perlakuan tingkat kematangan buah kakao dengan perlakuan fermentasi tidak berpengaruh nyata terhadap pH biji kakao.

### 3. Polifenol

Pengukuran polifenol dilakukan baik pada biji kakao kering fermentasi maupun pada biji kakao kering non fermentasi. Berdasarkan dari analisis sidik ragam diperoleh bahwa tingkat kematangan buah berpengaruh nyata terhadap kandungan polifenol/ biji kakao kering. Berdasarkan uji Tukey diperoleh bahwa polifenol tertinggi ditemukan pada biji kakao dari buah dengan tingkat kematangan awal (A1) kemudian berturut-turut tingkat kematangan sedang (A2) dan matang penuh (A3). Berdasarkan analisis sidik ragam perlakuan fermentasi berpengaruh nyata terhadap kandungan *polifenol*. Biji kakao non fermentasi mempunyai kandungan *polifenol* yang lebih tinggi (12.73 mg/g in GAE) dibandingkan biji kakao kering fermentasi (4.90 mg/g in GAE).

Penurunan polifenol yang cukup tajam pada biji kakao fermentasi setelah pengeringan sesuai yang dilaporkan oleh (Apriyanto *et al.*, 2016) bahwa pada pengolahan biji kakao sejak dari biji kakao segar sampai menjadi produk kakao, terjadi pengurangan polifenol yang cukup besar ditandai oleh berkurangnya rasa pahit dan sepat. Biji kakao segar mengandung polifenol sekitar 140 mg/g, dipengaruhi oleh varietas dan daerah asal. Setelah mengalami fermentasi dan pengeringan kandungan polifenol turun menjadi 43 mg/g dan setelah mengalami penyangraian kandungan polifenol tinggal 6.46 mg/g. Cortez *et al.* (2023) melaporkan bahwa penurunan polifenol selama pengolahan tidak hanya karena proses oksidasi tetapi juga disebabkan oleh difusi polifenol ke dalam cairan fermentasi.



Data di atas menunjukkan bahwa sekitar 95 % polifenol hilang selama pengolahan. Namun demikian *polifenol* yang tersisa tersebut masih berpotensi sebagai antioksidan, tidak hanya terhadap produknya sendiri tetapi juga bagi kesehatan konsumen. Terdapat interaksi antara tingkat kematangan buah dan fermentasi terhadap *polifenol* biji kakao kering. Pada uji Tukey menunjukkan bahwa interaksi A1B1 dan A2B1 berbeda nyata. Interaksi yang mempunyai rata-rata *polifenol* tertinggi (13.52 mg/g in GEA) adalah A2B1, yaitu tingkat kematangan buah sedang tanpa fermentasi.

#### 4. Gula reduksi

Kandungan total gula di dalam biji kakao setelah pengeringan adalah sangat penting karena berkontribusi dalam pembentukan sejumlah senyawa aroma selama penyangraian. Gula reduksi yang merupakan precursor pembentuk aroma, khususnya senyawa glukosa dirubah selama reaksi Maillard (reaksi karamelisasi) menjadi senyawa-senyawa Amadori yang mengalami perubahan lebih lanjut dalam reaksi selanjutnya dalam pengembangan warna dan flavour atau cita rasa (Afoakwa, 2016).

Perlakuan tingkat kematangan buah (A) berpengaruh terhadap kandungan gula reduksi biji kakao. Berdasarkan uji Tukey diperoleh bahwa semakin matang buah kandungan gula reduksi semakin tinggi, dalam penelitian ini A3 atau tingkat kematangan penuh mempunyai kandungan gula reduksi tertinggi (1.81 %), kemudian berturut-turut masak sedang (1.38 %) dan masak awal (1.24 %). Hal ini sesuai pernyataan (Sudjatha & Wisaniyasa, 2017) bahwa semakin matang buah maka tingkat keasaman menurun dan kandungan gula semakin meningkat, karena pati pada buah matang akan dirombak menjadi senyawa sukrosa, glukosa dan fruktosa.

Tabel 2. Pengamatan prekursor aroma (gula reduksi and asam amino)

Sampel	Gula reduksi (%)	Alanin (%)	Leusin-isoleusir
A1B1	1.43 ± 0.21a	0.68 ± 0.01a	0.54 ± 0.02a
A1B2	1.05 ± 0.12b	0.68 ± 0.02b	0.69 ± 0.08a
A2B1	1.56 ± 0.00a	0.78 ± 0.02c	0.97 ± 0.03b
A2B2	1.20 ± 0.02b	0.89 ± 0.02d	0.65 ± 0.00b
A3B1	1.71 ± 0.10c	0.57 ± 0.04e	0.46 ± 0.05c
A3B2	1.92 ± 0.13d	0.64 ± 0.04f	0.5 ± 0.04c

Ket: Huruf dibelakang angka adalah hasil Uji Tukey, dimana angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada tingkat kepercayaan ( $p < 0.05$ ). A1 = buah masak awal, A2 = buah masak sedang, A3 = buah masak B1= tanpa fermentasi, B2 = fermentasi

Perlakuan fermentasi berpengaruh nyata terhadap gula reduksi biji kakao. Biji non fermentasi mempunyai kandungan gula reduksi yang lebih tinggi (rata-rata 1.56 %) dari pada biji fermentasi (rata-rata 1.39 %), dapat dilihat



pada Tabel 2. Hal ini disebabkan karena menurut (Hinneh *et al.*, 2018) pada biji fermentasi selama terjadi proses fermentasi, maka gula akan diubah menjadi alkohol oleh ragi kemudian alkohol akan dioksidasi menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat. Asam asetat dioksidasi menjadi karbondioksida dan air serta melepaskan panas. Sementara pada biji non fermentasi, proses di atas tidak terjadi.

## 5. Asam Amino

Sebagaimana telah disebutkan di awal bahwa tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tingkat kematangan buah kakao baik yang difermentasi bijinya atau pun tanpa fermentasi terhadap pembentukan prekursor aroma biji kakao. Prekursor merupakan istilah umum yang digunakan untuk menunjuk suatu senyawa atau bahan yang berkontribusi dalam suatu reaksi kimia tertentu yang nantinya menghasilkan suatu komponen baru. Prekursor hanya akan terbentuk selama proses pasca panen misalnya fermentasi. *Pulp* buah kakao didegradasi oleh ragi, bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat yang menghasilkan asam laktat dan asam asetat yang diiringi oleh peningkatan suhu menyebabkan degradasi protein dan karbohidrat yang menghasilkan peptida, asam amino dan gula reduksi. Komponen-komponen inilah yang merupakan prekursor flavor coklat (Kadow *et al.*, 2015). Aroma coklat terbaik biasanya dihasilkan dari biji berkadar asam amino bebas tertinggi, sehingga waktu fermentasi yang menghasilkan asam amino bebas maksimum dapat dianggap merupakan waktu fermentasi optimum.

Peptida dan asam amino hidrofobik bebas, seperti leusin, alanin, fenilalanin dan tirosin, merupakan prekursor yang berkontribusi terhadap pembentukan aroma kakao (Sukha *et al.*, 2017) dan berkembang selama fermentasi melalui proteolisis vicilin-class globulin (VCG) (Janek *et al.*, 2016), yang diinduksi oleh asam asetat dan laktat (Voigt *et al.*, 2016) dan kerjasama aksi aktif dari endoprotease aspartat dan karboksipeptidase yang ada di biji kakao matang dan yang tidak berkecambah. Peptida hidrofilik dan asam amino hidrofobik bebas berkontribusi terhadap aroma melalui reaksinya dengan fruktosa dan glukosa selama pemanggangan. Dalam pulp, sukrosa dihidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa oleh aktivitas invertase ragi, serta dalam biji dengan difusi asam asetat, asam laktat dan etanol, bersama-sama dengan produksi panas. Sekitar 25% asam amino bebas dan 70% glukosa dan fruktosa digunakan. Leusin dan glukosa menghasilkan aroma yang digambarkan sebagai "cokelat manis" (Afoakwa, 2016).

### a. Alanin

Alanin bila bereaksi dengan gula reduksi akan menghasilkan aroma kakao seperti aroma buah, sedap/manis dan aroma bunga (Barišić *et al.*, 2019). Berdasarkan analisa sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan tingkat kematangan buah berpengaruh nyata terhadap kandungan alanine biji kakao. Dari uji Tukey



menunjukkan bahwa semakin matang buah kakao kandungan alanine semakin menurun. Kandungan alanin tertinggi ditemukan pada tingkat kematangan A1 (masak awal). Sedangkan perlakuan fermentasi atau tanpa fermentasi tidak berpengaruh terhadap kandungan alanin biji kakao.

Kandungan alanin dalam penelitian ini jauh lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian (Apriyanto *et al.*, 2017) yang menemukan jumlah alanin sebesar 1.59  $\mu\text{g/g}$  pada biji kakao tanpa fermentasi dan alanine sebesar 1.60  $\mu\text{g/g}$  pada biji kakao fermentasi tanpa pemeraman. Pada penelitian Apriyanto (Apriyanto *et al.*, 2017) terlihat bahwa dengan fermentasi akan menaikkan sedikit jumlah asam amino alanin. Demikian halnya dengan hasil asam amino alanine pada penelitian ini dengan fermentasi akan meningkatkan jumlah alanin dari 0.78 % menjadi 0.89 % pada A2 (masak sedang) dan meningkatkan jumlah alanin dari 0.57 % menjadi 0.64 % pada tingkat kematangan A3 (masak penuh). Sedangkan pada A1(masak awal) kandungan alanine menurun setelah fermentasi yaitu dari 0.68 % menurun menjadi 0.67 % setelah fermentasi. Berdasarkan data penelitian ini, terlihat bahwa kandungan alanin A2 (masak sedang) lebih tinggi dari pada A1 (matang awal) dan A3 (matang penuh). Semakin tinggi kandungan asam amino alanin maka aroma kakao semakin baik karena menurut Barišić *et al.* (2019) alanin bila bereaksi dengan gula reduksi akan menghasilkan aroma buah, sedap/manis dan aroma bunga.

#### **b. Leucine-Isoleucine**

Leucin-isoleucin adalah salah satu asam amino yang terdapat dalam biji kakao *Trinitario* asal Kabupaten Pinrang Sulawesi Selatan. Leucin-isoleucin bila bereaksi dengan gula reduksi akan menghasilkan aroma caramel (Barišić *et al.*, 2019). Berdasarkan analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan tingkat kematangan buah berpengaruh signifikan terhadap kandungan leucine-isoleucine. Berdasarkan uji Tukey, taraf perlakuan yang mengandung asam amino leucine-isoleucine tertinggi adalah tingkat kematangan awal kemudian berturut-turut tingkat kematangan sedang dan tingkat kematangan penuh. Perlakuan Fermentasi atau tanpa fermentasi berpengaruh nyata terhadap kandungan leucine-isoleucine biji kakao. Untuk tingkat kematangan awal dan penuh, biji kakao fermentasi (B2) yang memiliki kandungan leucine-isoleucine yang tinggi. Sedangkan tingkat kematangan sedang, taraf perlakuan tanpa fermentasi (B1) yang memiliki kandungan leucine-isoleucine yang tinggi.

Pada penelitian ini ditemukan bahwa sampel yang memiliki leucine-isoleucine tertinggi terdapat pada taraf perlakuan (masak sedang) tanpa fermentasi (A2B1) yaitu sebesar 0.97 %. Angka ini lebih tinggi dari pada hasil penelitian Hinneh (Hinneh *et al.*, 2018) yaitu 0.279 % (peram 3 hari) dan 0.412 % (peram 7 hari). Semakin tinggi leucin-isoleucin semakin baik aroma kakao. Tingginya asam amino leucine-isoleucin menunjukkan aroma karamel yang tinggi.



## KESIMPULAN

Ditinjau dari tingkat kematangan buah, pH tertinggi adalah 5.65, diperoleh pada buah kakao matang sedang. pH terendah adalah 5.20 diperoleh pada buah kakao matang penuh. Polifenol tertinggi ditemukan pada biji kakao dari buah dengan tingkat kematangan awal kemudian berturut-turut tingkat kematangan sedang dan matang penuh. Buah kakao matang penuh mempunyai kandungan gula reduksi tertinggi (1.8 %), kemudian berturut-turut matang sedang (1.59 %) dan matang awal (1.52 %). Pada penelitian ini dengan proses fermentasi akan meningkatkan jumlah alanin dari 0.78 % (non fermentasi) menjadi 0.89 % (fermentasi). Semakin tinggi kandungan asam amino alanin maka aroma kakao semakin baik, alanine bila bereaksi dengan gula reduksi akan menghasilkan aroma buah, sedap/manis dan aroma bunga. Asam amino leucine-isoleucine tertinggi diperoleh pada buah kakao matang sedang yaitu 0.97 % dan terendah ditemukan pada buah matang penuh (0.45 %). Semakin tinggi leucin-isoleucin semakin baik aroma kakao. Tingkat kematangan yang terbaik untuk dipanen adalah buah matang sedang.

## SARAN

Penelitian selanjutnya yang perlu dilakukan adalah meneliti senyawa volatil dan atribut sensori dari ketiga tingkat kematangan buah, supaya bisa dibandingkan senyawa volatil yang dihasilkan dari 3 tingkat kematangan buah lalu menghubungkannya dengan atribut sensori dari ketiga tingkat kematangan buah tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afoakwa, E. O. 2016. *Chocolate Science and Technology: Second Edition*. In *Chocolate Science and Technology: Second Edition*. <https://doi.org/10.1002/9781118913758>
- AOAC. 2016. *Official Methods of Analysis. 20th ed. Association of Official Analytical Chemists (AOAC)*. <https://www.yumpu.com/en/document/read/65659513/free-download-pdf-official-methods-of-analysis-ofaoac-international-20th-aoac-2016-gigapaper.%0A>
- Apriyanto, M., Sutardi, S., Supriyanto, S., & Harmayani, E. 2017. Amino Acid Analysis Of Cocoa Fermented By High Performance Liquid Chromatography (HPLC). *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 36(2): 156–160. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.v36i02.7962>
- Apriyanto, M., Sutardi, Supriyanto, & Harmayani, E. 2016. Study On Effect Of Fermentation To The Quality Parameter Of Cocoa Bean In Indonesia. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 35(2): 160–163. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.v35i2.10724>
- Barišić, V., Kopjar, M., Jozinović, A., Flanjak, I., Ačkar, Đ., Miličević, B., Šubarić, D., Jokić, S., & Babić, J. 2019.



- The chemistry behind chocolate production. In *Molecules*, 24 (17): 3163. <https://doi.org/10.3390/molecules24173163>
- Beckett, S. T. 2023. Cocoa Bean Processing. In *The Science of Chocolate*. <https://doi.org/10.1039/bk9781788012355-00045>
- Castro-Alayo, E. M., Idrogo-Vásquez, G., Siche, R., & Cardenas-Toro, F. P. 2019. Formation of aromatic compounds precursors during fermentation of Criollo and Forastero cocoa. In *Heliyon* (pp. 5 (1): e01157). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01157>
- Christova-Bagdassrian VL, Chohadjieva D, & Atanassova M. 2014. Total Phenolics and Total Flavonoids, Nitrate Contents and Microbiological Tests in Dry Extract of Bulgarian White Birch Leaves (*Betula pendula*). *Journal Of Advanced Research*, 2(6): 668–674.
- Cortez, D., Quispe-Sanchez, L., Mestanza, M., Oliva-Cruz, M., Yoplac, I., Torres, C., & Chavez, S. G. 2023. Changes In Bioactive Compounds During Fermentation Of Cocoa (*Theobroma cacao*) harvested in Amazonas-Peru. *Current Research in Food Science*, 6: 100494. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100494>
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2021. Statistik Perkebunan Non Unggulan Nasional 2020-2022. Sekretariat Direktorat Jendral Perkebunan.
- Hinne, M., Semanhyia, E., Van de Walle, D., De Winne, A., Tzompa-Sosa, D. A., Scalone, G. L. L., De Meulenaer, B., Messens, K., Van Durme, J., Afoakwa, E. O., De Cooman, L., & Dewettinck, K. 2018. Assessing The Influence Of Pod Storage On Sugar And Free Amino Acid Profiles And The Implications On Some Maillard Reaction Related Flavor Volatiles In Forastero Cocoa Beans. *Food Research International*, 111: 607–620. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.064>
- Janek, K., Niewianda, A., Wöstemeyer, J., & Voigt, J. 2016. The Cleavage Specificity Of The Aspartic Protease Of Cocoa Beans Involved In The Generation Of The Cocoa-Specific Aroma Precursors. *Food Chemistry*, 211: 320–328. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.033>
- Kadow, D., Niemenak, N., Rohn, S., & Lieberei, R. 2015. Fermentation-Like Incubation Of Cocoa Seeds (*Theobroma cacao* L.) - Reconstruction And Guidance Of The Fermentation Process. *LWT*, 62(1): 357–361. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.01.015>
- Linovskaya, N. V., Mazukabzova, E. V., & Kondratyev, N. B. 2019. Scientific And Practical Results Of A Comprehensive Assessment Of Quality Indicators Of Cocoa Processing Products. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-4-213-218>
- Marseglia, A., Musci, M., Rinaldi, M., Palla, G., & Caligiani, A. 2020. Volatile Fingerprint Of Unroasted And Roasted Cocoa Beans (*Theobroma cacao* L.) from Different Geographical Origins. *Food Research International*, 132: 109101. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109101>
- Putra, G. P. G., Sutardi, S., & Kartika, B. 2017. Peranan Perubahan Komponen Prekursor Aroma dan Cita Rasa Biji Kakao Selama Fermentasi Terhadap Cita Rasa Bubuk Kakao yang Dihasilkan. *AgriTech*, 13(4): 13–17.
- Rachmatullah, D., Putri, Nuriza, D., Herianto, Fiki, Harini, & Noor. 2021. Karakteristik Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) Hasil Fermentasi Dengan Ukuran Wadah Berbeda. *Viabel: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*, 15(1): 32–44. <https://doi.org/10.35457/viabel.v15i1.1409>
- Rojas, K. E., García, M. C., Cerón, I. X., Ortiz, R. E., & Tarazona, M. P. 2020. Identification Of Potential Maturity Indicators For Harvesting Cacao. *Heliyon*, 6, e03416. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03416>



- Rosmayati, J., Wandira, A., Cindiansya, C., Anandari, R., Naurah, S., & Fikayuniar, L. 2023. Menganalisis Pengujian Kadar Air Dari Berbagai Simplisia Bahan Alam Menggunakan Metode Gravimetri. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(17): 190–193. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8299996>
- Santoso, A., Fadhillah, P. T., Subaktillah, Y., & Desiana, A. F. 2024. Kajian Pengeringan Alami dan Mekanik Terhadap Karakteristik Mutu Biji Kakao Bulk. *Journal of Food Engineering*, 3(2): 32–41. <https://doi.org/10.25047/jofe.v3i2.4697>
- Septianti, E., Salengke, Langkong, J., Sukendar, N. K., & Hanifa, A. P. 2020. Characteristic Quality of Pinrang's Cocoa Beans During Fermentation Used Styrofoam Containers. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 3(1):10–25. <https://doi.org/10.20956/canrea.v3i1.235>
- Sudjatha, W., & Wisaniyasa, N. W. 2017. Fisiologi dan Teknologi Pascapanen (Buah dan Sayuran). In Udayana University Press.
- Sukha, D. A., Umaharan, P., & Butler, D. R. 2017. The impact of pollen donor on flavor in cocoa. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 142: 13–19. <https://doi.org/10.21273/JASHS03817-16>
- Vincentia, C., Lestari, D., & Magdalena, S. 2021. Selai apel malang (*Mallus sylvestris* Mill) rendah kalori dengan substitusi gula menggunakan stevia. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 10(3): 77–86. <https://doi.org/10.17728/jatp.9254>
- Voigt, J., Janek, K., Textoris-Taube, K., Niewianda, A., & Wöstemeyer, J. 2016. Partial purification and characterisation of the peptide precursors of the cocoa-specific aroma components. *Food Chemistry*, 192: 706–713. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.068>