

Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Sifat Fisik dari Biji Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Klon Sulawesi Satu (S1) dan Klon Sulawesi Dua

Hidayat Rahman¹, Dedie Tooy^{1*}, Thelma Doortje Jane Tuju²

¹*Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian,
Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia*

²*Program Studi Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian,
Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia*

***e-mail korespondensi:** dtooy@unsrat.ac.id¹

e-mail penulis: hidayatrahman744@gmail.com¹, janetuju@unsrat.ac.id²

*The Effect of Fermentation Duration on the Physical Properties of Cacao Beans (*Theobroma Cacao* L) Sulawesi Clone One (S1) and Sulawesi Clone Two*

ABSTRACT

This study aimed to determine the fermentation duration and analyze the physical properties of fermented cocoa beans using an experimental method, followed by descriptive analysis and presentation in tables. The results showed that fermentation of Sulawesi 1 and Sulawesi 2 clones for 4–6 days caused shrinkage in dimensions (length, width, thickness) due to water loss and internal structural changes. In Sulawesi 1, bean length decreased from 21.62 mm (day 4) to 21.07 mm (day 6), width from 12.27 mm to 11.29 mm, and thickness from 8.92 mm to 8.37 mm. Sulawesi 2 showed a similar trend with smaller changes. Geometric diameter (DG) tended to decline on days 5–6, while roundness remained relatively stable (0.31–0.32). Bulk density varied slightly, showing both increases and decreases depending on bean structure. Bean weight increased with fermentation time, both in Sulawesi 1 (156.16 g → 158.43 g) and Sulawesi 2 (161.25 g → 166.89 g). Angle of repose and angle of friction increased on days 5–6, indicating higher cohesion and surface roughness. Moisture content decreased significantly by day 6 (Sulawesi 1: 7.28% → 6.29%; Sulawesi 2: 7.27% → 6.20%), supporting drying and storage quality. Overall, six days of fermentation was more effective in reducing moisture, stabilizing density, increasing weight and cohesion, and improving bean quality. It is therefore recommended as the optimal duration to produce cocoa beans with stable physical properties suitable for post-fermentation processing.

Keywords: *cocoa; Sulawesi clone 1; Sulawesi clone 2; cocoa fermentation.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan lama fermentasi dan menganalisis sifat fisik biji kakao yang telah difermentasi dengan menggunakan metode eksperimen, kemudian dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel. Hasil penelitian ini, fermentasi biji kakao klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 selama 4–6 hari menunjukkan adanya penyusutan dimensi (panjang, lebar, tebal) akibat pelepasan air dan perubahan struktur internal. Pada Sulawesi 1, panjang biji turun dari 21,62 mm (4 hari) menjadi 21,07 mm (6 hari), lebar dari 12,27 mm menjadi 11,29 mm, dan tebal dari 8,92 mm menjadi 8,37 mm. Sulawesi 2 menunjukkan pola

serupa dengan perubahan lebih kecil. Diameter geometri (DG) cenderung menurun pada fermentasi 5–6 hari, sedangkan kebulatan relatif stabil (0,31–0,32). Densitas kamba bervariasi, dengan sedikit peningkatan atau penurunan sesuai perubahan struktur biji. Berat biji meningkat seiring lama fermentasi, baik pada Sulawesi 1 (156,16 g → 158,43 g) maupun Sulawesi 2 (161,25 g → 166,89 g). Sudut curah dan sudut gesek bertambah pada fermentasi 5–6 hari, menunjukkan peningkatan kohesi dan kekasaran permukaan biji. Kadar air menurun signifikan hingga hari ke-6 (Sulawesi 1: 7,28% → 6,29%; Sulawesi 2: 7,27% → 6,20%), mendukung pengeringan dan mutu penyimpanan. Secara keseluruhan, fermentasi 6 hari lebih optimal dalam menurunkan kadar air, meningkatkan stabilitas fisik, dan memperbaiki mutu biji kakao. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan fermentasi 6 hari pada klon Sulawesi 1 dan 2 optimal menurunkan kadar air, menstabilkan densitas, meningkatkan berat serta kohesi biji, sehingga direkomendasikan untuk menghasilkan biji kakao dengan mutu fisik stabil dan sesuai proses pascafermentasi.

Kata kunci: kakao; klon Sulawesi 1; klon Sulawesi 2; fermentasi kakao.

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao*) merupakan komoditas perkebunan penting yang menjadi bahan baku utama industri cokelat dunia. Tanaman ini tumbuh optimal di wilayah tropis seperti Afrika Barat (Pantai Gading, Ghana), Amerika Latin (Ekuador, Brasil), dan Asia Tenggara (Indonesia, Malaysia) (Putri dan Daspar, 2025). Kakao atau lebih dikenal dengan nama cokelat dibutuhkan sebagai salah satu bahan penyedap produksi makanan, kue dan minuman. Selain itu, kakao juga mempunyai keistimewaan sebagai sumber lemak nabati yang sangat dibutuhkan oleh industri pembuat berbagai macam kembang gula, farmasi dan obat kecantikan (Ariyanto, 2006).

Morfologi dari varietas kakao Sulawesi 01 ini biji berbentuk bulat tipis memanjang dan pantat buah runcing (Ruli, 2023). Dengan nilai rata-rata terdapat biji kakao varietas klon Sulawesi 01 (panjang, lebar, tebal) sebesar 20,44 mm, 12,29 mm, 7,52 mm. Menurut Timumu (2022) menunjukkan panjang lebar dan tebal nilai biji kakao varietas Sulawesi 01 memiliki ketebalan sebesar 7,52 mm. Nilai rata-rata diameter aritmatik dan geometri biji kakao varietas Sulawesi 01 yang disajikan pada tabel diatas yaitu rata-rata diameter geometri varietas Sulawesi 01 sebesar 14,03 mm dan 12,32 mm.

Indonesia menempati peringkat ketiga produsen kakao global dengan produksi mencapai 688.677 ton pada 2022, di mana Sulawesi Tengah menjadi penghasil utama 35% produksi nasional (BPS, 2023). Perkebunan kakao berkontribusi signifikan terhadap perekonomian Indonesia, pada 2022, ekspor biji kakao Indonesia mencapai 240.000 ton, dengan nilai ekspor produk olahan (*cocoa butter, powder*) yang terus meningkat 15% per tahun (GAPMMI, 2023). Tantangan utama sektor ini meliputi produktivitas rendah (rata-rata 800 kg/ha vs potensi 1,5 ton/ha), serangan hama PBK (*Conopomorpha cramerella*), dan fluktuasi harga global yang dipengaruhi permintaan industri serta kebijakan negara produsen utama (ICCO, 2023).

Untuk membantu meningkatkan produktivitas biji kakao yang rendah, peneliti tertarik untuk melakukan fermentasi pada biji kakao. Fermentasi adalah proses pembentukan alkohol dan karbondioksida atau asam amino organik dari karbohidrat dengan bantuan mikroorganisme (Dupa et al., 2022). Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu substrat, mikroba, suplai makanan, derajat keasaman (pH), suhu, air (H₂O), kesediaan oksigen (O₂) dan lama fermentasi (Hasanah, 2008). Dalam konteks kakao, fermentasi buah kakao adalah langkah penting di mana biji kakao yang baru dipanen ditempatkan dalam wadah dan dibiarkan

berfermentasi selama beberapa hari untuk mengembangkan rasa, mengurangi kepahitan, dan mengurangi kadar asam, sehingga menghasilkan biji kakao dengan kualitas yang lebih baik untuk diproses menjadi cokelat. Produk cokelat yang bermutu, pasti diperoleh dari serangkaian pengolahan yang baik melalui proses fermentasi, pencucian, pengeringan, sortasi, pengemasan, serta penyimpanan. Proses fermentasi termasuk inti dari proses pengolahan biji kakao yang menentukan cita rasa pada cokelat serta produk olahan yang lain (Maryandini, 2019).

Peranan fermentasi biji kakao ialah menghasilkan rasa cokelat yang lezat, tidak sepat, serta tidak getir dan menambah mutu biji kakao tercantum membetulkan kandungan air, kandungan kulit biji, serta kandungan jamur menyusut. Fermentasi biji kakao secara tradisional biasanya memakai mikroorganisme indigenus. Mikroorganisme itu bisa berbentuk bakteri ataupun ragi yang ada pada buah ataupun pulp kakao yang menghidrolisis senyawa-senyawa pada pulp menjadi senyawa yang beraroma (Manalu, 2016).

Keunikan dalam penelitian ini ada pada fermentasi biji kakao biasanya dilakukan selama 4 hingga 7 hari, tergantung pada kondisi lingkungan dan jenis kakao. Selama fermentasi, biji kakao mengalami serangkaian perubahan biokimia dan mikrobiologi yang penting, seperti penurunan kandungan gula, peningkatan kandungan asam, dan degradasi polifenol. Proses ini tidak hanya mempengaruhi sifat fisik biji kakao tetapi juga kualitas cokelat yang dihasilkan. Oleh karena itu, penting untuk mengkaji sifat fisik biji kakao klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 pada berbagai tahapan fermentasi untuk mengoptimalkan kualitas produk akhir. Tujuan penelitian ini untuk menentukan lama fermentasi dan menganalisis sifat fisik biji kakao yang telah difermentasi.

METODE PENELITIAN

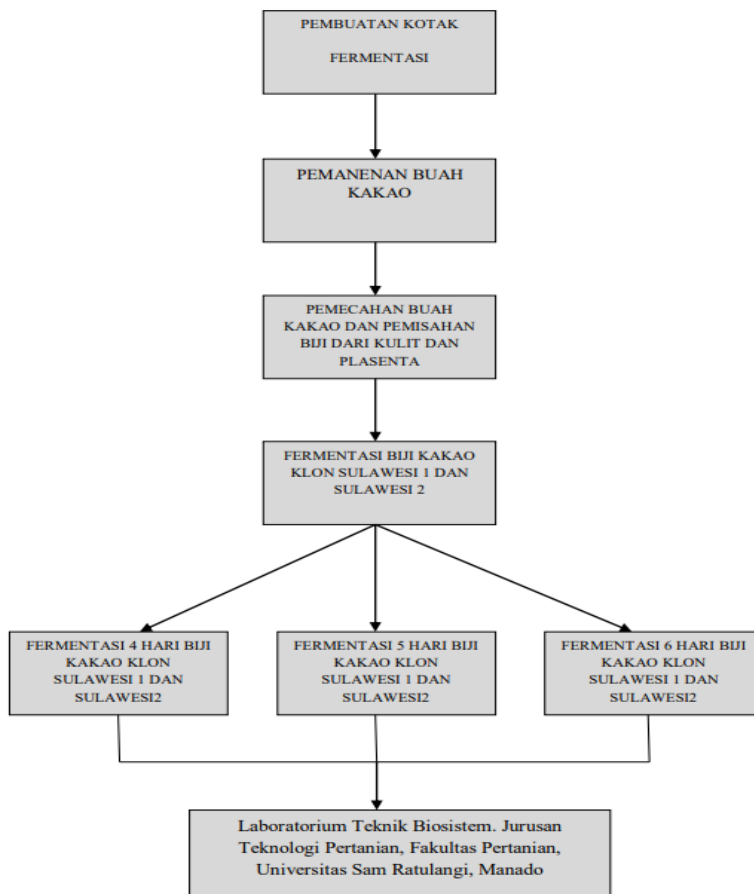
Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah biji Kakao segar Klon Sulawesi 1 (S1) sebanyak 6 kg dan Klon Sulawesi 2 sebanyak 6 kg. Bahan ini diambil dari petani di desa Binjeita, kabupaten Bolaang Mongondow Utara.

Alat yang digunakan adalah fermentor tipe kotak dinding ganda, karung, timbangan analitik KERN ABJ, timbangan digital KERN EW, oven pengering tipe NDO-410, desikator, wadah aluminium foil, gelas ukur, styrofoam, alat pengukur sudut curah, papan triplek, penggaris, alat pengukur sudut gesek, cutter, alat tulis, kamera, jangka sorong dan kaliper.

Prosedur Penelitian

1. Disiapkan 2 kotak fermentasi untuk masing-masing varietas (S1 dan S2) berbahan tripleks (165×70×50 cm), berdinding ganda dengan 15 lubang per sisi dan 10 lubang di alas.
 2. Buah kakao S1 dan S2 dipanen dari petani Desa Binjeita, Bolmong Utara.
 3. Buah dibelah, biji dipisahkan dari kulit dan plasenta menggunakan parang.
 4. Masing-masing kotak diisi 6 kg biji kakao.
 5. Sampel 2 kg diambil pada hari ke-4, ke-5, dan ke-6, kemudian dicuci, disortir, dan dikeringkan.
 6. Biji kering diuji di Laboratorium Teknik Biosistem, Fakultas Pertanian, Unsrat.
- Diagram alir penelitian tersaji dalam Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengamati perubahan sifat fisik biji kakao klon Sulawesi 1 (S1) dan Sulawesi 2 (S2) selama fermentasi 4–6 hari. Hasil menunjukkan fermentasi berpengaruh terhadap dimensi, diameter geometri, densitas kamba, berat biji, sudut curah, sudut gesek, dan kadar air.

Dimensi Biji

Pengukuran dimensi menunjukkan tren penurunan pada panjang, lebar, dan tebal biji seiring lama fermentasi. Pada klon S1, panjang menurun dari 21,62 mm (4 hari) menjadi 21,07 mm (6 hari), lebar dari 12,27 mm menjadi 11,29 mm, serta tebal dari 8,92 mm menjadi 8,37 mm. Klon S2 juga mengalami penurunan, tetapi relatif lebih kecil, misalnya panjang dari 21,29 mm menjadi 20,71 mm (Tabel 1);

Tabel 1. Rata - rata dimensi kakao klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2

Hari Fermentasi	Sulawesi 1			Sulawesi 2		
	Panjang (Mm)	Lebar (Mm)	Tebal (Mm)	Panjang (Mm)	Lebar (Mm)	Tebal (Mm)
4	21,62	12,27	8,92	21,29	11,95	9,05
5	21,13	11,40	9,10	20,76	11,44	8,73
6	21,36	11,88	8,37	21,12	11,76	8,74

Perubahan ini menunjukkan bahwa fermentasi menyebabkan penyusutan ukuran akibat penguraian struktur internal dan pelepasan air. Hal ini penting karena berhubungan dengan kepadatan dan kualitas akhir biji.

Densitas Kamba

Densitas kamba menggambarkan tingkat kepadatan biji dalam volume tertentu. Pada klon S1, densitas naik dari 0,50 g/ml (4 hari) menjadi 0,53 g/ml (6 hari). Klon S2 fluktuatif, dari 0,51 g/ml turun menjadi 0,50 g/ml pada hari ke-5, lalu meningkat menjadi 0,52 g/ml pada hari ke-6 (Tabel 2).

Tabel 2. Densitas kamba (bulk density) biji kakao klon Sulawesi 1 Fermentasi 4,5,6 hari

Hari Fermentasi	Ulangan	Sulawesi 1			Sulawesi 2		
		Berat Sampel	Volume Wadah (ml)	Densitas Kamba	Berat Sampel	Volume Wadah (ml)	Densitas Kamba
4	1	98,21	200	0,49	99,23	195	0,51
	2	91,44	190	0,48	98,43	210	0,47
	3	99,51	190	0,52	108,52	200	0,54
Rata-Rata		96,39	193,33	0,50	102,06	201,67	0,51
5	1	97,62	180	0,54	98,53	220	0,45
	2	102,32	210	0,49	102,77	190	0,54
	3	98,11	200	0,49	99,97	200	0,50
Rata-Rata		99,35	196,67	0,51	100,42	203,33	0,50
6	1	103,23	210	0,49	107,43	210	0,51
	2	110,45	210	0,53	109,78	220	0,50
	3	112,54	200	0,56	115,98	215	0,54
Rata-Rata		108,74	206,67	0,53	111,06	215,00	0,52

Peningkatan densitas mengindikasikan biji lebih padat akibat pengurangan rongga antarbiji, sedangkan penurunan sementara menunjukkan adanya degradasi pulp yang menghasilkan ruang kosong. Variasi ini erat kaitannya dengan aktivitas mikroorganisme selama fermentasi.

Berat 100 Biji

Berat biji cenderung meningkat seiring lama fermentasi. Pada S1, berat 100 biji naik dari 156,16 g (4 hari) menjadi 158,43 g (6 hari). Pada S2, peningkatan lebih besar yaitu dari 161,25 g menjadi 166,89 g (Tabel 3).

Kenaikan berat ini menunjukkan proses enzimatik dan pemadatan struktur biji lebih optimal pada fermentasi lebih lama. Perbedaan antar klon menandakan bahwa S2 lebih responsif terhadap fermentasi, menghasilkan biji lebih berat.

Sudut Curah

Sudut curah meningkat pada fermentasi 5 dan 6 hari, menunjukkan kohesi antarbiji semakin kuat. Pada S2, sudut curah di ketinggian 20 cm naik dari 22,35° (4 hari) menjadi 27,15° (6 hari). Pola serupa terlihat pada S1, meskipun peningkatannya lebih kecil (Tabel 4).

Peningkatan ini menandakan fermentasi memperkuat ikatan antarbiji, sehingga stabilitas tumpukan semakin baik. Parameter ini penting untuk desain penyimpanan dan transportasi biji kakao.

Tabel 3. Berat biji kakao fermentasi 4,5,6 hari klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2

Varietas	Hari Fermentasi	Berat (Gr)
Sulawesi 1	4	156,16
	5	156,52
	6	158,43
Sulawesi 2	4	161,25
	5	164,06
	6	166,89

Tabel 4. Rata-rata nilai sudut curah biji kakao klon Sulawesi 1 dan 2 Fermentasi 4,5,6 hari

Hari Fermentasi	Sulawesi 1		Sulawesi 2	
	Ketinggian (cm)	Sudut Curah ($^{\circ}$)	Ketinggian (cm)	Sudut Curah ($^{\circ}$)
4	20	20,80	20	22,35
	25	14,22	25	19,61
	30	9,61	30	12,68
5	20	20,96	20	26,79
	25	14,62	25	20,16
	30	12,22	30	15,97
6	20	22,31	20	27,15
	25	17,90	25	20,35
	30	14,76	30	16,63

Sudut Gesek

Sudut gesek juga meningkat pada kedua klon. S1 naik dari 31,69° (4 hari) menjadi 33,28° (6 hari), sedangkan S2 dari 32,11° menjadi 33,59° (Tabel 5).

Peningkatan ini berkaitan dengan perubahan permukaan biji yang semakin kasar dan kering akibat pengurangan kadar air. Biji dengan sudut gesek tinggi cenderung lebih sulit bergeser, yang berpengaruh pada pengolahan mekanis pascapanen.

Tabel 5. Nilai rata-rata sudut gesek biji kakao Klon Sulawesi 1 dan 2 Fermentasi 4,5,6 hari

Varietas	Hari Fermentasi	Panjang Alas	Tinggi Atas	Sudut Gesek	Arctan	Derajat
Sulawesi 1	4	50	30,88	0,62	0,55	31,69
	5	50	33,12	0,66	0,59	33,52
	6	50	32,82	0,66	0,58	33,28
Sulawesi 2	4	50	31,38	0,63	0,56	32,11
	5	50	32,86	0,66	0,58	33,31
	6	50	33,22	0,66	0,59	33,59

Kadar Air

Kadar air menurun signifikan selama fermentasi. Pada S1, kadar air turun dari 7,28% (4 hari) menjadi 6,29% (6 hari), sedangkan pada S2 turun dari 7,27% menjadi 6,20% (Tabel 6 dan 7). Penurunan ini disebabkan meningkatnya suhu akibat aktivitas mikroba serta proses penguapan air. Kadar air yang rendah sangat penting karena mempermudah pengeringan, mencegah pertumbuhan jamur, dan meningkatkan mutu penyimpanan.

Tabel 6. Kadar air awal dan kadar air akhir biji kakao klon Sulawesi 1 fermentasi 4,5,6 hari

Hari Fermentasi	Kadar Air Awal	Ulangan	Berat Awal	Berat Akhir	Kadar Air Akhir
4	47,73	1	3,2490	3,0156	7,1837
		2	3,3128	3,0683	7,3805
		3	3,1053	2,8787	7,2972
Rata-Rata					7,2871
5	46,96	1	3,2114	2,9878	6,9627
		2	3,0982	2,8765	7,1558
		3	3,1164	2,8937	7,1461
Rata-Rata					7,0882
6	42,38	1	3,1860	2,9848	6,3151
		2	3,1641	2,9815	5,7710
		3	2,8290	2,6368	6,7939
Rata-Rata					6,2933

Tabel 7. Kadar air awal dan kadar air akhir biji kakao klon Sulawesi 2 fermentasi 4,5,6 hari

Hari Fermentasi	Kadar Air Awal	Ulangan	Berat Awal	Berat Akhir	Kadar Air Akhir
4	46,83	1	3,0616	2,8384	7,2903
		2	3,1443	2,9160	7,2608
		3	2,9781	2,7522	7,5854
Rata-Rata					7,2699
5	40,21	1	3,2974	3,0678	6,9631
		2	3,0788	2,8649	6,9475
		3	2,9302	2,7467	6,2624
Rata-Rata					6,7243
6	46,78	1	3,1167	2,9209	6,2823
		2	3,0688	2,8868	5,9307
		3	3,1185	2,9197	6,3749
Rata-Rata					6,1959

KESIMPULAN

Fermentasi selama 6 hari klon Sulawesi 1 dan Sulawesi 2 secara umum memberikan hasil terbaik dalam menurunkan kadar air, meski disertai penurunan dimensi fisik biji. Penurunan dimensi, densitas yang lebih stabil, dan peningkatan berat biji serta kohesi antarbiji menunjukkan pada fermentasi 6 hari telah cukup mematangkan biji dari segi fisik. Oleh karena itu, fermentasi selama 6 hari direkomendasikan untuk memperoleh biji kakao dengan mutu fisik lebih stabil, kadar air lebih rendah, dan karakteristik yang sesuai untuk proses pascafermentasi berikutnya seperti pengeringan dan penyangraian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, H. 2006. Budidaya Tanaman Perkebunan. PT. Citra Aji Parama: Yogyakarta.
- BPS. 2023. Statistik Kakao Indonesia 2023. Badan Pusat Statistik, Indonesia

- Dupa, E. C., J. T. Thelma ., dan M. L. Tineke. 2022. Effect of mixing black glutinous rice and white glutinous rice (*Oryza glutinosa*) on physicochemical properties of alcoholic beverages from tape. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*. 3(2): 279-286.
- GAPMMI. 2023. Laporan Industri Olahan Kakao. Gabungan Pengusaha Makanan dan Minuman Indonesia.
- Hasanah, H. 2008. Pengaruh Lama Fermentasi pada Proses Pembuatan Sweet Konsentrasi Gula dan Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol Tape Ketan Hitam dan Tape Singkong. Disertasi Doktor. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- ICCO. 2023. Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics. International Cocoa Organization. Dilihat pada 6 September 2025, << https://www.icco.org/wp-content/uploads/Production_QBCS-XLIX-No.-4.pdf>>
- Manalu, L, P. 2016. Kajian Peran Riset dan Pengembangan Dalam Mendukung Industri Kakao Nasional. *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*. 10(1): 19-26.
- Maryandini, A., A. Basri., dan C. S. Titi. 2019. Peningkatan Kualitas Biji Kakao (*Theobroma cacao* L) Melalui Fermentasi Menggunakan *Lactobacillus* sp. dan *Pichia kudriavzevii*. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*. 6(1): 11-19.
- Putri, A. S., dan Daspar. 2025. Analisa Peluang dan Ancaman Tantangan Perdagangan Produk Perkebunan Indonesia dalam Meningkatkan Posisi Global di Apec: Studi Kasus pada Perdagangan Kakao Ke Chile. *Musytari : Jurnal Manajemen, Akuntansi, dan Ekonomi*, 19(20), 71–80.
- Ruli, K., W. Yuyun., dan D. B. Hendrikus. 2023. PKM Pemanfaatan Cocopeat Untuk Media Tanam Pada Pembibitan Kakao. *Mitra Mahajana: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 4(3). 202-208.
- Timumu, F., I. A. Longdong., dan L. C. C. E. Lengkey. 2022. Penentuan Sifat Fisik Biji Kakao Varietas Klon 45 dan Sulawesi 01 di Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *Jurnal Teknologi Pertanian (Agricultural Technology Journal)*, 13(2), 87-94.