



eISSN: 2685-3604
pISSN: 2685-3590

Journal of Tropical AgriFood

Vol. 8 No. 3, September 2026



TABLE OF CONTENTS

194–201	Kadar kalsium, protein, dan gula reduksi pangan fungsional crackers mocaf dengan substitusi tepung ikan gabus
202–212	Development of Android application for coffee roast level classification using CNN mobilenetv3 based on digital image analysis
213–223	Daya saing dan kinerja ekspor sarang burung walet Indonesia di pasar internasional
224–236	Peran kelembagaan kelompok tani dalam strategi pengembangan usahatani tembakau di Kabupaten Gresik
237–243	Kadar gula reduksi, kadar abu, dan tekstur crackers bebas gluten berbahan mocaf dengan penambahan tepung seledri
244–252	Kadar kalsium, fosfor, dan aktivitas antioksidan crackers mocaf dengan penambahan tepung seledri
253–262	Analisis persediaan bahan baku agroindustri kecap di CV Jeruk Pecel Tulen Surabaya
263–272	Kontribusi budidaya sayur terhadap pendapatan dan kesejahteraan rumah tangga: Studi kasus Program Pekarangan Pangan Lestari (P2L) Pari Mandiri Kota Madiun
273–286	Keberlanjutan usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang
287–293	Analisis optimalisasi pemesanan bahan baku pepaya merah dengan pendekatan Material Requirement Planning pada agroindustri koktail buah

SCAN ME



Issue Link:

https://e-journals.unmul.ac.id/index.php/JTAF/issue/view/JTAF_v8i3_2026

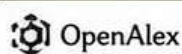


Published by
Department of Agricultural Products Technology,
Faculty of Agriculture, Mulawarman University

Jointly with Indonesian Association of Food Technologists (PATPI).



Indexed By



EDITOR-IN-CHIEF

Prof. Dr. Ir. Krishna Purnawan Candra, M.S.

Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian
Mulawarman University, Indonesia

EDITORIAL ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Ir. Elisa Julianti, M.Si.

Teknologi Hasil Pertanian — Universitas Sumatera Utara, Indonesia

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.

Teknologi Hasil Pertanian — Universitas Lampung, Indonesia

Prof. Dr. Teti Estiasih, STP, MP

Teknologi Hasil Pertanian — Universitas Brawijaya, Indonesia

Prof. Dr. Nanik Suhartatik, S.TP., M.P.

Teknologi Pangan dan Informatika — Universitas Slamet Riyadi (UNISRI), Indonesia

Dr. Helen Cynthia Dewi Tuhumury, S.P., M.FoodSc.

Teknologi Hasil Pertanian — Universitas Pattimura, Indonesia

BOARD OF EDITOR

Prof. Dr. Ir. Bernatal Saragih, S.P., M.Si., IPU

Department of Agricultural Product Technology — Mulawarman University, Indonesia

Dr. Sukmiyati Agustin, S.TP., M.Si.

Department of Agricultural Product Technology — Mulawarman University, Indonesia

Sulistyo Prabowo, S.TP., M.P., M.PH., Ph.D.

Department of Agricultural Product Technology — Mulawarman University, Indonesia

Dr. Aswita Emmawati, S.TP., M.Si.

Department of Agricultural Product Technology — Mulawarman University, Indonesia

Dr. Ir. Miftakhur Rohmah, S.P., M.P.

Department of Tropical Agriculture — Mulawarman University, Indonesia

Dr. Ir. Hadi Suprpto, S.P., M.P., IPM

Department of Agricultural Product Technology — Mulawarman University, Indonesia

Agustu Sholeh Pujokaroni, S.TP., M.Sc., Ph.D.

Department of Agricultural Product Technology — Mulawarman University, Indonesia

Dra. Yuliani, M.P.

Department of Agricultural Product Technology — Mulawarman University, Indonesia

JOURNAL WEB MANAGER

Helmi Mawardi, S.T.

Tropical Rainforest Biological Resources Unit
Mulawarman University, Indonesia

PUBLISHER & EDITORIAL OFFICE

Jointly published by:

Agricultural Products Technology Department, Mulawarman University, Indonesia

and

Indonesian Association of Food Technologists (PATPI)

Jl. Tanah Grogot, Kampus Gunung Kelua, Samarinda, East Kalimantan 75119

Phone: +62 812 5363 4777

E-mail: jtaf@faperta.unmul.ac.id | jtropicalagrifood@gmail.com



JTAF

Journal of Tropical AgriFood

TABLE OF CONTENTS

Volume 8 Number 3 • September 2026

Kadar kalsium, protein, dan gula reduksi pangan fungsional crackers mocaf dengan substitusi tepung ikan gabus <i>Aprilia Bunga Lestari, Eni Purwani, Pramudya Kunia</i>	194-201
Development of Android application for coffee roast level classification using CNN mobilenetv3 based on digital image analysis <i>Isran Mohamad Pakaya, Radi Radi, Agus Dharmawan, Melda Nurmaisari</i>	202-212
Daya saing dan kinerja ekspor sarang burung walet Indonesia di pasar internasional <i>Rini Nilamsari, Sri Tjondro Winarno, Nuriah Yulianti</i>	213-223
Peran kelembagaan kelompok tani dalam strategi pengembangan usahatani tembakau di Kabupaten Gresik <i>Luthfiyah Luthfiyah, Mubarakah Mubarakah, Taufik Setyadi</i>	224-236
Kadar gula reduksi, kadar abu, dan tekstur crackers bebas gluten berbahan mocaf dengan penambahan tepung seledri <i>Mauliddina Adinda Putri Indah Pakerti, Eni Purwani, Aan Sofyan</i>	237-243
Kadar kalsium, fosfor, dan aktivitas antioksidan crackers mocaf dengan penambahan tepung seledri <i>Rissa Ardiana, Eni Purwani, Aan Sofyan</i>	244-252
Analisis persediaan bahan baku agroindustri kecap di CV Jeruk Pecel Tulen Surabaya <i>Nafikur Rohman, Mubarakah Mubarakah, Taufik Setyadi</i>	253-262
Kontribusi budidaya sayur terhadap pendapatan dan kesejahteraan rumah tangga: Studi kasus Program Pekarangan Pangan Lestari (P2L) Pari Mandiri Kota Madiun <i>Lintang Sovia Nanda, Nuriah Yulianti, Prasmita Dian Wijayati</i>	263-272
Keberlanjutan usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang <i>Femas Agung Pratama, Dona Wahyuning Laily, Nisa Hafi Idhoh Fitriana</i>	273-286
Analisis optimalisasi pemesanan bahan baku pepaya merah dengan pendekatan Material Requirement Planning pada agroindustri koktail buah <i>Putri Serly Virnanda, Sri Widayanti, Risqi Firdaus Setiawan</i>	287-293



Purpose. This page is a concise technical baseline for regular JTAF manuscripts. It is not a replacement for the current online Author Guidelines.

File & page setup	Microsoft Word; A4 paper; margins 3.0 cm on all sides.
Typeface & spacing	Times New Roman / Times Roman family, 12 pt; double-spaced text.
Line numbering	Use continuous line numbering throughout the manuscript.
Title	Maximum 20 words.
Authors	Provide author names, affiliations/addresses, and corresponding-author e-mail.
Abstract	Maximum 250 words; concise background, method, and principal result/conclusion.
Keywords	Maximum 5 keywords.
Research Article structure	Introduction; Materials and Methods; Results and Discussion; Conclusion; References.
Results & Discussion	A combined “Results and Discussion” section is acceptable; separate Results and Discussion headings are not mandatory.
Review Article	Use a flexible review-article structure appropriate to the topic; do not force the Research Article heading structure.
Figures & tables	Place illustrations, figures and tables at the appropriate points within the text.
Graphs	Prepare graph source files in Microsoft Excel or SigmaPlot when applicable.
Citations & references	Use Elsevier - Harvard (with title) style; a reference manager such as Mendeley, Zotero or EndNote is recommended.

ITEMS INTENTIONALLY NOT HARD-CODED IN THIS FRONT-MATTER BASELINE

Bilingual title/abstract requirements; minimum number or recency ratio of references; exact visual styling of titles, authors, headings, tables and figures; and other details not locked in the current technical baseline.

SUBMISSION & POLICY

Authors should consult the current JTAF Submissions/Author Guidelines and submit through the journal’s online submission system. Current online policy takes precedence whenever this summary differs from the website.

KADAR KALSIUM, PROTEIN, DAN GULA REDUKSI PANGAN FUNGSIONAL CRACKERS MOCAF DENGAN SUBSTITUSI TEPUNG IKAN GABUS

Calcium, Protein, and Reducing Sugar Content of Functional Mocaf Crackers with Snakehead Fish Flour Substitution

Aprilia Bunga Lestari*, Eni Purwani, Pramudya Kunia

Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jalan Ahmad Yani, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah.

**)Penulis korespondensi: apriiabungalestari2018@gmail.com*

Submisi: 2.4.2026; Revisi: 15.4.2026; Penerimaan: 15.4.2026; Publikasi: 1.9.2026
Dipublikasikan online: 4.7.2026

ABSTRAK

Mocaf potensial dikembangkan sebagai bahan baku *crackers* fungsional yang bebas gluten berbasis bahan lokal pengganti tepung terigu. Substitusi tepung ikan gabus diharapkan akan meningkatkan kadar protein dan kalsium pada *crackers* fungsional di samping untuk menghasilkan produk pangan rendah gula sebagai antisipasi risiko kesehatan, terutama terjadinya karies gigi. Penelitian ini bertujuan mendapatkan formula *crackers* fungsional berbahan baku mocaf dengan mengaplikasikan substitusi tepung ikan gabus didalamnya. Penelitian ini merupakan penelitian tunggal (substitusi tepung ikan gabus) yang disusun dalam rancangan acak lengkap. Substitusi tepung tulang ikan gabus yang dicobakan adalah 0, 10, 15, dan 20%. Parameter yang diamati adalah kadar kalsium, protein dan gula reduksi. Data dianalisis dengan uji Kruskal-Wallis dilanjutkan dengan uji Dunn. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan gabus sampai dengan 20% berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kadar kalsium, protein, dan gula reduksi. Kadar kalsium dan protein tertinggi terdapat pada substitusi 20%, sedangkan gula reduksi cenderung menurun namun tidak berbeda signifikan antar perlakuan 0% dan 10%. *Crackers* mocaf dengan substitusi tepung ikan gabus berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional kaya akan kalsium, rendah gula, dan bebas gluten yang mendukung pertumbuhan gigi balita dan sebagai alternatif diet.

Kata kunci : Crackers mocaf, tepung ikan gabus, kalsium, protein, gula reduksi

ABSTRACT

Mocaf has the potential to be developed as a raw material for functional gluten-free crackers based on local ingredients instead of wheat flour. The substitution of snakehead fish flour is expected to increase the protein and calcium levels in functional crackers, in addition to producing low-sugar food products in anticipation of health risks, especially the occurrence of dental caries. This study aimed to obtain a functional cracker formula made from mocaf by applying snakehead fish flour substitution. This study was a single study (snakehead fish meal substitution) compiled using a completely random design. The substitution levels of snakehead fish bone meal were 0, 10, 15, and 20%. The parameters observed were calcium, protein, and reduced sugar levels. Data were analyzed using the Kruskal-Wallis test, followed by Dunn's test. The results showed that the substitution of snakehead fish meal up to 20% had a significant effect ($p < 0.05$) on calcium, protein, and sugar levels. The highest calcium and protein levels were found in the 20% substitution, while the reduction in sugar tended to decrease, but there was no significant difference between the 0% and 10% treatments. Mocaf crackers with snakehead fish meal substitution have the potential to be developed as a functional food rich in calcium, low in sugar, and gluten-free, supporting the growth of toddler teeth and as a dietary alternative.

Keywords: Mocaf crackers, snakehead fish flour, calcium, protein, reducing sugar

PENDAHULUAN

Pertumbuhan gigi adalah aspek penting dalam perkembangan anak usia 6 bulan hingga 3 tahun ketika gigi susu muncul dan berfungsi dalam pengunyahan, pengucapan, serta sebagai dasar untuk gigi permanen (Salfiyadi et al., 2022). Pertumbuhan gigi mengacu pada proses erupsi gigi yaitu pergerakan gigi ke arah rongga mulut secara terus menerus diawali ketika gigi masih di dalam tulang rahang dan dimulai segera setelah mahkota terbentuk. Faktor penting yang memengaruhi erupsi gigi adalah asupan zat gizi, termasuk kalsium, fosfor, protein, dan vitamin D. Kekurangan zat-zat ini dapat menghambat pertumbuhan gigi, memperlambat erupsi, dan menyebabkan kerusakan gigi seperti karies (Kartika et al., 2021; Purnamasari et al., 2023). Zat tersebut terkandung dalam pangan lokal seperti susu dan ikan gabus, yang dapat diolah menjadi produk pangan fungsional untuk mendukung pertumbuhan gigi (Najmi et al., 2024; Silaban, 2024).

Menurut Peraturan Badan POM No.HK.00.05.52.0685 tahun 2005, pasal 1 ayat 3, pangan fungsional adalah pangan olahan yang mengandung komponen fungsional dengan fungsi fisiologis tertentu, terbukti aman dan bermanfaat bagi kesehatan. Konsumsi pangan fungsional secara teratur dapat memberikan dampak positif bagi kesehatan manusia (Abbas, 2020). Produk pangan fungsional yang dapat dijadikan untuk mendukung pertumbuhan gigi, salah satunya adalah *crackers*.

Crackers adalah makanan ringan populer di berbagai kalangan usia, dikenal karena bentuk dan rasa yang bervariasi. *Crackers* memiliki tekstur renyah dan ringan, *crackers* juga mudah hancur dan dipegang, menjadikannya sebagai pilihan ideal sebagai *finger food* untuk balita (Artina et al., 2023; Reddy et al., 2019).

Secara umum, *crackers* terbuat dari tepung terigu yang diproses melalui fermentasi dengan menambahkan ragi instan. Pada proses ini protein glutenin dan gliadin memberikan kelenturan pada adonan. Namun, konsumsi gluten dapat menyebabkan gangguan sistem imun dan reaksi alergi. Selain itu, tingginya konsumsi tepung terigu

berdampak pada ketahanan pangan karena indeks glikemiknya yang tinggi (55-59) menunjukkan risiko kesehatan jika dikonsumsi berlebihan (Finani dan Putra, 2023; Jamlean et al., 2022; Olagunju et al., 2018; Reddy et al., 2019). Oleh karena itu, diperlukan inovasi dengan memanfaatkan bahan baku alternatif seperti singkong yang diolah menjadi tepung MOCAF yang memiliki sifat mirip tepung terigu untuk mengurangi ketergantungan pada tepung terigu dan kandungan gluten pada produk makanan (Matita et al., 2024; Rahman et al., 2021).

Tepung mocaf (*modified cassava flour*) merupakan produk tepung singkong yang diolah melalui modifikasi sel dengan fermentasi menggunakan enzim mikroba. Proses fermentasi dapat meningkatkan viskositas, daya rehidrasi, dan kemampuan melarut, serta menghasilkan tekstur halus, warna putih cerah, dan aroma khas. Selain itu, fermentasi menurunkan kadar glikosida sianogenik yang dapat menghasilkan asam sianida (HCN) beracun dan mengurangi oligosakarida penyebab flatulensi, menjadikan mocaf lebih unggul dibandingkan tepung singkong biasa (Anindita et al., 2019; Palupi et al., 2015; Rahman et al., 2021).

Pada penelitian Fransiska et al., (2019) menunjukkan bahwa kadar protein tepung MOCAF dalam 100 g hanya 0,19 g, lebih rendah dibandingkan tepung terigu dan tepung singkong, sehingga perlu penambahan sumber protein seperti susu pada *crackers*. Sedangkan, 100 g susu sapi segar mengandung 3,2 g protein, 143 mg kalsium, dan 60 mg fosfor yang penting untuk pertumbuhan gigi. Namun, susu juga mengandung laktosa yang dapat difermentasi oleh bakteri, berpotensi menyebabkan kerusakan gigi seperti karies gigi (Najmi et al., 2024; Suciati dan Safitri, 2021).

Selain susu, ikan gabus dapat ditambahkan untuk meningkatkan kadar protein pada *crackers* karena kaya akan protein dan albumin, dengan 100 g ikan gabus mengandung 20 g protein (Nadimin dan Lestari, 2019; Silaban, 2024). Untuk mendukung pertumbuhan gigi anak, *crackers*

yang baik harus mengandung zat gizi penting seperti kalsium dan protein, serta memperhatikan kandungan gula reduksi yang dapat merusak gigi.

Sebagai mineral utama tubuh, kalsium berperan penting dalam pembentukan, pemeliharaan, dan pencegahan kerusakan gigi. Defisiensi kalsium pada anak-anak dapat menghambat pertumbuhan tulang dan gigi. Selain itu, protein mendukung regenerasi dan perbaikan jaringan yang diperlukan untuk kesehatan gigi, dan kekurangan protein dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan serta keterlambatan erupsi gigi (Normansyah et al., 2022). Gula reduksi adalah gula yang memiliki kemampuan untuk mereduksi zat lain. Kemampuan ini berasal dari adanya gugus aldehida atau keton bebas dalam strukturnya, contohnya glukosa, fruktosa, laktosa, dan maltosa (Wilberta et al., 2021). Pengurangan konsumsi makanan dan minuman tinggi gula menjadi langkah penting dalam pencegahan karies (Nazri dan Rumiati, 2021). Dalam penelitian Efrianty, (2020) menunjukkan bahwa semakin tinggi anak yang mengonsumsi makanan yang mengandung sukrosa atau glukosa, maka akan semakin tinggi indeks karies giginya.

Meskipun mocaf, susu sapi segar, dan ikan gabus masing-masing telah banyak diteliti sebagai sumber zat gizi, hingga saat ini belum terdapat penelitian yang mengkaji secara komprehensif pengaruh substitusi tepung ikan gabus pada *crackers* berbasis mocaf dengan penambahan susu sapi segar terhadap kadar kalsium, protein, dan gula reduksi yang berkaitan dengan pertumbuhan dan kesehatan gigi anak. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendesain produk *crackers* yang kaya akan kalsium, protein, tetapi rendah gula sebagai pangan fungsional alternatif berbasis bahan lokal, yaitu mocaf dan tepung ikan gabus.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan gabus yang diperoleh dari Pasar Ikan Balekambang, Banjarsari, Surakarta. Bahan produksi *crackers* meliputi tepung mocaf (Setia, CV. Setia Berkah Abadi. Bogor, Indonesia), margarin (Forvita, PT. Bima Karya Prima. Jakarta), gula (Gulaku,

PT. Sweet Indolampung. Tulang Bawang, Lampung), garam (Daun jati, CV. Inti Murni Jaya. Banyumas), ragi (Fermipan, PT. Sangra Ratu Boga. Jakarta), *baking powder* (R&W, CV. Karya Anugerah. Sidoarjo), dan Susu sapi segar yang diperoleh dari Kios Susu Segar Boyolali, Gonilan, Kartasura, Sukoharjo. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis kimia meliputi bahan uji kadar kalsium yaitu aquadest, H_2SO_4 , HNO_3 , lantanum oksida, dan sampel *crackers*. Bahan uji kadar protein terdiri atas sampel produk *crackers*, K_2SO_4 , $CuSO_4$, H_2SO_4 , aquades, NaOH, HCl, serta indikator fenolftalein. Sementara itu, bahan uji kadar gula reduksi meliputi sampel *crackers* mocaf berbahan susu dan ikan gabus, larutan Carrez I dan Carrez II, larutan Luff-Schoorl, batu didih, H_2SO_4 , KI, larutan natrium tiosulfat, serta indikator kanji.

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas empat perlakuan substitusi tepung ikan gabus, yaitu 0, 10, 15/, dan 20%, masing-masing dilakukan dalam dua kali ulangan. Parameter yang diamati adalah kadar kalsium, protein dan gula reduksi. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Anova on Rank* (uji Kruskal-Wallis) karena data tidak memenuhi syarat untuk uji parametrik (ANOVA), yaitu tidak berdistribusi tidak normal dan/atau perlakuan-perlakuannya mempunyai keragaman yang tidak homogen. Setelah *Anova on Rank*, analisis statistika dilanjutkan dengan uji *post-hoc* Dunn untuk mengetahui perbedaan antar kelompok perlakuan.

Prosedur Penelitian

Proses Pembuatan Tepung Ikan Gabus

Proses pembuatan tepung ikan gabus menggunakan modifikasi metode Fatmawati dan Mardiana, (2014) yang diawali dengan penyiapan alat dan bahan. Ikan gabus dibersihkan dengan membuang sisik, insang, dan isi perut, kemudian dicuci hingga bebas dari darah dan lendir. Ikan yang telah bersih ditiriskan, ditimbang, dan dikukus selama ± 50 menit. Setelah itu, ikan didinginkan, kemudian dilakukan pemisahan daging dari kulit dan tulang. Daging ikan disuir-suir dan

dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 50 °C selama ± 4 jam. Selanjutnya, ikan kering dihaluskan menggunakan *grinder* hingga menjadi tepung, kemudian diayak menggunakan ayakan ukuran 80 mesh untuk memperoleh tepung ikan gabus yang homogen.

Proses Pembuatan Crackers

Proses pembuatan *crackers* mocaf menggunakan modifikasi dari penelitian Batista et al., (2019) diawali dengan penyiapan alat dan bahan yang diukur sesuai kebutuhan. Seluruh bahan dicampur dan diuleni hingga adonan kalis. Adonan difermentasi selama 30 menit dan dipipihkan dengan ketebalan ± 2 mm menggunakan *noodle maker* serta dipotong berbentuk persegi berukuran ± 3 cm dan permukaannya ditusuk menggunakan garpu. Proses pemanggangan dilakukan dalam oven pada suhu 150 °C selama 35 menit.

Komposisi bahan dalam pembuatan *crackers* mocaf pada penelitian ini merupakan modifikasi dari penelitian Ramadhani et al. (2022) yang terdiri dari 40 g margarin, 3 g gula, 2 g garam, 2 g ragi, 0,2 g *baking powder*, dan 55 mL susu sapi segar. Tepung yang digunakan adalah tepung mocaf (TM), dan tepung ikan gabus (TG). Variasi komposisi tepung yang digunakan terdiri dari P0 (100 g TM), P1 (90 g TM dan 10 g TG), P2 (85 g TM dan 15 g TG), serta P3 (80 g TM dan 20 g TG).

Prosedur Analisis

Analisis kimia dilakukan untuk menentukan kadar kalsium, protein, dan gula

reduksi pada sampel *crackers* MOCAF. Kadar kalsium dianalisis menggunakan spektrometer emisi optik plasma terinduksi (ICP-OES) sesuai prosedur karakterisasi mineral yang umum digunakan (Szymczycha-Madeja et al., 2021). Kadar protein ditentukan menurut Lestari et al., (2025), dengan metode *Kjeldahl*, yaitu teknik analisis nitrogen yang diakui secara internasional untuk mengestimasi kandungan protein berdasarkan total nitrogen sampel dengan faktor konversi sebesar 5,7. Sedangkan kadar gula reduksi diukur menurut Raudhatul dan Rahadian, (2025) menggunakan metode *Luff-Schoorl*, yaitu metode titrimetri yang menilai kemampuan gula pereduksi dalam mereduksi ion tembaga pada larutan alkali. Setiap sampel dianalisis secara duplo untuk memperoleh data yang akurat dan representatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia

Substitusi tepung ikan gabus berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar kalsium, protein, dan gula reduksi *crackers* MOCAF (Tabel 1).

Kadar Kalsium

Secara umum, kadar kalsium *crackers* mocaf secara signifikan meningkat seiring dengan bertambahnya persentase substitusi tepung ikan gabus, dan formulasi 20% menghasilkan kadar kalsium tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Tabel 1. Pengaruh substitusi tepung ikan gabus terhadap karakteristik kimia *crackers* mocaf

Formula Tepung komposit	Kalsium (mg/100 g)	Protein (%)	Gula Reduksi (%)
TM 100%	61,99 $\pm$ 2,13 ^A	2,75 $\pm$ 0,05 ^A	1,22 $\pm$ 0,04 ^B
TM 90% : TG 10%	342,98 $\pm$ 3,19 ^B	7,89 $\pm$ 0,18 ^B	1,78 $\pm$ 0,44 ^B
TM 85% : TG 15%	466,81 $\pm$ 3,26 ^C	10,53 $\pm$ 0,10 ^C	0,62 $\pm$ 0,56 ^{AB}
TM 80% : TG 20%	606,60 $\pm$ 15,27 ^D	13,23 $\pm$ 0,06 ^D	0,14 $\pm$ 0,00 ^A

Keterangan: TM = Tepung mocaf dan TG = Tepung ikan gabus. Data (*mean* $\pm$ SD) diperoleh dari 2 ulangan. Data dianalisis dengan *Anova on Rank* (uji Kruskal-Wallis). Data pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf superskrip yang berbeda menunjukkan berbeda nyata (Uji Dunn, $p < 0,05$).

Peningkatan kadar kalsium tersebut terjadi karena semakin besarnya proporsi tepung ikan gabus yang digunakan dalam formulasi. Hal ini disebabkan oleh tingginya

kandungan kalsium pada tepung ikan gabus. Tepung ikan gabus memiliki kandungan kalsium yang cukup tinggi, yaitu sebesar 35,38% (Nadimin dan Lestari, 2019).

Sedangkan pada mocaf memiliki kandungan kalsium sebesar 20 mg kalsium per 100 g mocaf (Fransiska et al., 2019). Oleh karena itu, seiring dengan meningkatnya persentase substitusi, maka kadar kalsium dalam produk akhir juga semakin meningkat.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Putra et al., (2015) yang menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan gabus pada kerupuk berbahan dasar tepung terigu dan tepung tapioka dapat meningkatkan kadar kalsium produk secara signifikan. Kadar kalsium pada substitusi 0% sebesar 21,6 mg per 100 g dan meningkat hingga mencapai nilai tertinggi pada substitusi 20%, yaitu sebesar 572,51 mg per 100 g. Secara keseluruhan, terjadi peningkatan kadar kalsium dengan rata-rata sekitar 137,73 mg per 100 g pada setiap kenaikan tingkat substitusi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa bahan pangan berbasis ikan dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan kandungan kalsium pada produk olahan.

Kadar Protein

Kadar protein *crackers* mocaf secara signifikan meningkat seiring dengan bertambahnya persentase substitusi tepung ikan gabus. *Crackers* mocaf yang memiliki kadar protein paling tinggi adalah *crackers* dengan persentase substitusi tepung ikan gabus sebesar 20%.

Kadar protein *crackers* MOCAF mengalami peningkatan seiring bertambahnya persentase substitusi tepung ikan gabus. Peningkatan ini terjadi karena tepung ikan gabus memiliki kandungan protein yang jauh lebih tinggi dibandingkan mocaf. Semakin tinggi jumlah tepung ikan gabus yang ditambahkan dan semakin rendah proporsi mocaf yang digunakan, maka kontribusi protein dari bahan hewani menjadi semakin dominan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan studi Putra et al. (2015), yang menyatakan bahwa semakin banyak proporsi tepung tulang ikan gabus yang digunakan pada kerupuk berbahan dasar tepung terigu dan tepung tapioka dapat meningkatkan kadar kalsium produk secara signifikan. Kadar protein pada substitusi 0% sebesar 1,96% dan meningkat hingga mencapai nilai tertinggi pada substitusi 20%,

yaitu sebesar 6,14%. Secara keseluruhan, terjadi peningkatan kadar protein dengan rata-rata sekitar 1,05% pada setiap kenaikan tingkat substitusi. Secara keseluruhan, peningkatan kadar protein rata-rata mencapai sekitar 1,05% pada setiap kenaikan tingkat substitusi. Temuan ini menunjukkan bahwa penambahan bahan substitusi dalam formulasi produk berperan dalam meningkatkan kandungan protein pada produk yang dihasilkan.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-2973-2022 tentang persyaratan mutu *crackers*, kadar protein minimal adalah 4,5% (BSN, 2022). Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi dengan substitusi tepung ikan gabus sebesar 10%, 15%, dan 20% telah memenuhi standar tersebut. Dengan demikian, penambahan tepung ikan gabus tidak hanya meningkatkan nilai gizi produk, tetapi juga membantu memenuhi standar mutu yang ditetapkan.

Kadar Gula Reduksi

Kadar gula reduksi *crackers* mocaf menunjukkan perbedaan yang signifikan seiring dengan bertambahnya persentase substitusi tepung ikan gabus, dan perlakuan dengan substitusi tertinggi menghasilkan kadar gula reduksi yang berbeda dibandingkan perlakuan lainnya ($p < 0,05$). Hasil lanjutan menunjukkan bahwa perlakuan 0% tidak berbeda nyata dengan 10%, namun keduanya berbeda nyata dengan 20%. Sementara itu, perlakuan 15% tidak berbeda nyata baik dengan 0%, 10%, maupun 20%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar gula reduksi tertinggi terdapat pada substitusi tepung ikan gabus 10%, lebih tinggi dibandingkan kontrol 0%, sedangkan pada 15% dan terutama 20% terjadi penurunan kadar gula reduksi hingga pada 20% tidak terdeteksi.

Pada substitusi 10%, mocaf masih dominan sehingga pembentukan gula reduksi tetap berlangsung, sementara penambahan protein dari substitusi tepung ikan gabus belum cukup besar untuk menghabiskan seluruh gula reduksi melalui reaksi Maillard, sehingga gula reduksi yang tersisa justru terdeteksi lebih tinggi dibandingkan kontrol. Sebaliknya, pada substitusi 15% dan 20%, kandungan protein meningkat sehingga reaksi

Maillard berlangsung lebih intensif dalam mengonsumsi gula reduksi, yang menyebabkan nilainya menurun hingga tidak terdeteksi. Penelitian (Hosry et al., 2025) menyatakan bahwa konsentrasi asam amino sangat mempengaruhi laju dan pembentukan produk reaksi Maillard. Peningkatan kadar protein dalam produk berbasis tepung secara signifikan menurunkan sisa gula reduksi setelah pemanasan karena meningkatnya laju reaksi Maillard.

Selain itu, ikan gabus memiliki kandungan gula reduksi yang sangat rendah, sehingga semakin tinggi proporsi tepung ikan gabus yang ditambahkan maka kadar gula reduksi pada *crackers* mocaf yang dihasilkan cenderung semakin rendah. Hal ini menunjukkan bahwa *crackers* mocaf berpotensi dikembangkan sebagai alternatif produk pangan yang dapat digunakan dalam diet rendah gula.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan gabus pada *crackers* berbasis mocaf berpengaruh signifikan terhadap kadar kalsium, protein, dan gula reduksi. Peningkatan substitusi meningkatkan kadar kalsium dan protein, dengan nilai tertinggi pada 20%, serta telah memenuhi standar kadar protein minimal SNI ($\geq 4,5\%$). Kadar gula reduksi cenderung menurun, dengan nilai tertinggi pada substitusi 10%. Berdasarkan parameter kimia yang dianalisis, formulasi dengan substitusi 20% direkomendasikan karena memberikan kandungan kalsium dan protein tertinggi serta tetap memenuhi kriteria gula reduksi, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional bebas gluten yang mendukung pertumbuhan gigi balita dan sebagai alternatif dalam diet rendah gula.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A., 2020. Potensi pangan fungsional dan perannya dalam meningkatkan kesehatan manusia yang semakin rentan-mini review. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi* 2(1), 176–186.
<http://doi.org/10.24252/teknosains.v14i2.14319>
- Anindita, B.P., Antari, A.T., Gunawan, S., 2019. Pembuatan mocaf (modified cassava flour) dengan kapasitas 91000 ton/tahun. *Jurnal Teknik ITS* 8(2), F170–F175.
<http://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.45058>
- Artina, Z.J., Ayu, D.F., Rahmayuni, R., 2023. The Crackers of modified cassava flour (mocaf) and cowpea flour: Chemical and sensory properties. *Agritekno: Jurnal Teknologi Pertanian* 12(1), 57–64.
<http://doi.org/10.30598/jagritekno.2023.12.1.57>
- Batista, A.P., Niccolai, A., Bursic, I., Sousa, I., Raymundo, A., Rodolfi, L., Biondi, N., Tredici, M.R., 2019. Microalgae as functional ingredients in savory food products: Application to wheat crackers. *Foods* 8(12), 1–22.
<https://doi.org/10.3390/foods8120611>
- BSN, 2022. Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang Biskuit No. 01–2973–2022. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Efrianty, N., 2020. Hubungan konsumsi makanan yang mengandung gula dengan terjadinya karies gigi pada anak. *Lentera Perawat* 1(1), 31–36.
- Fatmawati, F., Mardiana, M., 2014. Analisa tepung ikan gabus sebagai sumber protein. *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan* 3(2), 235–243.
<https://doi.org/10.26618/octopus.v3i1.542>
- Finani, N.I., Putra, A.Y.T., 2023. Sosialisasi makanan bebas gluten sebagai pengganti tepung terigu untuk pencegahan diabetes dan overweight di Kampung Bulak Cumpat Srono, Surabaya. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Inovasi Indonesia* 1(1), 35–40.
<https://doi.org/10.54082/jpmii.264>
- Fransiska, P.W.M., Damiati, D., Suriani, N.M., 2019. Studi eksperimen tepung mocaf (modified cassava flour) menjadi brownies kukus. *Jurnal Bosaparis: Pendidikan Kesejahteraan Keluarga* 10(1), 11–22.

- <https://doi.org/10.23887/jppkk.v10i1.22116>
- Hosry, L. El, Elias, V., Chamoun, V., Halawi, M., Cayot, P., Nehme, A., Bou-Maroun, E., 2025. Maillard reaction: mechanism, influencing parameters, advantages, disadvantages, and food industrial applications: A review. *Foods*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/foods14111881>
- Jamlean, K.U., Palijama, S., Tetelepta, G., 2022. Organoleptic characteristics of mixed corn flour and red bean flour against *crackers*. *Jurnal Agrosilvopasture-Tech*. 1(2), 32–36. <https://doi.org/10.30598/j.agrosilvopasture-tech.2022.1.2.32>
- Kartika, I., Zainur, R.A., Deynilisa, S., 2021. Hubungan status gizi terhadap erupsi gigi insisivus sentralis permanen mandibula pada anak usia 6–7 tahun. *Jurnal Kesehatan Gigi dan Mulut*, 3(1): 25-30.
- Lestari, A.T., Winahyu, D.A., Wulandari, S., 2025. Hedonic test and protein content test on patin fish (*Pangasius* sp.) cookies with the *Kjeldahl* method. *Jurnal Analisis Farmasi* 10(2), 84-98. <https://doi.org/10.33024/jaf.v10i1.20419>
- Matita, I.C., Soedirga, L.C., Andriani, I., 2024. Utilization of chia seeds powder in wet noodle substituted with modified cassava flour. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture* 39(1), 140-153. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v39i1.77711>
- Nadimin, Lestari, R.S., 2019. Peningkatan nilai gizi mikro kudapan lokal melalui substitusi tepung ikan gabus untuk pencegahan stunting di Sulawesi Selatan. *Media Kesehatan Politeknik Kesehatan Makassar* 14(2), 152. <https://doi.org/10.32382/medkes.v14i2.1021>
- Najmi, N., Kuswandani, F., Rafisa, A., Balafif, F.F., 2024. Hubungan kesehatan gigi dan mulut dan produk susu. *Jurnal Kesehatan Tambusai* 5(1), 240–244. <https://doi.org/10.31004/jkt.v5i1.25062>
- Nazri, W.A.F.W., Daud, W., Rumiati, F., 2021. Characteristics of Saliva in FK Ukrida Students after Chewing Paraffin, Xylitol, and Sucrose Gum. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 5(1): 24–30. <https://doi.org/10.47007/ijobb.v5i1.73>
- Normansyah, T.A., Setyorini, D., Budirahardjo, R., Prihatiningrum, B., Dwiatmoko, S., 2022. Indeks karies dan asupan gizi pada anak stunting. *Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran* 34(3), 267-274. <https://doi.org/10.24198/jkg.v34i3.34080>
- Olagunju, A.I., Omoba, O.S., Enujiugha, V.N., Aluko, R.E., 2018. Development of value-added nutritious crackers with high antidiabetic properties from blends of acha (*Digitaria exilis*) and blanched pigeon pea (*Cajanus cajan*). *Food Science and Nutrition* 6(6), 1791–1802. <https://doi.org/10.1002/fsn3.748>
- Palupi, F.S., Kristianto, Y., Santoso, A.H., 2015. Pembuatan formula enteral gagal ginjal kronik (GGK) menggunakan tepung mocaf, tepung ikan gabus, dan konsentrat protein kecambah kedelai. *Jurnal Informasi Kesehatan Indonesia (JIKI)* 1(1), 42-57.
- Purnamasari, I., Nurnaningsih, H., Marah Laut, D., Herijulianti, E., 2023. Gambaran pengetahuan orang tua kelas 1 tentang pertumbuhan gigi pada anak usia sekolah dasar. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung* 15(1), 70-76. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v15i1.2069>
- Putra, M.R.A., Nopianti, R., Herpandi, 2015. Fortifikasi tepung tulang ikan gabus (*Channa striata*) pada kerupuk sebagai sumber kalsium. *Fishtech: Jurnal Teknologi Hasil Perikanan* 4(2), 128-139.
- Rahman, M.H.R., Ariani, R.P., Masdarini, L., 2021. Substitusi penggunaan tepung mocaf (*modified cassava flour*) pada butter cookies kelapa. *Jurnal Kuliner*

- 1(2), 89-97.
<https://doi.org/10.23887/jk.v1i2.36763>
- Ramadhani, W., Indrawan, I., Seveline, S., 2022. Formulasi *crackers* dengan penambahan tepung udang rebon serta karakteristiknya. *Jurnal Bioindustri* 4(1), 93–108.
<https://doi.org/10.31326/jbio.v4i2.1238>
- Raudhatul, H., Rahadian, Z., 2025. Analisis kadar sukrosa dan gula pereduksi pada madu trigona (*stingless bee honey*) menggunakan metode *Luff Schoorl*. *Jurnal Pendidikan Kimia, Fisika dan Biologi* 1(6), 20–33.
<https://doi.org/10.61132/jupenkifb.v1i6.705>
- Reddy, P.A., Pranusha, G., Rao, G.L., Reddy, A.N., 2019. Development and analysis of sorghum crackers. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology* 6(1), 26–31.
<http://doi.org/10.32628/IJSRST196178>
- Salfiyadi, T., Aja Nuraskin, C.A., Khaira, U., Ramadhani, N., Maisarah, W., Fatteriawati, F., Darmila, D., Reca, R., 2022. Parental behavior on the growth period of deciduous teeth and permanent teeth in children in central Aceh. *Jurnal Kesehatan Gigi* 9(2), 115–121.
- Silaban, R., 2024. Karakteristik albumin ikan gabus (*Channa striata*) dan potensinya sebagai penyembuh luka: Mini review. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 23(1), 21–34.
- Suciati, F., Safitri, L.S., 2021. Pangan fungsional berbasis susu dan produk turunannya. *Journal of Sustainable Research in Management of Agroindustry (SURIMI)* 1(1): 13-19.
<https://doi.org/10.35970/surimi.v1i1.535>
- Szymczycha-Madeja, A., Welna, M., Zabłocka-Malicka, M., Pohl, P., Szczepaniak, W., 2021. Development and validation of an analytical method for determination of Al, Ca, Cd, Fe, Mg and P in calcium rich materials by ICP OES. *Molecules* 26(20), 6269.
<https://doi.org/10.3390/molecules26206269>
- Wilberta, N., Titin Sonya, N., Lydia, S.H.R., 2021. Analisis kandungan gula reduksi pada gula semut dari nira aren yang dipengaruhi pH dan kadar air. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(2): 101–108.
<https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v12i1.3760>

DEVELOPMENT OF ANDROID APPLICATION FOR COFFEE ROAST LEVEL CLASSIFICATION USING CNN MOBILENETV3 BASED ON DIGITAL IMAGE ANALYSIS

Pengembangan Aplikasi Android Untuk Klasifikasi Tingkat Sangrai Kopi Menggunakan CNN MobileNetV3 Berbasis Citra Digital

Isran Mohamad Pakaya¹, Radi^{2*}, Agus Dharmawan³, Melda Nurmaisari¹

¹Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agriculture, Universitas Mulawarman, Jl. Tanah Grogot, Kalimantan Timur, 75119.

²Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora 1 Bulaksumur, Yogyakarta, 55281.

³Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No. 37, Jawa Timur, 68121.

*)Penulis korespondensi: radi-tep@ugm.ac.id

Submisi: 5.5.2026; Revisi: 25.6.2026; Penerimaan: 25.6.2026; Dipublikasikan: 1.9.2026
Dipublikasikan online: 7.7.2026

ABSTRACT

Coffee is one of Indonesia's key commodities with high economic value in both domestic and international markets. Roasting is a crucial stage in coffee processing, as it directly influences the final taste and aroma. However, until now, the roasting level has been determined visually and subjectively, making it prone to human error. This study aimed to develop an automatic classification system for coffee roasting levels using a Convolutional Neural Network (CNN) approach integrated into an Android application. The CNN model was built using the MobileNetV3 architecture and applied with a transfer learning method on Google Colab. The dataset consisted of 1,600 coffee images with three roasting levels: light, medium, and dark. The trained model was then converted into TensorFlow Lite (TFLite) format for integration into an Android application called RoastScan. This app features automatic classification through the camera or gallery and provides real-time predictions with confidence levels. The evaluation results show that the model has a classification accuracy of 97% on the test data, with high precision, recall, and F1-score across all classes. Further testing via the application showed that the best accuracy reached 93.55%. These findings suggest that integrating CNN with mobile applications has the potential to be a practical, efficient, and accurate solution for determining coffee roasting degrees, as well as supporting the standardization of coffee product quality at both industrial and MSME levels.

Keywords: Classification, Coffee Roast Level, CNN, Android, MobileNetV3

ABSTRAK

Kopi merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi, baik di pasar domestik maupun internasional. Salah satu tahap krusial dalam pengolahan kopi adalah proses sangrai (roasting), yang secara langsung memengaruhi cita rasa dan aroma akhir. Namun, hingga kini, penentuan tingkat kematangan sangrai masih banyak dilakukan secara visual dan subyektif, sehingga rentan terhadap kesalahan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem klasifikasi otomatis tingkat kematangan sangrai kopi menggunakan pendekatan Convolutional Neural Network (CNN) yang diintegrasikan ke dalam aplikasi Android. Model CNN dibangun menggunakan arsitektur MobileNetV3 dan diterapkan dengan metode transfer learning di Google Colab. Dataset yang digunakan terdiri dari 1.600 citra kopi dengan tiga kelas sangrai: light, medium, dan dark. Model yang telah dilatih kemudian dikonversi ke dalam format TensorFlow Lite (TFLite) agar dapat diintegrasikan ke aplikasi Android bernama Roasting Level App. Aplikasi ini memiliki fitur klasifikasi otomatis melalui kamera atau galeri, dan menyajikan hasil prediksi beserta confidence level secara real-time. Hasil

evaluasi menunjukkan bahwa model memiliki akurasi klasifikasi sebesar 97% pada data uji, dengan nilai precision, recall, dan F1-score yang tinggi pada seluruh kelas. Pengujian lebih lanjut melalui aplikasi menunjukkan akurasi terbaik mencapai 93,55%. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi CNN dengan aplikasi mobile berpotensi menjadi solusi praktis, efisien, dan akurat dalam menentukan derajat sangrai kopi, serta mendukung standarisasi mutu produk kopi di tingkat industri maupun UMKM.

Kata Kunci: klasifikasi, derajat sangrai kopi, CNN, Android, MobileNetV3

INTRODUCTION

Coffee is one of Indonesia's leading commodities with high economic value (Putra et al., 2020). Indonesia ranks as the fourth-largest coffee producer in the world, after Brazil, Vietnam, and Colombia. Approximately 67% of the total domestic coffee production is exported, and the remaining 33% is consumed domestically. Indonesian coffee is exported to five continents, with primary destinations including the United States, Egypt, Germany, and Malaysia (BPS, 2024).

Based on a survey by LPEM UI in 1989, the domestic coffee consumption rate was 500 g/capita/year. Currently, coffee industry stakeholders estimate that consumption in Indonesia has reached 800 g/capita/year. Consequently, within a 34-year period, coffee consumption has increased by 300 g/capita/year (Widodo et al., 2022). Despite this growth, the Indonesian coffee industry still faces obstacles due to poor coffee quality, which affects the final production output (Indonesia Investments, 2024). The primary causes include improper handling during fermentation, cleaning, sorting, drying, and roasting (Batubara et al., 2019). Therefore, the implementation of appropriate cultivation and processing technologies is key to producing high-quality coffee (Pakaya et al., 2026).

To produce a flavorful cup of coffee, the beans must undergo a process called roasting (Radi et al., 2020). The roasting process plays a crucial role in determining the flavor and aroma of coffee (Nasir et al., 2019). Roasting levels are generally categorized as light, medium, and dark. However, determining these levels is often done subjectively by roasters, which can lead to inconsistencies in the quality of the coffee produced (Pakaya et al., 2024).

Computer vision is a technology developed to determine coffee roast levels (Hendriyana dan Maulana, 2021). Computer vision functions similarly to human vision, identifying objects in the form of images, which are then extracted for information and classified. One approach within computer vision is the use of Artificial Neural Networks inspired by the human brain, which have been further developed into Deep Learning (Lecun et al., 2015). Currently, the most significant Deep Learning method is the Convolutional Neural Network (CNN) (Azizah et al., 2018).

Alongside technological advancements, particularly in the field of Artificial Intelligence, the Convolutional Neural Network (CNN) method has proven effective in image processing for object classification. CNN can extract visual features from images with high accuracy, making them suitable for classifying coffee roast levels. Previous studies have developed Android-based applications that utilize CNN to classify roasting levels with promising accuracy results (Muresan and Oltean, 2018).

Numerous studies have been conducted to determine coffee roast levels using digital image processing. Nugraha and Wiguna (2018) first developed a system to identify coffee roast levels using artificial neural networks, achieving an accuracy of 76.7%. Additionally, Putra et al. (2020) developed a system to determine coffee roast levels using RGB detection and minimum distance classification, resulting in an accuracy of 89.63%. Furthermore, Prastyaningsih and Kusrini (2021) achieved an accuracy of 97.67% in identifying roast levels through color feature extraction using an image retrieval system. However, the fundamental weaknesses of these models are their heavy computational requirements and errors in object detection.

Michael et al. (2020) developed an Android application for coffee roast level

classification using CNN with LeNet5, AlexNet, and MiniVGGNet architectures. The results showed that the combination of LeNet5 with the ADAM optimization function produced the highest accuracy (98 %). Enriquez et al. (2024) compared various CNN models for coffee bean classification and found that DenseNet, MobileNet, and ResNet152 models provided the best accuracy. However, the resulting model outputs were large and computationally intensive for use in Android-based applications.

Based on this background, this study aims to develop an Android application that can automatically classify coffee roast levels using CNN. This application is expected to assist roasters in determining roast levels objectively and consistently, while also helping consumers choose coffee according to their preferences. The results of this study are expected to support the standardization of coffee quality and provide a tangible contribution to the coffee industry in the digital age.

MATERIALS AND METHODS

Requirement Analysis

To conduct this research, a laptop was used for system development, while an Android smartphone was used for data collection and the implementation of the developed coffee roast level determination system. In addition, a photo box equipped with two LEDs was used for image acquisition. The application for determining coffee roast levels was designed using Android Studio Narwhal 2025.1.1 Patch 2 with the Kotlin programming language. Other applications utilized in this research included Google Colaboratory as the operating medium, Google Chrome as the platform to run Google Colaboratory, and Firebase for database storage.

The materials used in this study consisted of images of roasted coffee beans. The images used for the model training process were sourced from the "Cap Kadal Roaster" roasting house and were labeled by experts into three classifications: light,

medium, and dark. The collected image dataset was subsequently divided into three parts: training, validation, and testing sets. Figure 1 illustrates how a group of coffee beans is photographed individually to obtain single images for the training dataset.



Figure 1. Coffee bean samples were manually sorted and labeled for dataset collection.

Data Collection and Preparation

Figure 2 shows the image acquisition process using a smartphone in a photo box. The acquired image data were then separated into different folders based on the roasting level. The dataset was also partitioned for training and testing purposes. The total number of images in the dataset was 1,600, divided into 1,200 for training and 400 for testing.

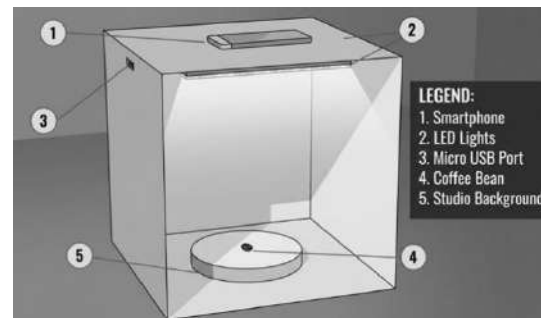


Figure 2. The dataset image acquisition process was performed using a photo box (20 × 20 × 20 cm) with two LED lights.

Data Pre-Processing

Figure 3 presents a flowchart of the dataset pre-processing aimed at enhancing the image quality and facilitating object identification by the system. The pre-processing of the training data included resizing, normalization, and augmentation, whereas only resizing and normalization were applied to the testing data. The primary objective was to prepare the data for effective utilization by the CNN model.

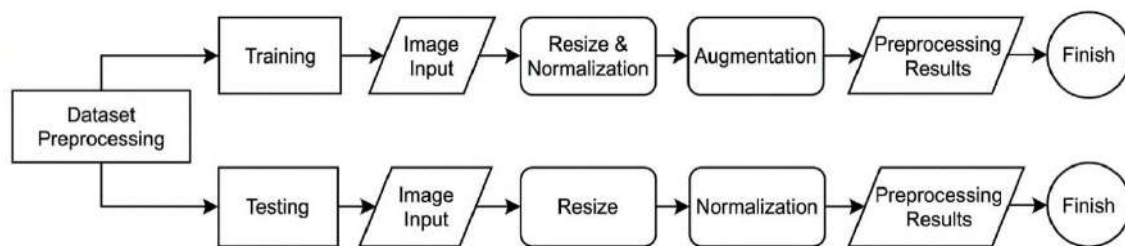


Figure 3. Dataset preprocessing flowchart.

Model Architecture and Training

Machine learning (ML) model programming was conducted in Google Colab using the TensorFlow (TF) 2.0 library. Transfer Learning will be employed to construct the model. Transfer learning is the utilization of an existing machine learning model to solve a similar problem, and is typically used to avoid building a model from scratch (Rabano et al., 2018). MobileNet was selected as the model for transfer learning. This model is designed to achieve high accuracy with a small number of parameters, allowing it to be implemented at low computational costs on mobile platforms. The latest version, MobileNetV3, was used in this study.

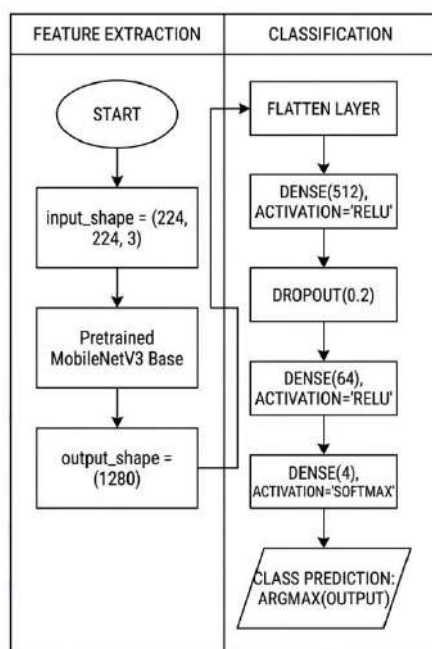


Figure 4. CNN model design.

Application Development and Testing

Figure 5 illustrates the system design of the Android application. The images to be classified were uploaded to Firebase and then

predicted using the prebuilt CNN model. The prediction results were then evaluated; if unsuccessful, modifications were made to the application or model. If successful, an analysis of the prediction results was performed to determine the coffee roast level.

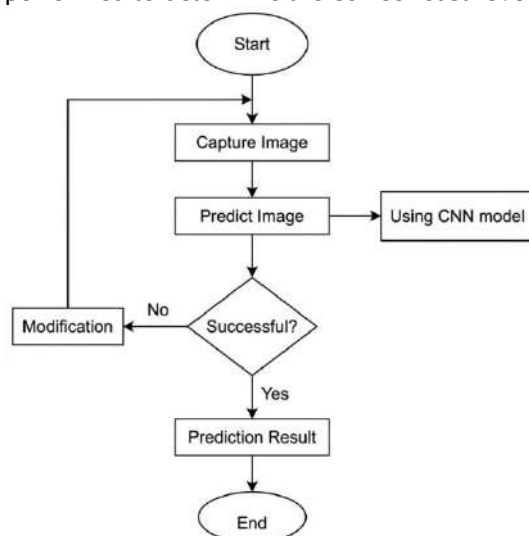


Figure 5. Android application system design diagram.

The designed application features two distinct functions: capturing images directly or selecting them from the smartphone gallery, followed by predicting the classification of the acquired image. Once the application was successfully developed, feature testing was conducted. General testing of Android applications is categorized into two types: unit testing and instrumentation testing. Unit testing examines the business rules within the application system, with JUnit being the most commonly used framework (Mario et al., 2017). Instrumentation testing focuses on the application's UI and can be automated using the Espresso library developed by Google as part of Android Studio (Sergio et al., 2020).

The application was tested using a coffee image dataset in JPG format.

Validation tests were performed using a confusion matrix and evaluation system to assess the model's performance. The confusion matrix was used to compare the prediction results with the actual conditions, identifying true positives (TP), true negatives (TN), false positives (FP), and false negatives (FN). Detailed information on the confusion matrix is presented in Table 1.

Table 1. Confusion Matrix

Prediction	Actual	
	Positive	Negative
Positive	True Positive (TP)	False Negative (FN)
Negative	False Negative (FN)	True Negative (TN)

RESULTS AND DISCUSSION

Dataset Characteristics

The dataset used in this study consisted of 1,600 images, with 400 images for each roast level (Table 2). The roast levels used were green, light, medium, and dark. Each

category was organized into separate folders and divided into two datasets: training and testing.

Data Visualization

Figure 6 illustrates the visualization results of the stored dataset for each category, featuring four different images randomly selected from the total pool of images. All displayed images were highly clear, with distinguishable differences that facilitated the object recognition process.

Model Training Evaluation

The evaluation results of the model training using 1,200 datasets for each maturity level demonstrated the CNN model's performance in classifying four coffee roast levels: dark, green, light, and medium (Figure 6). Of the 300 images per class, the model successfully classified the dark and green classes exceptionally well, with 298 and 299 correct predictions, respectively. The light class achieved 295 correct predictions. The medium class showed the lowest performance, with 273 images being correctly classified.

Table 2. Annotation File Snippet (CSV)

Class_index	Filepaths	Labels	Categories	Datasets
0	green	dataset/train/green/gr...	green	train
1	green	dataset/train/green/gr...	green	train
2	green	dataset/train/green/gr...	green	train
3	green	dataset/train/green/gr...	green	train
4	green	dataset/train/green/gr...	green	train
...	...	...	...	...
1595	light	dataset/test/light/lig...	light	test
1596	light	dataset/test/light/lig...	light	test
1597	light	dataset/test/light/lig...	light	test
1598	light	dataset/test/light/lig...	light	test
1599	light	dataset/test/light/lig...	light	test

1600 rows × 4 columns

Table 3 presents the Classification Report of the CNN model for coffee roast level classification. It can be concluded that the model exhibits excellent overall performance. All evaluation metrics showed high values, reflecting the model's capability to accurately classify images across all four classes. For the dark class, the model obtained precision, recall, and F1-score of 0.99,

indicating that nearly all predictions for this class were correct, with minimal errors. The green class achieved a perfect score (1.00) across all three metrics, indicating that the model could identify this category without error. The light class obtained a precision of 0.92 and a recall of 0.98, indicating that the model is frequently accurate in identifying this class, despite a few mispredictions. The

medium class had the lowest recall (0.91), which is consistent with the confusion matrix results, as some images from this class were misclassified. Overall, the model achieved an accuracy of 0.97, with both the macro and weighted averages consistently reaching 0.97, demonstrating a stable and balanced performance across all classes.



Figure 6. Data visualization results

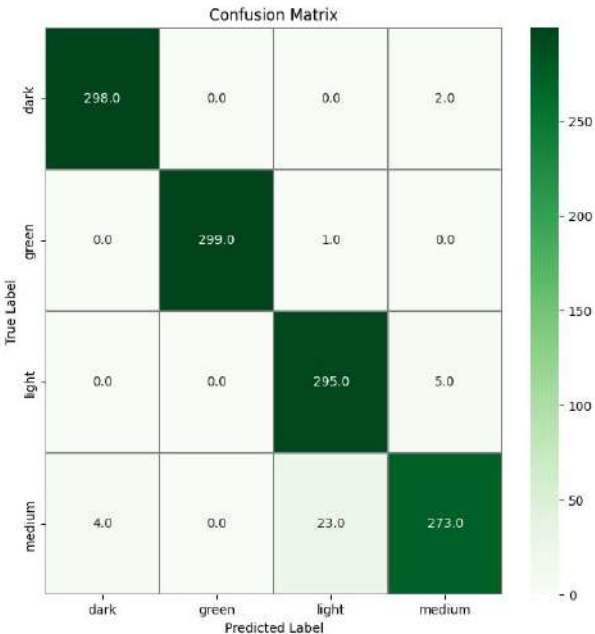


Figure 7. CNN model Confusion Matrix

Table 3. Classification report Confusion Matrix model CNN

Category	Precision	Recall	F1-Score	Support
Dark	0.99	0.99	0.99	300
Green	1.00	1.00	1.00	300
Light	0.92	0.98	0.95	300
Medium	0.97	0.91	0.98	300

Accuracy			0.97	1200
Macro Avg	0.97	0.97	0.97	1200
Weighted Avg	0.97	0.97	0.97	1200

Application Implementation

The Android application was developed using the Android Studio IDE and Kotlin programming language (JVM version 1.8), integrating various dependencies such as Retrofit, Firebase, and Glide. Before system construction, the model was saved in the TFLite format to enable implementation within the application system. The following are the implemented interface details (Figure 8):

1. The Start Screen Figure 8a shows the classification application interface. The developed Android application features a single page or activity that houses all the utilized functions. This application is called “RoastScan.”
2. Open Directory Screen Figure 8b shows the open directory screen. Two buttons are provided for image input: "Take Picture" to capture a photo directly and "Launch Gallery" to select an image from storage.
3. The Full Activity Screen Figure 8c illustrates the user interface (UI) workflow of the Roasting Level App, designed to classify coffee roast levels using the CNN model. The application includes a "History" submenu to store the classification results, which contains a record of all predictions along with the analyzed images. This simple and intuitive interface allows various users including farmers, MSMEs (Micro, Small, and Medium Enterprises), and coffee roasters—to use the application efficiently to improve the quality consistency of their roasted products

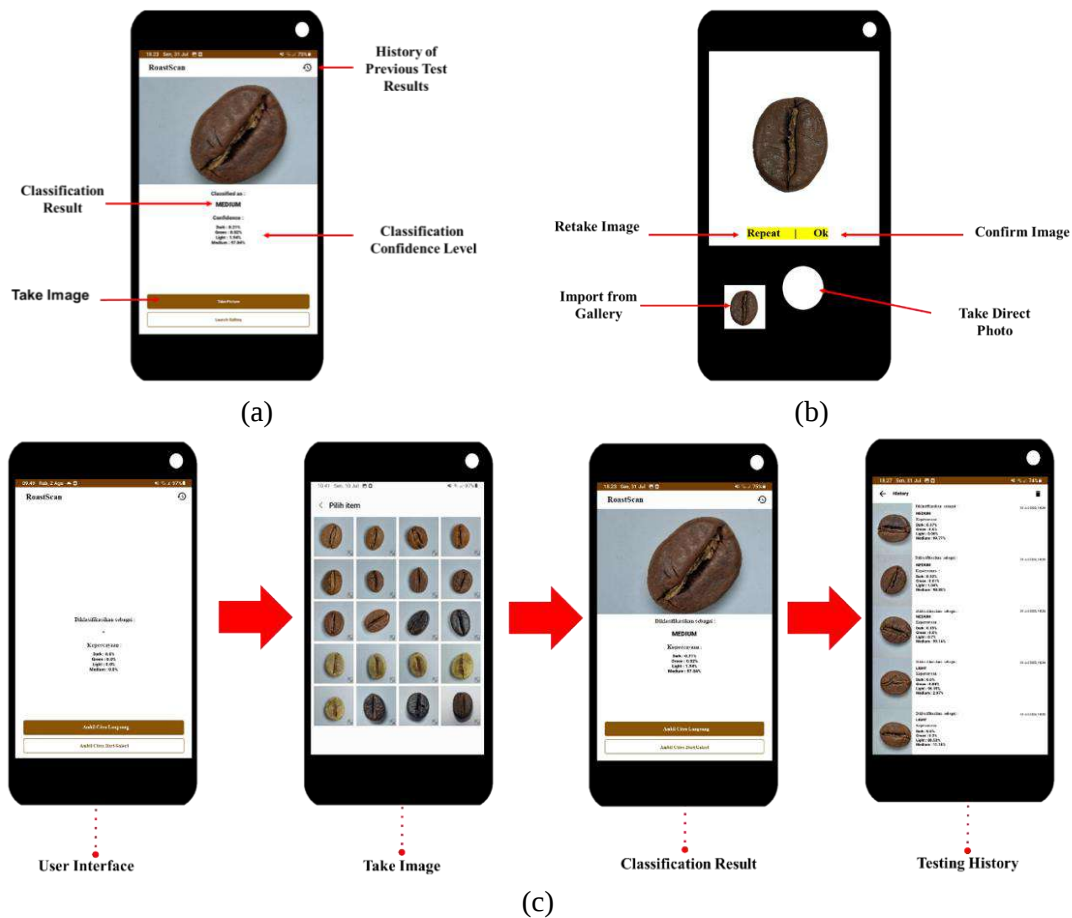


Figure 8. The interface of the developed Android application. Start screen (a), open directory screen (b), and full activity screen (c).

Application Testing

To gain a deeper understanding of the application's performance, experiments were conducted using two test datasets. These two types of Test Data are distinguished by their acquisition methods: Test Data 1 (roasted coffee images from "Cap Kadal Roaster") and Test Data 2 (roasted coffee images from the Kaggle website, uploaded by Gerry under the title "Coffee Bean Dataset Resized (224x224)"). The total number of images was limited to 240, with 120 images in each test set. Each category contained 30 images in total. The differences between the two test datasets are listed in Table 4.

Based on the test results, the system successfully classified all images for the dark, green, and light roast levels in Test Data 1. For the medium roast category, 26

images were correctly classified, whereas four were misidentified. In Test Data 2, the system successfully classified all the images in the green category. However, for the dark roast level, only 19 images were correctly classified, with 11 errors. For the light roast level, 10 images were correctly classified, and 20 were incorrect. The lowest performance occurred at the medium roast level, with only seven correct classifications and 23 misidentifications. Significant misidentifications were still observed in the dark, light, and medium categories of Dataset 2 (Figure 9).

Subsequently, the classification test results were analyzed to calculate the precision, recall, accuracy, and F1-score of the application. Table 5 presents an analysis of the classification results.

Table 4. Differences between Test Data 1 and Test Data 2

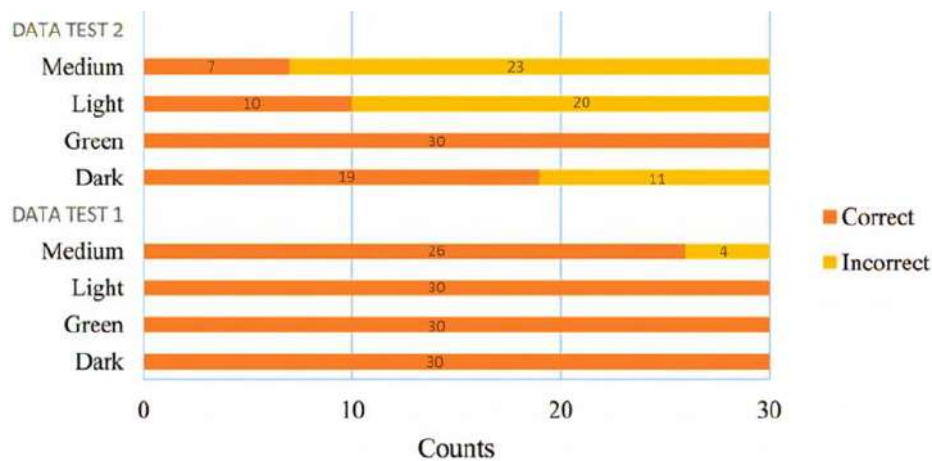
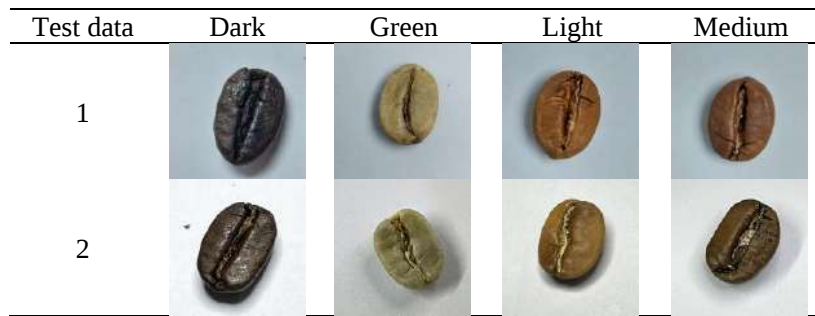


Figure 9. Application testing results

Table 5. Test data analysis results

Category	TP	TN	FP	FN	Precision (%)	Recall (%)	Accuracy (%)	F1-Score
Test Data 1								
Dark	30	0	0	0	100,00	100,00	93,55	1,00
Green	30	0	0	0	100,00	100,00		1,00
Light	30	0	4	0	88,24	100,00		0,94
Medium	26	0	0	4	100,00	86,67		0,93
Average					97,06	96,67	93,55	0,97
Test Data 2								
Dark	19	0	0	11	100,00	63,33	54,10	0,78
Green	30	0	0	0	100,00	100,00		1,00
Light	10	0	1	20	90,91	33,33		0,49
Medium	7	0	23	1	23,33	87,50		0,37
Average					78,56	71,04	54,10	0,66

Note: TP = True Positive; TN = True Negative; FP = False Positive; FN = False Negative; F1-Score, harmonic mean of precision and recall.

Based on the test results, Test Data 1 achieved high performance, with an accuracy of 93.55%, average precision of 97.06%, recall of 96.67%, and an F1-score of 0.97.

This indicates that the CNN-MobileNet model effectively classified coffee roasting levels when the test images had characteristics similar to the training data, supporting

previous findings on the reliability of CNN-based coffee roast classification (Pakaya et al., 2024; Marzuki et al., 2025).

However, Test Data 2 showed lower accuracy, reaching only 54.10%, mainly because of misclassification in the dark, light, and medium classes. This result suggests that the generalization ability of the model is still limited when applied to images with different color characteristics, lighting conditions, camera settings, backgrounds, coffee origins, and roasting profiles. Because the roast level is closely related to bean color, differences in color distribution between the training and testing data can significantly affect the classification performance (Alamri et al., 2023; Motta et al., 2025).

Therefore, although the developed Android-based application performed well on Test Data 1, further improvement is needed. Expanding the training dataset with more variations in roasting conditions, coffee varieties, lighting, cameras, and image-acquisition settings is recommended. Controlled photometric augmentation, such as brightness, contrast, and color variation, may also improve model robustness, provided that it does not alter the actual roast class identity (Shorten & Khoshgoftaar, 2019; Xu et al., 2023). Overall, CNN-MobileNet is promising for coffee roast classification; however, broader and more diverse training data are required to improve generalization.

CONCLUSIONS

In this study, a coffee roast level classification system was successfully developed using a Convolutional Neural Network (CNN) model with a MobileNetV3 architecture. The model was trained using a coffee bean image dataset covering four roast levels and demonstrated high performance, with an accuracy of 97%. Subsequently, the model was converted into the TensorFlow Lite (TFLite) format and implemented in an Android application called the Roasting Level App. This application allows users to classify coffee directly via the camera or gallery, providing informative results and confidence levels. The testing results indicated a peak accuracy of 93.55% on the internal test data, whereas the performance on the external data

required further improvement through the addition of dataset variations. The application is practical, efficient, and user-friendly, with the potential to assist MSMEs and coffee industry stakeholders in enhancing product quality and consistency. Overall, this system serves as an innovative solution for the digitalization of coffee processing.

REFERENCES

- Azizah, L.M., Umayah, S.F., Fajar, F., 2018. Deteksi kecacatan permukaan buah manggis menggunakan metode deep learning dengan konvolusi multilayer. *Semesta Teknika* 21(2), 230–36. <https://doi.org/10.18196/st.212229>.
- Alamri, E. S., Altarawneh, G. A., Bayomy, H. M., & Hassanat, A. B. 2023. Machine learning classification of roasted arabic coffee: Integrating color, chemical compositions, and antioxidants. *Sustainability* 15(15), 11561. <https://doi.org/10.3390/su151511561>
- BPS, 2024. Statistik Kopi Indonesia 2023 Volume 8. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Batubara, A., Yusuf, A., Widyasanti, A., 2019. Uji Kinerja dan Analisis ekonomi mesin roasting kopi (studi kasus di taman teknologi pertanian cikajanggarut). *Journal Teknoktan* 13(1), 1–7. <https://doi.org/10.24198/jt.vol13n1.1>.
- Enriquez, C.C., Marcelo, J., Verula, D.R., Casildo, N.J., 2024. Leveraging deep learning for coffee bean grading: A comparative analysis of convolutional neural network models. *Transactions on Science and Technology*, 11(1), 1–6. <https://doi.org/10.13057/tost.v11i1.310>
- Hendriyana, Maulana, Y.H., 2021. Identifikasi jenis kayu menggunakan convolutional neural network dengan arsitektur mobilenet. *Jurnal Resti: Rakayasa Sistem Dan Teknologi Informasi* 1(10), 70–76. <https://doi.org/10.29207/resti.v4i1.1445>.

- Indonesia Investments, 2024. Industri kopi di Indonesia – Analisis produksi, ekspor & konsumsi. [online] Available at: <https://www.indonesia-investments.com/id/bisnis/komoditas/kopi/item186> [Accessed 31 July 2025].
- Lecun, Y., Bengio, Y., Hinton, G., 2015. Deep learning. *Nature* 521, 436–44. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Marzuki, K., Apriani, Qulub, M. 2025. Coffee roaster maturity level classification based on convolutional neural network. *Mathematical Modelling of Engineering Problems* 12(1), 46-54. <https://doi.org/10.18280/mmep.120106>
- Michael, E.H., Prilianti, K.R., Subianto, M., 2020. Rancang bangun aplikasi klasifikasi tingkat kematangan sangrai kopi melalui citra digital menggunakan CNN (Convolutional Neural Network) berbasis android. *Jurnal Ilmiah Sainsbertek* 1(1), 1–11.
- Motta, I. V. C., Vuillerme, N., Pham, HH. 2015. Machine learning techniques for coffee classification: a comprehensive review of scientific research. *Artif Intell Rev* 58, 15. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-11004-w>
- Muresan, H., Oltean, M., 2018. Fruit recognition from images using deep learning. *Sapientiae Informatica* 10(1), 26-42. <https://doi.org/10.2478/ausi-2018-0002>.
- Nasir, G. A., Syafriandi, Mustaqimah, 2019. Uji Kinerja alat penyangrai kopi tipe silinder menggunakan band-heater sebagai pemanas. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 4, 382–91.
- Nugraha, D.A., Wiguna, A.S., 2018. Klasifikasi tingkat roasting biji kopi menggunakan jaringan syaraf tiruan backpropagation berbasis citra digital. *SMARTICS Journal* 4(1), 1-4. <https://doi.org/10.21067/smartics.v4i1.2165>.
- Pakaya, I.M., Radi, R., Purwantana, B., 2024. Classification of roasting level of coffee beans using convolutional neural network with mobilenet architecture for android implementation. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 13(3), 924. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v13i3.924-932>.
- Pakaya, I. M., Radi, R., Purwantana, B., Dharmawan, A., 2026. Analysis of performance and roasting quality in a rotary cylinder-type coffee roasting machine. *Journal of Tropical AgriFood* 7(2), 123-132
- Prastyaningsih, Y., Kusri, W., 2021. Sistem Temu kembali citra pada level roasting biji kopi menggunakan ekstraksi fitur warna. *Jurnal Inovtek Polbeng* 6(2), 222–33. <https://doi.org/10.35314/isi.v6i2.2086>.
- Putra, A.F.S.J., & Santoni, M.M. (2020). Penentuan level kematangan kopi berdasarkan hasil roasting menggunakan metode Deteksi RGB dan klasifikasi minimum distance. *Seminar Nasional Mahasiswa Ilmu Komputer dan Aplikasinya* 1(2), 481-492.
- Rabano, S.L., Cabatuan, M.K., Sybingco, E., Dadios, E.P., Calilung, E.J., 2018. Common garbage classification using MobileNet. In *Proceedings of the 2018 IEEE 10th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM)* (pp. 1–4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HNICEM.2018.8666300>
- Radi, E.P., Saragih, B., Pratama, W.K., Fitri, 2020. Performance analysis of fuzzy logic controller applied on portable roaster. in *International Conference on Sustainable Agriculture and Biosystem*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/757/1/012022>.
- Shorten, C., Khoshgoftaar, T.M. 2019, A survey on image data augmentation for deep learning. *J Big Data* 6, 60. <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0197-0>

Widodo, W.E., Atmaji, G., Yohanes, H., Astuti, 2022. Kinerja alsin sangrai kopi tipe fluidisasi dan uji kualitas kopi sangrai. Jurnal Teknologi Pertanian 16(2), 177–126.

Xu, M., Yoon, S., Fuentes, A., Park, D.S. 2023. A Comprehensive survey of image augmentation techniques for deep learning. Pattern Recognition 137, 109347.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.patcog.2023.109347>

DAYA SAING DAN KINERJA EKSPOR SARANG BURUNG WALET INDONESIA DI PASAR INTERNASIONAL

Competitiveness and Export Performance of Indonesian Swallow's Nest in the International Market

Rini Nilamsari*, Sri Tjondro Winarno, Nuriah Yulianti

Program Studi Magister Agribisnis, Fakultas Pertanian UPN Veteran Jawa Timur.

**) Penulis korespondensi: rini.nilamsari@gmail.com*

Submisi: 18.1.2026; Revisi: 21.1.2026; Penerimaan: 29.4.2026; Dipublikasikan: 1.9.2026
Dipublikasikan online: 8.7.2026

ABSTRAK

Sarang burung walet merupakan komoditas unggulan Indonesia dengan kontribusi penting dalam perdagangan internasional, namun eksportnya masih didominasi produk mentah dan terkonsentrasi pada pasar tertentu sehingga menimbulkan tantangan keberlanjutan daya saing. Penelitian ini bertujuan menganalisis keunggulan komparatif, dinamika posisi kompetitif, dan kinerja ekspor sarang burung walet Indonesia di pasar internasional. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan data sekunder periode 2015–2024, yang dianalisis menggunakan metode *Revealed Comparative Advantage* (RCA), *Export Product Dynamics* (EPD), dan *Constant Market Share Analysis* (CMSA) pada lima negara tujuan utama ekspor. Hasil analisis menunjukkan bahwa sarang burung walet Indonesia memiliki keunggulan komparatif yang kuat, khususnya di pasar China, serta menempati posisi rising star di sebagian besar pasar utama. Namun, kinerja ekspor masih lebih banyak didorong oleh efek distribusi pasar dan pertumbuhan permintaan global dibandingkan oleh penguatan daya saing internal dan pengembangan komposisi produk. Kesimpulan penelitian menegaskan pentingnya strategi peningkatan nilai tambah melalui hilirisasi, diversifikasi pasar, dan pemenuhan standar mutu internasional untuk memperkuat daya saing dan keberlanjutan ekspor sarang burung walet Indonesia.

Kata kunci: daya saing ekspor; kinerja ekspor; sarang burung walet; perdagangan internasional.

ABSTRACT

Swallow's nest is Indonesia's leading commodity with an important contribution to international trade, but its exports are still dominated by raw products and concentrated in certain markets, thus posing challenges for sustainability and competitiveness. This study aims to analyze the comparative advantages, dynamics of competitive position, and export performance of Indonesian swallow nests in the international market. The study uses a descriptive quantitative approach with secondary data for the period 2015–2024, which is analyzed using Revealed Comparative Advantage (RCA), Export Product Dynamics (EPD), and Constant Market Share Analysis (CMSA) methods in five main export destination countries. The results of the analysis show that Indonesian swallow nests have a strong comparative advantage, especially in the Chinese market, and occupy the rising star position in most major markets. However, export performance is still driven more by the effects of market distribution and global demand growth than by strengthening internal competitiveness and developing product composition. The conclusion of the study emphasizes the importance of strategies to increase added value through downstreaming, market diversification, and fulfillment of international quality standards to strengthen the competitiveness and sustainability of Indonesian swallow's nest exports.

Keywords: export competitiveness; export performance; swallow's nest; international trade.

PENDAHULUAN

Perdagangan internasional memiliki peran strategis dalam mendorong pertumbuhan ekonomi nasional, termasuk bagi Indonesia yang masih bertumpu pada ekspor berbagai komoditas unggulan. Sepanjang periode 2019–2023, sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan menunjukkan kecenderungan peningkatan volume ekspor, meskipun pada tahun 2023 tercatat penurunan nilai ekspor sebesar 5,80% (BPS, 2024). Dalam kerangka tersebut, sarang burung walet (*edible bird's nest*) menonjol sebagai komoditas bernilai ekonomi tinggi yang mencatatkan pertumbuhan ekspor cukup signifikan. Indonesia tercatat sebagai produsen terbesar dunia dengan kontribusi sekitar 70–80% terhadap pasokan global, sehingga menempatkannya sebagai aktor utama dalam perdagangan internasional komoditas ini. Sarang burung walet diklasifikasikan dalam kode HS 0410 dan telah ditetapkan sebagai komoditas binaan oleh Kementerian Pertanian melalui Keputusan Menteri Pertanian Nomor 104 Tahun 2020, yang menegaskan posisi strategisnya dalam struktur ekspor nasional.

Ekspor sarang burung walet Indonesia masih terfokus pada beberapa negara tujuan utama, dengan Tiongkok sebagai pasar terbesar yang menyerap lebih dari 70% total nilai ekspor. Negara tujuan lainnya meliputi Hongkong, Singapura, Amerika Serikat, dan Vietnam (BPS, 2024). Namun demikian, terdapat perbedaan harga yang cukup mencolok antara produk mentah yang diekspor Indonesia dan produk olahan yang dipasarkan kembali oleh negara-negara tersebut, yang mencerminkan hilangnya potensi nilai tambah di dalam negeri. Selama periode 2019–2023, komoditas ini berkontribusi rata-rata sebesar 89,00% terhadap total ekspor sektor peternakan, dengan kontribusi tertinggi mencapai 95,58% pada tahun 2023. Walaupun volume ekspor menunjukkan fluktuasi, nilai ekspor justru memperlihatkan tren meningkat, yakni tumbuh sebesar 7,22% hingga mencapai USD633,2 juta pada tahun 2023. Kondisi ini mengindikasikan semakin kompetitifnya harga sarang burung walet Indonesia di pasar global, meskipun tingginya konsentrasi pasar

juga menimbulkan kerentanan terhadap perubahan permintaan dan kebijakan di negara tujuan ekspor.

Dari perspektif produksi, sentra sarang burung walet di Indonesia tersebar di sejumlah provinsi, antara lain Sumatera Utara, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, dan Jawa Tengah. Sumatera Utara mencatatkan pertumbuhan ekspor tertinggi sebesar 79,65% pada tahun 2023 (BPS, 2024). Sebaliknya, beberapa daerah seperti Jawa Timur mengalami penurunan volume ekspor sebesar 6,8% pada periode yang sama, yang mengindikasikan adanya pergeseran pusat produksi serta ketidakstabilan pasokan. Di sisi lain, industri sarang burung walet juga dihadapkan pada berbagai tantangan, mulai dari ketatnya persyaratan *General Administration of Customs of China* (GACC), isu keamanan pangan seperti kandungan nitrit, hingga praktik perdagangan yang belum sepenuhnya berkelanjutan (Zhang et al., 2023). Selain itu, negara pesaing seperti Malaysia dan Thailand telah lebih dahulu mengembangkan industri pengolahan dengan sertifikasi internasional, sehingga mampu menembus pasar global dengan harga jual yang lebih tinggi dan meningkatkan daya saingnya.

Kajian terdahulu terkait daya saing ekspor sarang burung walet telah dilakukan menggunakan beragam pendekatan analitis. Aljaninansya et al. (2025) mengkaji daya saing melalui metode *Revealed Comparative Advantage* (RCA) dan *Export Product Dynamics* (EPD), sementara itu, Purba et al. (2022) mengevaluasi daya saing di beberapa negara tujuan dan menemukan bahwa komoditas ini memiliki daya saing kuat di pasar Tiongkok, tetapi relatif lemah di Australia dan Jepang. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih bersifat parsial dan belum mengombinasikan analisis keunggulan komparatif, dinamika daya saing, serta dekomposisi sumber pertumbuhan ekspor secara terpadu. Kondisi ini menunjukkan adanya celah penelitian yang dapat diisi melalui pendekatan multi-metode yang lebih komprehensif.

Berdasarkan kompleksitas permasalahan dan kesenjangan kajian tersebut, dilakukan satu analisis integratif untuk mendapatkan profil keunggulan komparatif dan kompetitif

serta kinerja ekspor sarang burung walet di Indonesia yang diharapkan dapat menjadi dasar empiris bagi perumusan kebijakan yang lebih efektif dalam meningkatkan nilai tambah dan keberlanjutan ekspor komoditas strategis tersebut.

METODE PENELITIAN

Metode Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif-analitis untuk menganalisis daya saing dan kinerja ekspor sarang burung walet Indonesia di pasar internasional. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan United Nations Comtrade Database, mencakup nilai ekspor sarang burung walet Indonesia dengan kode HS 0410, total ekspor Indonesia, serta ekspor komoditas sejenis di tingkat dunia. Periode pengamatan meliputi tahun 2015–2024, dengan negara tujuan utama ekspor meliputi Tiongkok, Hongkong, Singapura, Amerika Serikat, dan Vietnam.

Analisis Data

Analisis Keunggulan Komparatif

Analisis keunggulan komparatif dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Revealed Comparative Advantage (RCA)*. Indeks ini mengukur keunggulan komparatif suatu komoditas berdasarkan proporsi ekspornya dibandingkan dengan proporsi ekspor komoditas yang sama di tingkat dunia (Mishra, 2022). Nilai RCA dituliskan sebagai rumus (1).

RCAi = (Xi/Xt) / (Wi/Wt).....(1)

Keterangan:

- RCAi : Keunggulan komparatif sarang burung walet Indonesia
Xi : Nilai ekspor komoditas sarang burung walet dari Indonesia (USD)

- Xt : Nilai total ekspor dari negara Indonesia (USD)
Wi : Nilai ekspor dunia komoditas sarang burung walet (USD)
Wt : Nilai total ekspor dunia (USD)

Dengan ketentuan bahwa nilai RCA > 1 menunjukkan bahwa Indonesia memiliki keunggulan komparatif dalam mengeksport sarang burung walet di pasar internasional, sedangkan nilai RCA < 1 menunjukkan kelemahan daya saing komparatif.

Analisis Dinamika Daya Saing

Analisis dinamika daya saing dan posisi kompetitif sarang burung walet Indonesia dilakukan dengan menggunakan metode *Export Product Dynamics (EPD)*. Metode ini mengklasifikasikan posisi ekspor suatu komoditas berdasarkan pertumbuhan pangsa pasar dan pertumbuhan permintaan dunia. Hasil analisis EPD dikelompokkan ke dalam empat kategori, yaitu *rising star*, *falling star*, *lost opportunity*, dan *retreat* (Kovbatiuk et al., 2025). Secara umum *Export Product Dynamic (EPD)* dihitung dengan rumus (2) dan (3).

Sumbu X = (Σt=1(Xij/Wij) x 100% - Σt=1(Xij/Wij)t-1 x 100%) / T (2)

Sumbu y = (Σt=1(Xt/Wt) x 100% - Σt=1(Xt/Wt)t-1 x 100%) / T (3)

Keterangan:

- i : komoditas sarang burung walet
j : Negara Indonesia, Amerika Serikat, Hongkong, Singapura, China dan Vietnam
Xij : Nilai ekspor komoditas sarang burung walet negara Indonesia ke negara tujuan (USD)
Wij : Nilai ekspor komoditas sarang burung walet dunia ke negara tujuan (USD)
Xt : Total nilai ekspor komoditas negara Indonesia ke negara tujuan (USD)
Wt : Total nilai ekspor komoditas dunia ke negara tujuan (USD)
T : Jumlah tahun analisis

Tabel 1. Matrix *Export Product Dynamics (EPD)*

Share of Country's Export in World Trade (X)	Share of Product in World Trade (Y)	
	Rising / Dynamic (+)	Falling / Stagnant (-)
Rising / Competitive (+)	Rising Star	Falling Stars
Falling / NonCompetitive (-)	Lost Opportunity	Retreat

Untuk menganalisis kinerja ekspor sarang burung walet Indonesia digunakan pendekatan *Constant Market Share Analysis* (CMSA). Metode ini digunakan untuk mendekomposisi perubahan ekspor ke dalam beberapa komponen utama, yaitu efek pertumbuhan perdagangan dunia, efek komposisi produk, efek distribusi pasar, dan efek daya saing. Model CMSA yang secara matematis dapat dinyatakan dalam empat komponen utama, yaitu efek pertumbuhan dunia (rumus 4, 5 dan 6), efek struktur komoditas (rumus 7), efek distribusi pasar (rumus 8), dan efek daya saing (rumus 9) (Aryudiawan dan Suadi, 2022).

Indeks Pertumbuhan:

$$g = \frac{W_t - W_{(t-1)}}{W_{(t-1)}} \dots\dots\dots (4)$$

$$gi = \frac{W_{ti} - W_{(t-1)i}}{W_{(t-1)i}} \dots\dots\dots (5)$$

$$gij = \frac{W_{tij} - W_{(t-1)ij}}{W_{(t-1)ij}} \dots\dots\dots (6)$$

Efek Komposisi Produk

$$EKP = \frac{\sum_i (g_i - g) E_{i(t-1)}}{E_{(t-1)}} \dots\dots\dots (7)$$

Efek Distribusi Pasar

$$EDP = \frac{\sum_i \sum_j (g_{ij} - g_i) E_{ij(t-1)}}{E_{(t-1)}} \dots\dots\dots (8)$$

Efek Daya Saing

$$EDS = \frac{\sum_i \sum_j (E_{ij(t)} - E_{ij(t-1)} - g_{ij} E_{ij(t-1)})}{E_{(t-1)}} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan

- W(t) : nilai ekspor total dunia tahun t (USD)
W(t-1) i : nilai ekspor total dunia tahun t-1 (USD)
W(t-1) ij : nilai ekspor total suatu negara tahun t-1 (USD)
g : nilai pertumbuhan standar semua komoditi dunia (%)
gi : nilai pertumbuhan ekspor sarang burung walet dunia tahun t (%)
gij : pertumbuhan standar komoditi sarang burung walet dunia ke negara j tahun t (%)
Ei(t) : nilai ekspor komoditi sarang burung walet suatu negara tahun t (USD)

- Ei(t-1) : nilai ekspor komoditi sarang burung walet suatu negara tahun t-1 (USD)
Eij(t) : nilai ekspor komoditi sarang burung walet dari suatu negara ke negara tujuan pada tahun t (USD)
Eij(t-1) : nilai ekspor komoditi sarang burung walet dari suatu negara ke negara tujuan pada tahun t (USD)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keunggulan Komparatif Sarang Burung Walet Indonesia di Pasar Internasional

Analisis keunggulan komparatif sarang burung walet Indonesia terhadap pasar internasional dapat diukur melalui nilai *Revealed Comparative Advantage* (RCA). Tabel 2 menyajikan rata-rata RCA ekspor sarang burung walet Indonesia di sejumlah negara tujuan utama pada periode 2015-2024. Data ini mencerminkan dinamika daya saing produk tersebut di kancah perdagangan global.

Hasil analisis *Revealed Comparative Advantage* (RCA) pada Tabel 2 menunjukkan keunggulan komparatif yang kuat dan konsisten pada sarang burung walet Indonesia di pasar internasional periode 2015-2024. Nilai RCA yang secara konsisten lebih besar dari satu (> 1) menunjukkan kontribusi ekspor komoditas ini terhadap total ekspor nasional melebihi pangsanya dalam perdagangan global. Temuan ini menegaskan posisi sarang burung walet sebagai komoditas unggulan ekspor Indonesia, selaras dengan penelitian Aljaninansya et al. (2025) tentang keunggulan komparatif tinggi di pasar utama Asia.

Nilai RCA yang tinggi mencerminkan keunggulan struktural Indonesia sebagai produsen utama sarang burung walet dunia. Dominasi pasokan global ini didukung oleh kondisi geografis dan iklim yang sesuai untuk habitat walet, sehingga membentuk keunggulan berbasis sumber daya alam. Menurut Purba et al. (2022), nilai RCA tinggi umumnya menunjukkan spesialisasi produksi yang kuat, khususnya pada komoditas dengan karakteristik sumber daya spesifik. Keunggulan komparatif sarang burung walet Indonesia bersifat inheren dan relatif stabil dalam jangka menengah.

Keunggulan komparatif paling kuat terlihat pada pasar China sebagai tujuan ekspor utama. Nilai RCA yang tinggi di pasar

ini merefleksikan ketergantungan besar terhadap pasokan dari Indonesia dan posisi unggul dibandingkan negara pesaing. Temuan ini konsisten dengan penelitian Purba et al. (2022) yang menyatakan daya saing ekspor sarang burung walet Indonesia paling menonjol di pasar Tiongkok, sementara di pasar lain keunggulannya lebih lemah akibat persaingan ketat. Tingginya keunggulan komparatif belum sepenuhnya diikuti

peningkatan nilai tambah domestik. Ekspor sarang burung walet Indonesia masih didominasi produk mentah atau setengah olahan, sehingga nilai ekonomi terbesar dinikmati negara pengimpor dengan industri pengolahan dan sertifikasi lebih maju. Kondisi ini sejalan dengan temuan Halkam et al. (2024) tentang keterbatasan hilirisasi dan standar mutu sebagai penghambat optimalisasi manfaat ekonomi ekspor.

Tabel 2. Keunggulan komparatif komoditas sarang burung walet Indonesia di Negara Tujuan Utama (2015-2024) berdasarkan nilai *Revealed Comparative Advantage (RCA)*

Tahun	Nilai RCA				
	Tiongkok	Hongkong	Singapura	Amerika Serikat	Vietnam
2015	0,54	2,98	3,38	0,17	0,05
2016	0,88	6,45	2,37	0,17	1,08
2017	1,81	5,81	0,80	0,17	0,10
2018	0,88	3,52	1,76	0,14	2,65
2019	3,16	3,53	2,51	0,13	0,13
2020	4,23	2,38	1,13	0,12	0,08
2021	3,37	2,72	1,84	0,20	0,12
2022	4,62	3,08	1,18	0,18	4,30
2023	5,11	2,53	0,95	0,10	2,38
2024	5,92	2,75	1,17	0,11	1,44
Total	30,51	35,75	17,09	1,49	12,32
Rata-rata	3,05	3,57	1,71	0,15	1,23

Keunggulan komparatif tinggi perlu ditransformasikan menjadi keunggulan kompetitif berkelanjutan. Bari et al. (2024) menekankan keunggulan berbasis sumber daya harus didukung inovasi, efisiensi industri, dan penguatan rantai nilai untuk bertahan dalam persaingan global. Hasil analisis RCA menunjukkan Indonesia memiliki fondasi keunggulan komparatif kuat, namun peningkatan kualitas, pengolahan, dan diversifikasi pasar tetap menjadi kunci penguatan daya saing ekspor sarang burung walet secara berkelanjutan.

Dinamika Posisi Kompetitif Ekspor Sarang Burung Walet Indonesia di Pasar Internasional

Posisi kompetitif ekspor sarang burung walet Indonesia di pasar internasional dapat dievaluasi melalui metode *Export Product Dynamics (EPD)*. Tabel 3 menyajikan rata-rata nilai pertumbuhan pangsa pasar ekspor

Indonesia (X) dan pertumbuhan pangsa pasar komoditas global (Y) pada periode 2015-2024. Klasifikasi posisi pasar yang dihasilkan memberikan gambaran objektif mengenai dinamika dan kategori kinerja ekspor di setiap negara tujuan utama.

Tabel 3. Nilai *Export Product Dynamics (EPD)* Sarang Burung Walet Indonesia di Negara Tujuan Utama

Negara tujuan	Growth of market share		Market Position
	Export (X)	Comodity (Y)	
Tiongkok	0,031	0,003	RS
Hongkong	0,005	0,000	RS
Singapura	0,003	-0,001	FS
Amerika Serikat	0,016	0,000	RS
Vietnam	0,016	0,003	RS

Keterangan: RS= *Raising Star*, FS= *Falling Star*

Analisis *Export Product Dynamics* (EPD) menunjukkan bahwa ekspor sarang burung walet Indonesia pada periode 2015-2024 mengalami dinamika positif dan menguntungkan. Berdasarkan pertumbuhan pangsa pasar dan permintaan global, komoditas ini terutama di pasar China dikategorikan sebagai *rising star*. Posisi ini mengindikasikan bahwa ekspor Indonesia tumbuh lebih pesat dari rata-rata perdagangan dunia, sekaligus berhasil memperluas penetrasi pasarnya. Sebagaimana dijelaskan Purba et al. (2022), status *rising star* mencerminkan kemampuan suatu negara dalam menangkap peluang pasar global secara efektif.

Menguatnya posisi kompetitif ini didorong oleh meningkatnya permintaan internasional terhadap sarang burung walet sebagai produk pangan bernilai tinggi dan fungsional. Dorongan utama berasal dari pasar Asia Timur, terutama Tiongkok, yang berkontribusi signifikan terhadap peningkatan nilai ekspor Indonesia. Temuan ini selaras dengan penelitian Mutifa et al. (2025) yang menyimpulkan bahwa pertumbuhan ekspor sarang burung walet sangat dipengaruhi oleh dinamika permintaan dan kebijakan impor negara tujuan. Dengan demikian, hasil EPD mengonfirmasi bahwa kinerja ekspor tidak hanya bertumpu pada keunggulan komparatif, tetapi juga pada responsivitas terhadap perubahan pasar global.

Dinamika kinerja ekspor ini tidak merata di semua negara tujuan. Di beberapa pasar non-utama, posisi Indonesia justru berada pada kategori *falling star* atau *lost opportunity*. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan permintaan global belum diimbangi dengan pertumbuhan pangsa pasar Indonesia di wilayah tersebut, mengindikasikan hambatan dalam penetrasi pasar dan daya saing relatif. Temuan ini diperkuat oleh Zulkefle et al. (2024) yang menyatakan bahwa daya saing produk ini masih menghadapi tantangan di pasar dengan standar mutu dan regulasi yang lebih ketat.

Perbedaan posisi EPD antar pasar juga mengungkap tingkat ketergantungan ekspor Indonesia yang tinggi pada pasar utama, khususnya Tiongkok. Ketergantungan ini menimbulkan kerentanan apabila terjadi perubahan kebijakan perdagangan, standar

keamanan pangan, atau preferensi konsumen di negara tujuan. Seperti dikemukakan Halkam et al. (2024), konsentrasi pasar ekspor yang tinggi dapat memperbesar risiko guncangan eksternal terhadap kinerja ekspor. Oleh karena itu, meskipun berstatus *rising star*, struktur pasar yang belum terdiversifikasi tetap menjadi tantangan strategis bagi keberlanjutan ekspor.

Dalam kerangka pembangunan daya saing berkelanjutan, temuan EPD ini menggarisbawahi urgensi untuk tidak hanya mempertahankan, tetapi juga meningkatkan posisi kompetitif. Mmadubuko et al. (2025) menyatakan bahwa keunggulan yang langgeng hanya dapat dibangun melalui terobosan inovasi, peningkatan kualitas, serta penciptaan diferensiasi produk. Di sisi lain, komitmen terhadap standardisasi dan sertifikasi berstandar internasional merupakan kunci untuk membuka akses pasar yang lebih luas dan beragam. Dengan demikian, kajian ini menyimpulkan bahwa solidnya kinerja ekspor di pasar utama perlu diimbangi dengan strategi jitu untuk mendiversifikasi pasar dan mengokohkan fondasi daya saing, agar pertumbuhan ekspor sarang burung walet Indonesia dapat benar-benar berkelanjutan dan tahan terhadap gejolak pasar global.

Kinerja Ekspor Sarang Burung Walet Indonesia di Pasar Internasional

Dinamika pertumbuhan ekspor sarang burung walet Indonesia ke lima negara tujuan utama selama periode 2015-2024 menunjukkan perbedaan karakteristik pasar (Tabel 4).

Tabel 4. Pertumbuhan ekspor sarang burung walet Indonesia ke negara tujuan utama (2015-2024)

Negara Tujuan	Indeks (%)
Tiongkok	0,50
Hongkong	0,12
Singapura	0,11
Amerika Serikat	0,10
Vietnam	1,74

Vietnam menjadi pasar paling dinamis dengan indeks pertumbuhan tertinggi, didukung oleh perannya sebagai pusat pengolahan dan re-ekspor serta kebijakan impor yang relatif fleksibel (Aljaninansya et al., 2025). Tiongkok tetap menjadi pasar

utama dengan pertumbuhan moderat akibat tingginya permintaan yang diimbangi oleh pengetatan regulasi keamanan pangan dan ketertelusuran (Saputra et al., 2022). Nilai indeks yang rendah pada Hongkong dan Singapura mencerminkan kejenuhan pasar dan pergeseran fungsi sebagai hub transit perdagangan, sementara pertumbuhan ke Amerika Serikat relatif terbatas akibat ketatnya persyaratan keamanan pangan (Halkam et al., 2024). Pola konsentrasi ekspor Indonesia yang masih didominasi pasar Asia menunjukkan kuatnya pengaruh faktor budaya dan persepsi kesehatan dalam konsumsi sarang burung walet, yang menegaskan pentingnya strategi ekspor yang disesuaikan dengan karakteristik masing-masing negara tujuan (Rahmawati et al., 2022).

Hasil perhitungan Efek Komposisi Produk (EKP) ekspor sarang burung walet Indonesia pada periode 2015-2024 (Tabel 5) menunjukkan bahwa kontribusi struktur produk terhadap kinerja ekspor bersifat fluktuatif dan belum stabil. Nilai EKP yang cenderung positif pada periode 2015–2020 mengindikasikan bahwa komposisi produk ekspor pada fase tersebut relatif selaras dengan permintaan pasar global, sehingga mampu mendukung pertumbuhan ekspor secara temporer tanpa bergantung pada perubahan daya saing harga atau distribusi pasar (Zulkefle et al., 2024). Perubahan nilai EKP menjadi negatif pada periode 2021–2022 dan 2024 mencerminkan ketidaksesuaian struktur produk ekspor dengan dinamika permintaan global, yang mengindikasikan belum optimalnya pengalihan ekspor sarang burung walet Indonesia ke segmen pasar bernilai tinggi. Nilai rata-rata EKP yang relatif rendah secara keseluruhan menegaskan terbatasnya peran komposisi produk sebagai pendorong pertumbuhan ekspor, sehingga diperlukan strategi diversifikasi dan adaptasi struktur produk agar lebih responsif terhadap perubahan permintaan internasional guna mendukung keberlanjutan kinerja ekspor (Yeo et al., 2021).

Hasil perhitungan Efek Distribusi Pasar (EDP) ekspor sarang burung walet Indonesia menunjukkan perbedaan kontribusi yang jelas antar negara tujuan utama (Tabel 6). Nilai EDP yang positif dan relatif tertinggi pada pasar Tiongkok mengindikasikan bahwa

ekspor Indonesia terkonsentrasi pada pasar dengan pertumbuhan impor yang lebih cepat dibandingkan rata-rata dunia, didukung oleh kuatnya permintaan produk kesehatan dan pangan tradisional, sehingga memberikan kontribusi positif terhadap pertumbuhan ekspor nasional (Halkam et al., 2024). Sebaliknya, nilai EDP yang cenderung negatif pada Hongkong dan Singapura mencerminkan bahwa kedua negara tersebut bukan lagi pasar dengan pertumbuhan impor yang tinggi, melainkan berperan sebagai pusat transit dan re-ekspor dengan permintaan domestik yang terbatas, sehingga konsentrasi ekspor ke pasar tersebut justru mengarah pada pertumbuhan yang lebih lambat (Dittmer, 2019). Nilai EDP negatif pada Amerika Serikat menunjukkan bahwa distribusi ekspor Indonesia belum terarah pada pasar dengan pertumbuhan impor yang dinamis, yang dipengaruhi oleh keterbatasan basis konsumen serta ketatnya standar sanitasi dan keamanan pangan, sehingga ekspor ke pasar ini tidak memberikan dorongan signifikan terhadap pertumbuhan melalui efek distribusi pasar (Nursafira et al., 2025).

Sementara itu, nilai EDP Vietnam yang relatif kecil dan fluktuatif mencerminkan perannya yang terbatas sebagai pasar impor, mengingat posisi Vietnam sebagai produsen dan eksportir sarang burung walet, sehingga distribusi ekspor Indonesia ke negara tersebut hanya memberikan kontribusi minimal terhadap kinerja ekspor nasional (Safitri et al., 2025).

Hasil perhitungan Efek Daya Saing (EDS) ekspor sarang burung walet Indonesia ke negara tujuan utama (Tabel 4) menunjukkan variasi tingkat daya saing antar pasar tujuan. Tiongkok mempunyai nilai EDS tertinggi, hal ini mengindikasikan bahwa Indonesia memiliki daya saing relatif lebih kuat melalui kemampuan memperluas pangsa pasar, yang didukung oleh efisiensi produksi, jaringan perdagangan, dan penetrasi pasar yang baik di negara tujuan utama tersebut (Wardani et al., 2018). Nilai EDS yang positif namun kecil dan tidak stabil pada Hongkong mencerminkan lemahnya daya saing murni Indonesia akibat peran Hongkong sebagai hub re-ekspor, sehingga faktor daya saing tidak sepenuhnya tercermin sebagaimana pada pasar konsumsi langsung.

Tabel 5. Efek Komposisi Produk dan Efek Distribusi Pasar (EDP) sarang burung walet Indonesia tahun 2015-2024

Tahun	EKP	EDP									
		Tionggok		Hongkong		Singapura		Amerika Serikat		Vietnam	
		EDP	EDS	EDP	EDS	EDP	EDS	EDP	EDS	EDP	EDS
2015	0,00000	0,00000	0,000000	0,00000	0,000000	0,00000	0,000000	0,00000000	0,000000	0,00000	0,000000
2016	0,00023	0,00009	0,000127	0,00040	0,000488	-0,00007	-0,000012	-0,00000005	-0,000013	-0,00001	0,000004
2017	0,00029	0,00039	0,000460	-0,00016	0,000102	-0,00015	-0,000065	-0,00000385	-0,000067	0,00007	0,000086
2018	0,00006	0,00014	0,000221	-0,00037	-0,000258	0,00012	0,000096	-0,00001366	0,000097	0,00002	0,000040
2019	0,00014	0,00039	0,000432	-0,00004	-0,000010	0,00008	0,000046	-0,00000336	0,000047	-0,00009	-0,000083
2020	0,00081	0,00078	0,001167	-0,00020	-0,000043	-0,00017	-0,000097	-0,00000457	-0,000098	-0,00008	-0,000056
2021	-0,00068	-0,00055	-0,000400	0,00006	0,000087	0,00008	0,000078	0,00005996	0,000078	0,00002	0,000017
2022	-0,00033	0,00025	0,000156	-0,00002	-0,000041	-0,00004	-0,000058	-0,00000668	-0,000059	0,00027	0,000263
2023	0,00034	0,00014	-0,000018	-0,00006	-0,000049	-0,00002	-0,000028	-0,00004293	-0,000028	-0,00012	0,000098
2024	-0,00021	0,00008	-0,000192	-0,00001	-0,000057	0,00001	0,000002	0,00001072	0,000002	-0,00004	-0,000066
Rata-rata	0,00007	0,0002	0,000195	-0,00004	0,000022	-0,00002	-0,000004	-0,0000004	-0,000004	0,000004	0,000030

Keterangan: EKP = Efek Komposisi Produk, EDP= Efek Distribusi Produk

Nilai EDS yang cenderung negatif pada Singapura dan Amerika Serikat menunjukkan bahwa pertumbuhan ekspor ke kedua negara tersebut lebih dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti regulasi, standar keamanan pangan, dan struktur persaingan dibandingkan oleh peningkatan daya saing produk Indonesia (Sugiharti et al., 2020). Nilai EDS Vietnam yang positif namun relatif kecil mengindikasikan adanya daya saing regional yang didorong oleh kedekatan geografis, kemiripan preferensi konsumen, dan efisiensi biaya logistik di kawasan Asia Tenggara (Wardani et al., 2018). Pola nilai EDS yang kecil dan fluktuatif secara keseluruhan menegaskan bahwa peningkatan ekspor sarang burung walet Indonesia selama periode 2015–2024 belum sepenuhnya ditopang oleh penguatan daya saing internal, melainkan juga dipengaruhi oleh pertumbuhan permintaan global dan faktor eksternal, sehingga penguatan standar keamanan pangan, ketertelusuran, dan penyesuaian struktur produk terhadap kebutuhan pasar menjadi strategi yang krusial untuk meningkatkan keberlanjutan daya saing, sejalan dengan temuan (Purba et al., 2022).

Berdasarkan hasil *Constant Market Share Analysis* (CMSA) terhadap ekspor sarang burung walet Indonesia ke lima negara tujuan utama selama periode 2015–2024, pertumbuhan ekspor dipengaruhi oleh kombinasi faktor struktur produk, distribusi pasar, dan daya saing dengan kontribusi yang bervariasi pada masing-masing komponen. Hasil EKP, EDP, dan EDS secara umum menunjukkan bahwa pertumbuhan ekspor sarang burung walet Indonesia masih bersifat *demand-driven* dan struktural, dengan ketergantungan yang tinggi pada permintaan pasar tujuan tertentu, sementara kontribusi dari penguatan komposisi produk, optimalisasi distribusi pasar, dan peningkatan daya saing internal masih relatif terbatas. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kinerja ekspor belum sepenuhnya ditopang oleh transformasi struktural dan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan (Maulidar et al., 2025).

Implikasi dari temuan tersebut menegaskan perlunya strategi penguatan daya saing nasional melalui peningkatan nilai tambah, diversifikasi pasar, dan penguatan

kelembagaan ekspor. Pengembangan hilirisasi dan inovasi produk menjadi penting untuk memperkuat daya saing jangka panjang, terutama mengingat disparitas nilai EDS antar negara tujuan dan masih lemahnya daya saing di pasar dengan standar tinggi seperti Singapura dan Amerika Serikat. Strategi diversifikasi pasar juga menjadi krusial untuk mengurangi risiko ketergantungan pada pasar utama seperti Tiongkok dan Hongkong, sekaligus meningkatkan ketahanan ekspor nasional terhadap dinamika ekonomi global. Penguatan kebijakan institusional, sistem logistik, dan infrastruktur ekspor diperlukan untuk meningkatkan efektivitas distribusi pasar, yang tercermin dari masih rendahnya nilai EDP pada beberapa negara tujuan. Seluruh upaya tersebut memerlukan sinergi yang kuat antara pemerintah, industri, dan pelaku usaha dalam menciptakan ekosistem ekspor yang berdaya saing dan berkelanjutan, sejalan dengan pendekatan kolaboratif dalam pengembangan keunggulan kompetitif nasional.

KESIMPULAN

Sarang burung walet merupakan komoditas unggulan nasional dengan keunggulan komparatif yang kuat dan mempunyai peran strategis dalam perdagangan internasional Indonesia. Terdapat potensi pertumbuhan ekspor yang positif pada pasar Tiongkok, Hongkong, Amerika Serikat, dan Vietnam, sementara pasar Singapura memerlukan evaluasi dan strategi penyesuaian yang lebih terarah. Peningkatan nilai tambah dan keunggulan kompetitif harus menjadi agenda penting untuk keberlanjutan ekspor ke depan dengan cara lebih mendorong pertumbuhan ekspor sarang burung walet Indonesia oleh faktor distribusi pasar dan dinamika permintaan global dibandingkan dengan penguatan daya saing internal dan pengembangan komposisi produk.

Upaya peningkatan kinerja ekspor sarang burung walet Indonesia perlu diarahkan pada penguatan penetrasi pasar yang berpotensi tinggi seperti Tiongkok, Hongkong, Amerika Serikat, dan Vietnam melalui peningkatan kualitas produk, pemenuhan standar internasional, serta

pengembangan produk bernilai tambah dalam bentuk olahan. Peran pemerintah, khususnya melalui penguatan fungsi Badan Karantina Indonesia, menjadi krusial dalam menjamin mutu, keamanan, dan kepatuhan produk terhadap ketentuan sanitari dan fitosanitari negara tujuan, mengingat keberterimaan produk di pasar utama semakin ditentukan oleh pemenuhan standar teknis dan regulasi non-tarif yang ketat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aljaninansya, H., Purnomo, S.H., Irianto, H., Barokah, U., 2025. Competitiveness analysis of Indonesian swallow's nest commodity in international market. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 1490, 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1490/1/012019>
- Aryudiawan, C., Suadi, S., 2022. A constant market share analysis of Indonesia's fishery export. Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada 24, 91. <https://doi.org/10.22146/jfs.72860>
- Bari, N., Chimhundu, R., Chan, K.C., 2024. Interrelation between sustainable dynamic capabilities, corporate sustainability, and sustained competitive advantage. Sustainability 16, 2864. <https://doi.org/10.3390/su16072864>
- BPS, 2024. Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia: Ekspor 2024 (Buku I). Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Dittmer, L., 2019. The uncertain future of hong kong, in: changes and continuities in Chinese communism. Routledge, pp. 230–242. <https://doi.org/10.4324/9780429043840-10>
- Halkam, H., Demmallino, E.B., Ali, M.S.S., Suhab, S., 2024. Edible bird's nest as a trade commodity between Indonesia and China in 2017-2021. Proceeding of the International Conference on Multidisciplinary Research for Sustainable Innovation 1, 576–584. <https://doi.org/10.31098/icmrsv1i.848>
- Kovbatiuk, M. V., Shkliar, V. V., Kovbatiuk, H.O., Pietukhov, A.S., 2025. Modern trends and developments in international trade. Business Inform 4, 33–42. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-4-33-42>
- Maulidar, P., Yulfianti, C., Prasetyo, F.H., 2025. Economic complexity as a driver of economic growth in indonesia: a multidimensional analysis of trade, technology, and research. Ekonomikalia Journal of Economics 3, 132–149. <https://doi.org/10.60084/eje.v3i2.346>
- Mishra, R.K., 2022. Measuring comparative advantage through RCA: An empirical application with implications for South Asian Nations. International Journal of Financial Management and Economics 5, 170–177. <https://doi.org/10.33545/26179210.2022.v5.i2.245>
- Mmadubuko, M., Gyan-Amponsah, P., Sousa, C., 2025. Product innovation and SME export intensity: The moderating role of government support business environment and quality certification. The International Journal of Entrepreneurship and Innovation 26, 210–223. <https://doi.org/10.1177/14657503251332139>
- Mutifa, A.A., Rianse, I.S., Yusria, W.O., Saediman, H., 2025. Marketing analysis of edible bird's nest in Tinanggea Village in Southeast Sulawesi. International Journal of Management and Business Intelligence 3, 391–408. <https://doi.org/10.59890/ijmbi.v3i5.185>
- Nursafira, A., Syafriani, A., Matondang, S.N., Nurhamda, D.R., Sakuntala, D., 2025. Analysis of factors affecting export and import performance. Indonesian Journal of Entrepreneurship and Startups 3, 21–32. <https://doi.org/10.55927/ijes.v3i1.13355>
- Purba, H.J., Yusuf, E.S., Hestina, J., Erwidodo, Hasri Azahari, D., Wahida, Betsi Dabukke, F., Elizabeth, R., 2022. Competitiveness of Indonesia's edible-nest swiftlet exports. E3S Web of Conferences 361, 02010.

- <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236102010>
- Rahmawati, D., Hadi Purnomo, S., Marwanti, S., 2022. Export performance of Indonesian swallow's nest commodities in main destination countries. *Scientific Horizons* 25. [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(12\).2022.90-101](https://doi.org/10.48077/scihor.25(12).2022.90-101)
- Safitri, F.I., Taufiq, M., Utami, A.F., 2025. Analysis of market structure and competitiveness of Indonesian pepper exports against Vietnam, China, The United States and Germany. *Journal of Applied Business, Taxation and Economics Research* 4, 484–497. <https://doi.org/10.54408/jabter.v4i3.386>
- Saputra, P.D., Asihatka, F., Sutanto, E.P., 2022. Analysis of swallow nest export strategies from Indonesia to China with export restriction regulations, in: *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. IEOM Society International, Michigan, USA, pp. 2656–2665. <https://doi.org/10.46254/AN12.20220491>
- Sugiharti, L., Purwono, R., Esquivias Padilla, M.A., 2020. Analysis of determinants of Indonesian agricultural exports. *Entrepreneurship and Sustainability Issues* 7, 2676–2695. [https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4\(8\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4(8))
- Wardani, M.A., Mulatsih, S., Rindayati, W., 2018. Competitiveness and factors affecting Indonesian food industry's export to regional comprehensive economic partnership. *ETIKONOMI* 17, 185–198. <https://doi.org/10.15408/etk.v17i2.7239>
- Yeo, B.H., Tang, T.K., Wong, S.F., Tan, C.P., Wang, Y., Cheong, L.Z., Lai, O.M., 2021. Potential residual contaminants in edible bird's nest. *Front. Pharmacol.* 12. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.631136>
- Zhang, Yin, Zhang, Yingjie, Jia, J., Peng, H., Qian, Q., Pan, Z., Liu, D., 2023. Nitrite and nitrate in meat processing: Functions and alternatives. *Curr. Res. Food Sci.* 6, 100470. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100470>
- Zulkefle, N.N., Ibrahim, M.A., Azuan, N.F., Ch'ng, S.E., Ismail, N., Abu Bakar, M.Z., Chan, K.W., 2024. A Review on the edible bird's nest quality and manufacturing standards of the three largest exporting countries in the world. *J. Food Qual.* 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/5608357>

PERAN KELEMBAGAAN KELOMPOK TANI DALAM STRATEGI PENGEMBANGAN USAHATANI TEMBAKAU DI KABUPATEN GRESIK

The Institutional Role of Farmer Groups Tobacco Farming Development Strategies in Gresik Regency

Luthfiyah*, Mubarakah, Taufik Setyadi

Program Studi Magister Agribisnis, Fakultas Pertanian UPN Veteran Jawa Timur

**) Penulis korespondensi: fiyahrose88@gmail.com*

Submisi: 26.1.2026; Revisi: 25.4.2026; Penerimaan: 1.5.2026; Dipublikasikan: 1.9.2026
Dipublikasikan online: 9.7.2026

ABSTRAK

Usahatani tembakau merupakan sumber pendapatan penting bagi petani di Kecamatan Benjeng, Kabupaten Gresik, namun pengembangannya masih menghadapi keterbatasan kapasitas petani dan lemahnya peran kelembagaan kelompok tani. Karakteristik petani dan efektivitas kelompok tani menjadi faktor kunci dalam mendukung keberlanjutan usahatani tembakau. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik petani, kondisi dan peran kelembagaan kelompok tani, serta merumuskan strategi pengembangan usahatani tembakau yang berkelanjutan. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan penentuan responden secara *purposive* terhadap 15 petani tembakau yang tergabung dalam kelompok tani di Kecamatan Benjeng. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan kuesioner, kemudian dianalisis menggunakan SWOT melalui matriks IFAS dan EFAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa petani tembakau didominasi oleh petani berpengalaman dengan tingkat pendidikan formal yang relatif rendah, sehingga masih bergantung pada pengetahuan empiris. Kelompok tani telah terbentuk secara formal, namun perannya sebagai kelas belajar, wahana kerja sama, dan unit produksi belum berjalan optimal. Strategi agresif direkomendasikan melalui penguatan kelembagaan kelompok tani, peningkatan kapasitas petani, dan pengembangan kemitraan usaha. Ketiga penguatan tersebut diperlukan untuk mendorong penguatan kelembagaan kelompok tani dan perumusan kebijakan pengembangan usahatani tembakau yang berkelanjutan.

Kata Kunci: *Usahatani tembakau, kelompok tani, strategi, SWOT, kelembagaan*

ABSTRACT

Tobacco farming is an important source of income for farmers in Benjeng District, Gresik Regency, but its development still faces limited capacity of farmers and the weak institutional role of the farmer groups. The characteristics of farmers and the effectiveness of farmer groups are key factors in supporting tobacco farming sustainability. This study aims to analyze the characteristics of farmers, the condition and institutional role of farmer groups, and formulate a sustainable tobacco farming development strategy. The study used a qualitative descriptive approach by purposively selecting 15 tobacco farmers who were members of farmer groups in Benjeng District. Data were collected through observations, interviews, and questionnaires and then analyzed using SWOT through IFAS and EFAS matrices. The results of the study show that tobacco farmers are dominated by experienced farmers with relatively low levels of formal education; therefore, they still rely on empirical knowledge. Farmer groups have been formally formed, but their role as a learning class, vehicle for cooperation, and production unit has not been running optimally. Aggressive strategies are recommended through the institutional strengthening of farmer groups, increasing farmer capacity, and developing business partnerships. The three strengthening measures are needed to encourage the institutional strengthening of farmer groups and the formulation of sustainable tobacco farming development policies.

Keywords: *tobacco farming; farmer groups; strategy; SWOT; institutional*

LATAR BELAKANG

Pertanian merupakan sektor strategis dalam perekonomian nasional karena berperan penting dalam penyediaan bahan baku industri, penyerapan tenaga kerja, dan penguatan ekonomi pedesaan. Salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi adalah tembakau, yang hingga kini masih menjadi sumber pendapatan utama bagi sebagian petani di Indonesia (Yaqin et al., 2025). Jawa Timur tercatat sebagai provinsi penghasil tembakau terbesar dengan kontribusi lebih dari separuh produksi nasional, sehingga pengelolaan usahatani tembakau memiliki implikasi ekonomi yang signifikan baik di tingkat regional maupun nasional. Kabupaten Gresik, khususnya Kecamatan Benjeng, termasuk wilayah yang mengembangkan tembakau sebagai alternatif usahatani pada musim kemarau. Kondisi agroklimat yang relatif kering serta risiko serangan hama pada tanaman pangan mendorong petani memilih tembakau sebagai komoditas yang dinilai lebih adaptif dan menjanjikan (Sahadewo et al., 2020).

Pengembangan usahatani tembakau menghadapi tantangan tidak hanya pada tahap budidaya, tetapi juga pada penanganan pascapanen yang sangat menentukan mutu dan nilai ekonomi daun tembakau. Proses pascapanen yang belum optimal, meliputi pemetikan, pengeringan (curing), fermentasi, sortasi, dan penyimpanan, sering menurunkan kualitas fisik dan kimia daun, sehingga berdampak pada rendahnya harga jual dan memperlemah posisi tawar petani. Selain itu, pengelolaan tembakau masih didominasi oleh penjualan bahan mentah berupa daun kering dengan nilai tambah yang relatif rendah, padahal pengembangan pengolahan berbasis daun tembakau, seperti rokok linting dan produk tembakau olahan lainnya, berpotensi meningkatkan pendapatan petani, menciptakan lapangan kerja, serta memperkuat ekonomi pedesaan, meskipun masih dihadapkan pada keterbatasan modal, kapasitas teknis, akses pasar, dan regulasi.

Strategi pengembangan usahatani tembakau perlu mengatasi berbagai permasalahan struktural dan teknis seperti fluktuasi harga, ketergantungan pada tengkulak, keterbatasan akses modal, dan

ketidakpastian iklim yang mengancam keberlanjutan usaha petani. Penggunaan pupuk organik berbasis biochar terbukti dapat meningkatkan kualitas tanah, mengurangi penyakit tanaman, dan meningkatkan hasil serta nilai ekonomi tembakau, sehingga menjadi strategi budidaya yang ramah lingkungan dan berkelanjutan (Chen et al., 2025). Sistem usahatani tembakau yang multipurpose dengan diversifikasi produk, termasuk pemanfaatan biomassa untuk energi dan senyawa bioaktif, dapat meningkatkan efisiensi penggunaan input dan nilai tambah produk (Sifola et al., 2023). Penguatan kelembagaan petani melalui koperasi atau asosiasi yang mampu mengelola kontrak dan negosiasi dengan perusahaan tembakau juga penting untuk meningkatkan posisi tawar petani dan akses ke pasar (Makoye et al., 2022). Pelatihan pengembangan kapasitas pemasaran dapat meningkatkan kepercayaan diri petani dalam memasarkan produk alternatif, meskipun tantangan seperti literasi digital dan akses teknologi masih perlu diatasi (Phetphum et al., 2025). Selain itu, diversifikasi usaha tani dengan mempertimbangkan kriteria seperti kontribusi pendapatan, kesesuaian kondisi biophysical, dan kelayakan pasar dapat menjadi alternatif yang efektif untuk mengurangi ketergantungan pada tembakau dan meningkatkan ketahanan ekonomi petani.

Kelompok tani secara normatif diposisikan sebagai instrumen kelembagaan yang berperan penting dalam mendukung pembangunan pertanian dan pemberdayaan petani. Kelompok tani diharapkan mampu menjalankan fungsi sebagai wahana pembelajaran, kerja sama ekonomi, serta unit produksi dan pemasaran yang terintegrasi (Aziz dan Wardani, 2025). Melalui penguatan peran kelompok tani, petani dapat meningkatkan kapasitas teknis, memperluas akses terhadap informasi dan pasar, serta memperkuat posisi tawar dalam sistem pemasaran hasil pertanian. Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa keberadaan kelompok tani belum sepenuhnya mampu menjalankan fungsi tersebut secara optimal. Lemahnya manajemen organisasi, rendahnya partisipasi anggota, serta minimnya pendampingan menjadi faktor yang

menghambat efektivitas kelembagaan kelompok tani (Bizikova et al., 2020).

Penelitian terkait usahatani tembakau selama ini lebih banyak menitikberatkan pada aspek produksi, pemasaran, atau pemberdayaan petani secara parsial, dengan sedikit kajian yang mengintegrasikan peran kelembagaan kelompok tani sebagai penggerak utama strategi pengembangan tembakau. Studi tentang kelompok tani tembakau di wilayah non-sentra utama masih terbatas, sementara peran kelembagaan seperti kelompok tani dan koperasi terbukti penting dalam meningkatkan kesejahteraan petani melalui fasilitasi akses pasar, pelatihan teknis, dan penguatan posisi tawar dalam rantai nilai tembakau (Adhi et al., 2025; Makoye et al., 2022; Putro et al., 2024). Kelompok tani dan koperasi dapat menjadi penghubung antara petani, pasar, dan pemerintah, serta membantu mengurangi risiko produksi dan meningkatkan pendapatan melalui kerja sama dan penerapan praktik budidaya yang baik (Zhang dan Chen, 2023; Djazuli et al., 2021). Namun, tantangan kelembagaan seperti kapasitas yang lemah, konflik kepentingan, dan manajemen organisasi yang kurang optimal masih menghambat efektivitas kelompok tani dalam mendukung pengembangan usahatani tembakau (Adhi et al., 2025; Putro et al., 2024). Penguatan kelembagaan melalui pelatihan, pendampingan, dan pengembangan sistem manajemen kelompok tani dapat meningkatkan partisipasi anggota dan keberlanjutan usaha tani tembakau (Danuartha et al., 2024; Putro et al., 2024). Oleh karena itu, penelitian yang mengintegrasikan analisis kelembagaan kelompok tani dengan strategi pengembangan usahatani tembakau secara komprehensif sangat diperlukan untuk mendukung pengembangan yang berkelanjutan dan inklusif.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi dan peran kelompok tani dalam pengembangan usahatani tembakau di Kecamatan Benjeng, Kabupaten Gresik. Selain itu, penelitian ini mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang memengaruhi kinerja kelompok tani melalui pendekatan analisis SWOT. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, penelitian ini

merumuskan strategi pengembangan usahatani tembakau yang berkelanjutan dan berbasis pada penguatan kelembagaan kelompok tani. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai dinamika kelompok tani dalam mendukung usahatani tembakau.

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi akademik dan praktis bagi pengembangan agribisnis tembakau. Secara teoretis, penelitian ini memperkaya kajian kelembagaan pertanian dengan menempatkan kelompok tani sebagai elemen strategis dalam pengembangan usahatani tembakau. Secara praktis, temuan penelitian dapat menjadi rujukan bagi petani dan pengurus kelompok tani dalam memperkuat peran kelembagaan mereka. Bagi pemerintah daerah, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar perumusan kebijakan dan program pemberdayaan kelompok tani yang lebih tepat sasaran. Pada akhirnya, strategi yang dirumuskan diharapkan mampu meningkatkan daya saing dan kesejahteraan petani tembakau secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed methods* dengan desain *sequential explanatory*, yaitu pengumpulan data kualitatif didahulukan untuk menjelaskan fenomena, kemudian dilanjutkan dengan pendekatan kuantitatif untuk analisis pembobotan faktor strategis. Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Benjeng, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur, yang dipilih secara purposive dengan pertimbangan bahwa wilayah tersebut merupakan salah satu sentra pengembangan tembakau di Kabupaten Gresik pada musim kemarau serta menunjukkan peningkatan luas tanam dan produksi dalam beberapa tahun terakhir. Selain itu, Kecamatan Benjeng memiliki kelompok tani tembakau yang aktif dan menjadi sasaran berbagai program pertanian daerah, sehingga relevan untuk dikaji dari perspektif kelembagaan dan strategi pengembangan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2025, bertepatan dengan periode aktivitas utama usahatani tembakau dan kegiatan kelompok tani.

Responden penelitian ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel secara sengaja berdasarkan kriteria tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian. Responden terdiri atas 10 orang petani, yang meliputi pengurus kelompok tani dan anggota kelompok tani yang aktif mengusahakan tembakau di Kecamatan Benjeng, dengan pertimbangan bahwa mereka memiliki pengetahuan dan pengalaman langsung terkait pengelolaan usahatani serta dinamika kelompok tani dan 5 orang informan pendukung dimana 3 orang dari perangkat desa dan 2 orang dari petugas penyuluh lapangan Dinas Pertanian Kabupaten Gresik. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara mendalam, serta penyebaran kuesioner kepada responden, sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen instansi terkait, laporan kelompok tani, publikasi resmi, dan literatur ilmiah yang relevan. Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif untuk menggambarkan mekanisme usahatani tembakau dan peran kelompok tani, serta dilanjutkan pemetaan melalui penyusunan matriks IFAS (*Internal Factor Analysis Summary*) dan EFAS (*External Factor Analysis Summary*) (Rangkuti, 2015).

Perhitungan Bobot Faktor Internal dan Eksternal

Perhitungan bobot faktor internal dan eksternal bertujuan untuk memberikan penilaian terhadap tingkat kepentingan masing-masing faktor yang memengaruhi pengembangan usahatani tembakau melalui kelembagaan kelompok tani di Kecamatan Benjeng, Kabupaten Gresik. Setiap faktor diberi bobot dengan rentang nilai antara 0,0 (tidak penting) hingga 1,0 (sangat penting), dengan ketentuan bahwa jumlah bobot pada masing-masing matriks IFAS dan EFAS adalah 1,00. Matriks IFAS digunakan untuk menganalisis kekuatan dan kelemahan internal kelompok tani, sedangkan matriks EFAS digunakan untuk menganalisis peluang dan ancaman eksternal dalam pengembangan usahatani tembakau.

Pemberian Nilai (Rating)

Pemberian nilai atau rating dilakukan untuk menunjukkan tingkat pengaruh masing-masing faktor terhadap keberhasilan pengembangan usahatani tembakau berbasis kelembagaan kelompok tani. Skala penilaian yang digunakan adalah skala 1 hingga 4. Untuk faktor yang bersifat positif, yaitu kekuatan dan peluang, berlaku kriteria: nilai 1 berarti pengaruh sangat kecil, nilai 2 berarti pengaruh kecil, nilai 3 berarti pengaruh besar, dan nilai 4 berarti pengaruh sangat besar. Semakin besar nilai rating, semakin besar kontribusi faktor tersebut terhadap pengembangan usahatani tembakau. Untuk faktor yang bersifat negatif, yaitu kelemahan dan ancaman, berlaku kriteria kebalikannya: nilai 1 berarti kelemahan atau ancaman sangat besar (sangat tidak menguntungkan), nilai 2 berarti besar, nilai 3 berarti kecil, dan nilai 4 berarti sangat kecil (menguntungkan). Nilai rating yang diperoleh kemudian dikalikan dengan bobot masing-masing faktor untuk mendapatkan skor tertimbang. Total skor IFAS dan EFAS yang diperoleh selanjutnya digunakan dalam penentuan posisi strategi pengembangan kelompok tani melalui matriks kuadran SWOT.

Hasil analisis tersebut digunakan untuk merumuskan alternatif strategi pengembangan usahatani tembakau melalui matriks kuadran SWOT yang menghasilkan strategi SO, WO, ST, dan WT sebagai dasar pengambilan rekomendasi strategis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Petani Tembakau di Kecamatan Benjeng Kabupaten Gresik

Karakteristik petani merupakan salah satu aspek penting dalam memahami dinamika usahatani tembakau dan kinerja kelembagaan kelompok tani. Perbedaan karakteristik individu, seperti umur, tingkat pendidikan, dan pengalaman berusahatani, berpengaruh terhadap pola pengambilan keputusan, tingkat adopsi inovasi, serta partisipasi petani dalam kegiatan kelompok tani. Karakteristik petani tembakau yang menjadi responden penelitian disajikan secara sistematis pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Petani Tembakau di Kecamatan Benjeng Kabupaten Gresik

Karakteristik	Kategori	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
Umur	< 40 Tahun	3	20,00
	40 – 55 Tahun	8	53,33
	> 55 Tahun	4	26,67
Tingkat Pendidikan	SD	6	40,00
	SMP	5	33,00
	SMA	3	20,00
	Perguruan Tinggi	1	6,67
Pengalaman	< 10 Tahun	2	13,33
Berusahatani	10 – 20 Tahun	7	46,67
	> 20 Tahun	6	40,00
Status Keanggotaan	Pengurus Kelompok Tani	5	33,33
	Anggota Kelompok Tani	10	66,67

Petani tembakau di Kecamatan Benjeng memiliki karakteristik sosial ekonomi yang relatif beragam, namun menunjukkan pola umum yang mencerminkan kondisi petani tembakau skala kecil di wilayah pedesaan Jawa Timur. Berdasarkan hasil penelitian, sebagian besar petani tembakau berada pada kelompok usia produktif hingga mendekati usia lanjut, yang menunjukkan bahwa usahatani tembakau masih didominasi oleh tenaga kerja keluarga. Kondisi ini mengindikasikan adanya akumulasi pengalaman budidaya yang cukup panjang, namun di sisi lain berpotensi menghambat adopsi inovasi apabila tidak diimbangi dengan pendampingan yang memadai. Usia petani merupakan faktor penting yang memengaruhi kemampuan dalam menerima teknologi, mengelola risiko, serta berpartisipasi aktif dalam kegiatan kelompok tani (Wisnujati dan Patiung, 2023).

Tingkat pendidikan petani tembakau di Kecamatan Benjeng didominasi oleh lulusan pendidikan dasar dan menengah pertama, dengan jumlah petani yang menempuh pendidikan tinggi relatif terbatas. Rendahnya tingkat pendidikan formal berimplikasi pada keterbatasan kemampuan petani dalam mengakses informasi teknis, memahami dinamika pasar, serta mengelola usahatani secara manajerial. Kondisi ini menyebabkan sebagian petani masih mengandalkan pengalaman turun-temurun dalam pengambilan keputusan usaha tani. Temuan ini sejalan dengan penelitian Atasa et al. (2024) yang menyatakan bahwa pendidikan

berperan penting dalam membentuk pola pikir petani terhadap inovasi dan strategi pengembangan usahatani. Oleh karena itu, keberadaan kelompok tani sebagai media pembelajaran menjadi sangat relevan dalam meningkatkan kapasitas petani.

Dari sisi pengalaman berusahatani, petani tembakau di Kecamatan Benjeng umumnya telah mengusahakan tembakau selama bertahun-tahun, baik sebagai usaha utama maupun usaha alternatif pada musim kemarau. Pengalaman panjang tersebut membentuk pengetahuan praktis petani dalam mengelola budidaya tembakau sesuai dengan kondisi agroklimat setempat. Namun, pengalaman yang bersifat empiris sering kali belum diikuti dengan penerapan teknologi budidaya yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara pengalaman praktis dan pemanfaatan inovasi teknologi, sebagaimana juga ditemukan dalam studi Masi et al. (2022). Kesenjangan tersebut memperkuat urgensi peran kelembagaan kelompok tani dalam memfasilitasi transfer pengetahuan dan teknologi.

Karakteristik petani tembakau di Kecamatan Benjeng juga berkaitan erat dengan tingkat partisipasi dalam kelompok tani. Petani dengan usia lebih muda dan tingkat pendidikan yang relatif lebih tinggi cenderung menunjukkan keterlibatan yang lebih aktif dalam kegiatan kelompok, seperti pertemuan rutin, pelatihan, dan kerja sama pemasaran. Sebaliknya, petani yang berusia lebih tua cenderung berperan pasif dan hanya

memanfaatkan kelompok tani sebagai sarana administratif. Pola ini menegaskan bahwa karakteristik individu petani memengaruhi dinamika dan kinerja kelembagaan kelompok tani (Gapari, 2020). Dengan demikian, pemahaman terhadap karakteristik petani menjadi dasar penting dalam merancang strategi penguatan kelompok tani dan pengembangan usahatani tembakau secara berkelanjutan.

Kondisi dan Peran Kelompok Tani dalam Pengembangan Usahatani Tembakau di Kecamatan Benjeng Kabupaten Gresik

Kelompok tani di Kecamatan Benjeng telah terbentuk secara formal dan memiliki struktur organisasi yang jelas, yang terdiri atas ketua, sekretaris, dan bendahara. Keberadaan kelompok tani tersebut menunjukkan adanya kesadaran petani untuk berorganisasi dalam mendukung kegiatan usahatani tembakau. Namun, sebagaimana diungkapkan dalam hasil penelitian ini, *kelompok tani belum sepenuhnya menjalankan fungsi kelembagaan secara optimal dan masih berorientasi pada aspek administratif*. Aktivitas kelompok tani lebih banyak berkaitan dengan pendataan anggota dan penyaluran bantuan, sementara peran strategis dalam pengembangan usahatani belum menjadi prioritas. Kondisi ini sejalan dengan temuan Huanza et al. (2025) dan Ma et al. (2023) yang menyatakan bahwa banyak kelompok tani di tingkat lokal belum mampu bertransformasi menjadi kelembagaan ekonomi yang kuat.

Peran kelompok tani sebagai kelas belajar masih relatif terbatas. Berdasarkan hasil wawancara dengan responden, pertemuan kelompok tidak dilaksanakan secara rutin dan umumnya hanya dilakukan ketika terdapat program atau bantuan dari pemerintah. Akibatnya, proses pembelajaran kolektif dan pertukaran informasi antar petani belum berlangsung secara berkelanjutan. Hasil Penelitian ini juga dinyatakan bahwa sebagian besar petani masih mengandalkan pengalaman pribadi dalam mengelola usahatani tembakau tanpa dukungan diskusi teknis yang terstruktur. Kondisi tersebut memperkuat temuan Masi et al. (2022) yang menegaskan bahwa lemahnya fungsi kelompok tani sebagai kelas belajar

berdampak pada rendahnya adopsi inovasi dan teknologi pertanian.

Sebagai wahana kerja sama, kelompok tani di Kecamatan Benjeng telah berperan dalam membangun hubungan sosial antarpetani, terutama melalui kegiatan gotong royong dan komunikasi informal. Namun, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kerja sama ekonomi, khususnya dalam pengadaan sarana produksi dan pemasaran hasil tembakau, masih sangat terbatas. Sebagian besar petani masih menjual hasil tembakau secara individual kepada tengkulak, sehingga posisi tawar kelompok tani relatif lemah. Penelitian ini ditegaskan bahwa kondisi tersebut menyebabkan petani tidak memiliki kekuatan kolektif dalam menentukan harga jual. Temuan ini sejalan dengan penelitian Aziz dan Wardani (2025) serta Wisnujati dan Patiung (2023) yang menyatakan bahwa lemahnya kerja sama ekonomi kelompok tani menyebabkan rendahnya daya tawar petani dalam rantai nilai komoditas pertanian.

Peran kelompok tani sebagai unit produksi juga belum berkembang secara optimal. Berdasarkan hasil observasi lapangan, kegiatan produksi tembakau masih dikelola secara individual tanpa adanya standar teknis bersama yang disepakati dalam kelompok. Perbedaan penerapan teknik budidaya dan penanganan pascapanen menyebabkan variasi kualitas hasil tembakau yang cukup tinggi. Hasil Penelitian ini dijelaskan bahwa kondisi tersebut menyulitkan kelompok tani untuk mengelola produksi secara terintegrasi dan berorientasi pasar. Hal ini mendukung temuan Zhang dan Chen (2023) yang menyatakan bahwa ketidakterpaduan produksi dalam kelompok tani menjadi hambatan utama dalam pengembangan agribisnis berbasis kelembagaan.

Secara keseluruhan, Kelembagaan kelompok tani di Kecamatan Benjeng masih berada pada tahap awal pengembangan, dengan orientasi yang lebih pada pemenuhan kebutuhan jangka pendek daripada perencanaan usaha jangka menengah dan panjang. Hal ini mencerminkan kesenjangan antara peran normatif kelompok tani sebagai penggerak pengembangan usahatani dan peran aktual yang lebih administratif dan reaktif terhadap program pemerintah.

Penguatan kelembagaan kelompok tani menjadi prasyarat utama untuk meningkatkan keberlanjutan dan daya saing usahatani, sebagaimana didukung oleh penelitian yang menunjukkan bahwa kelompok tani yang kuat dapat meningkatkan adopsi praktik pertanian berkelanjutan, efisiensi teknis, dan daya tawar petani di pasar (Huanza et al., 2025). Strategi pengembangan kelembagaan yang efektif meliputi peningkatan kapasitas anggota melalui pelatihan, pengelolaan keuangan yang baik, koordinasi yang optimal, serta pemanfaatan teknologi dan dukungan eksternal seperti penyuluhan dan bantuan pemerintah (Jumiati et al., 2025). Kelembagaan yang kuat juga berperan dalam memperkuat kolaborasi antarpetani, diversifikasi usaha, dan adaptasi terhadap perubahan lingkungan dan pasar, yang semuanya penting untuk meningkatkan ketahanan dan keberlanjutan usahatani (Kangogo et al., 2020). Oleh karena itu, fokus pada pengembangan kapasitas organisasi dan kepemimpinan kelompok tani sangat penting untuk menjembatani kesenjangan antara fungsi administratif dan peran strategis dalam

pengembangan pertanian di Kecamatan Benjeng.

Faktor Internal dan Eksternal Kinerja Kelompok Tani dalam Pengembangan Usahatani Tembakau

Faktor Internal

Keberhasilan pengembangan usahatani tembakau sangat ditentukan oleh kapasitas kelembagaan kelompok tani dalam mengelola sumber daya, mengambil keputusan, serta merespons dinamika lingkungan usaha. Dalam konteks tersebut, pemahaman terhadap kondisi internal kelompok tani menjadi sangat penting sebagai dasar dalam merumuskan strategi pengembangan yang efektif dan berkelanjutan. Faktor internal merupakan faktor yang berasal dari dalam kelompok tani dan secara langsung memengaruhi kinerja kelembagaan dalam pengembangan usahatani tembakau. Analisis faktor internal penting dilakukan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan yang dimiliki kelompok tani sebagai dasar perumusan strategi pengembangan yang tepat dan berkelanjutan.

Tabel 2. Hasil Pembobotan Faktor Kekuatan dan Kelemahan

No	Kekuatan (<i>Strengths</i>)	Bobot	Rating	Skor
1	Keterampilan teknis kelompok tani dalam pengembangan usahatani tembakau	0,10	4	0,40
2	Pengalaman bertani kelompok tani dalam pengembangan usahatani tembakau.	0,10	4	0,40
3	Ketersediaan modal usaha serta akses peminjaman yang mudah.	0,09	4	0,36
4	Hubungan dengan antar kelompok tani daerah lain, lembaga pemerintah, dan penyuluh.	0,10	4	0,40
5	Manajemen kelompok tani dalam pengembangan usahatani tembakau.	0,11	4	0,44
Total Kekuatan (<i>Strengths</i>)		0,50		2,00
No	Kelemahan (<i>Weakness</i>)	Bobot	Rating	Skor
1	Terbatasnya bantuan modal dan akses yang kurang dari pihak luar.	0,09	4	0,36
2	Pengelolaan keuangan kelompok tani dalam pengembangan usahatani tembakau.	0,10	4	0,40
3	Keterbatasan sikap dan motivasi kelompok tani dalam pengembangan usahatani tembakau.	0,11	4	0,44
4	Pemanfaatan teknologi dan inovasi kelompok tani dalam pengembangan usahatani tembakau.	0,10	4	0,40
5	Kemitraan dengan pembeli atau pihak ketiga serta jaringan pemasaran dalam usahatani tembakau.	0,10	4	0,40
Total Kelemahan (<i>Weakness</i>)		0,50		2,00

Bobot total kekuatan dan kelemahan masing-masing sebesar 0,50 dengan total skor yang seimbang, yaitu 2,00 (Tabel 2). Kondisi ini mengindikasikan bahwa kelompok tani di Kecamatan Benjeng memiliki potensi internal yang cukup, namun belum sepenuhnya mampu mengungguli kelemahan yang ada. Situasi serupa juga ditemukan oleh Adhi et al. (2025), yang menyatakan bahwa banyak kelompok tani berada pada kondisi transisi antara potensi dan keterbatasan kelembagaan.

Faktor kekuatan utama kelompok tani terletak pada aspek manajemen kelompok tani dalam pengembangan usahatani tembakau, yang memiliki skor tertinggi sebesar 0,44. Selain itu, keterampilan teknis kelompok tani dan pengalaman bertani petani dalam mengusahakan tembakau juga menjadi kekuatan penting dengan skor masing-masing 0,40. Pengalaman dan keterampilan tersebut membentuk pengetahuan empiris yang adaptif terhadap kondisi agroklimat setempat dan menjadi modal dasar dalam pengelolaan usahatani. Kekuatan lainnya adalah ketersediaan modal usaha serta akses peminjaman, serta hubungan kelompok tani dengan kelompok tani lain, lembaga pemerintah, dan penyuluh, yang mencerminkan adanya modal sosial dan jaringan kelembagaan. Temuan ini sejalan dengan Gapari (2020) dan Yaqin et al. (2025) yang menegaskan bahwa pengalaman petani dan jaringan kelembagaan merupakan kekuatan internal penting dalam pengembangan agribisnis berbasis kelompok.

Di sisi lain, kelemahan internal kelompok tani juga menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap kinerjanya. Keterbatasan sikap dan motivasi kelompok tani dalam pengembangan usahatani tembakau menjadi kelemahan terbesar dengan skor 0,44, yang mencerminkan masih rendahnya komitmen dan partisipasi sebagian anggota dalam kegiatan kelompok. Kelemahan lainnya meliputi pengelolaan keuangan kelompok tani, pemanfaatan teknologi dan inovasi, serta lemahnya kemitraan dengan pembeli atau pihak ketiga dan jaringan pemasaran, masing-masing dengan skor 0,40. Kondisi ini menunjukkan bahwa kelompok tani belum mampu

bertransformasi menjadi lembaga ekonomi yang mandiri dan berdaya saing. Temuan ini mendukung hasil penelitian Aziz dan Wardani (2025) serta Jumiati et al. (2025) yang menyatakan bahwa lemahnya manajemen, teknologi, dan kemitraan menjadi hambatan utama penguatan kelembagaan petani.

Secara keseluruhan, hasil analisis faktor internal menunjukkan bahwa kelompok tani di Kecamatan Benjeng memiliki kekuatan yang cukup untuk dikembangkan, namun masih dihadapkan pada kelemahan internal yang perlu segera diatasi. Keseimbangan antara kekuatan dan kelemahan menandakan bahwa penguatan kelembagaan kelompok tani menjadi kunci utama dalam pengembangan usahatani tembakau. Upaya peningkatan kapasitas sumber daya manusia, perbaikan manajemen keuangan dan organisasi, serta penguatan motivasi dan kemitraan ekonomi perlu menjadi prioritas strategis. Hal ini sejalan dengan Putro et al. (2024) yang menegaskan bahwa keberhasilan pengembangan usahatani sangat ditentukan oleh kemampuan kelembagaan petani dalam mengelola faktor internal secara efektif.

Faktor Eksternal

Faktor eksternal merupakan faktor yang berasal dari luar kelompok tani dan berpengaruh terhadap kinerja kelembagaan dalam pengembangan usahatani tembakau. Analisis faktor eksternal diperlukan untuk mengidentifikasi peluang dan ancaman yang dihadapi kelompok tani dalam menghadapi dinamika pasar, kebijakan, serta kondisi lingkungan usaha.

Total bobot peluang sebesar 0,51 dengan skor 2,04, sedangkan total bobot ancaman sebesar 0,49 dengan skor 1,88 (Tabel 3). Kondisi ini mengindikasikan bahwa lingkungan eksternal relatif memberikan peluang yang lebih besar dibandingkan ancaman, meskipun risiko eksternal tetap perlu diantisipasi secara serius. Temuan ini menunjukkan bahwa kelompok tani di Kecamatan Benjeng memiliki ruang strategis untuk memanfaatkan peluang eksternal dalam mendukung pengembangan usahatani tembakau.

Tabel 3. Hasil Pembobotan Faktor Peluang dan Ancaman

No	Peluang (Opportunities)	Bobot	Rating	Skor
1	Permintaan pasar yang stabil baik pasar lokal maupun nasional.	0,11	4	0,44
2	Dukungan pemerintah baik dari segi kebijakan, sarana produksi, serta program penyuluhan dan pelatihan.	0,11	4	0,44
3	Potensi ekspor produk dalam pengembangan usahatani tembakau.	0,10	4	0,4
4	Tren konsumsi akan produk tembakau.	0,10	4	0,4
5	Program bantuan modal oleh pemerintah terhadap kelompok tani dalam pengembangan usahatani tembakau.	0,09	4	0,36
Total Peluang (Opportunities)		0,51		2,04
No	Ancaman (<i>Threats</i>)	Bobot	Rating	Skor
1	Kebijakan cukai dan regulasi terhadap produk akhir tembakau yakni rokok.	0,08	3	0,24
2	Persaingan antar daerah penghasil tembakau.	0,09	4	0,36
3	Perubahan iklim selama musim tanam maupun panen.	0,11	4	0,44
4	Harga jual yang murah akibat kualitas produk.	0,11	4	0,44
5	Risiko serangan hama dan penyakit pada tanaman tembakau.	0,10	4	0,4
Total Ancaman (<i>Threats</i>)		0,49		1,88

Peluang utama yang dihadapi kelompok tani adalah stabilitas permintaan pasar tembakau baik di tingkat lokal maupun nasional serta dukungan pemerintah melalui kebijakan, penyediaan sarana produksi, dan program penyuluhan dan pelatihan, yang masing-masing memiliki skor tertinggi sebesar 0,44. Kondisi ini menunjukkan bahwa tembakau masih memiliki prospek pasar yang menjanjikan dan mendapat perhatian dalam kebijakan pembangunan pertanian. Selain itu, potensi ekspor produk tembakau dan tren konsumsi produk tembakau juga menjadi peluang penting dengan skor masing-masing 0,40 yang dapat dimanfaatkan untuk memperluas akses pasar. Peluang ini sejalan dengan temuan Ruckert et al. (2023) yang menyatakan bahwa stabilitas permintaan dan dukungan kebijakan menjadi faktor kunci keberlanjutan usahatani tembakau.

Peluang lain yang mendukung pengembangan usahatani tembakau adalah program bantuan modal dari pemerintah kepada kelompok tani, meskipun memiliki skor relatif lebih rendah sebesar 0,36. Bantuan modal tersebut berpotensi memperkuat

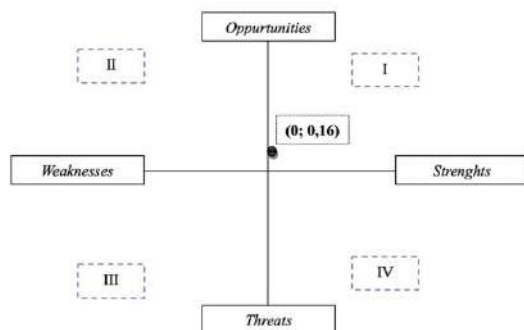
kapasitas produksi dan kelembagaan kelompok tani apabila dikelola secara efektif. Namun, pemanfaatan peluang ini sangat bergantung pada kemampuan kelompok tani dalam mengelola bantuan dan mengintegrasikannya ke dalam perencanaan usaha kelompok. Hal ini sejalan dengan Putro et al. (2024) yang menegaskan bahwa peluang eksternal hanya akan berdampak optimal apabila diimbangi dengan kapasitas internal kelembagaan petani yang memadai.

Di sisi lain, kelompok tani juga menghadapi berbagai ancaman eksternal yang berpotensi menghambat pengembangan usahatani tembakau. Perubahan iklim selama musim tanam dan panen serta rendahnya harga jual akibat kualitas produk menjadi ancaman terbesar dengan skor masing-masing 0,44, yang secara langsung memengaruhi produktivitas dan pendapatan petani. Ancaman lainnya meliputi risiko serangan hama dan penyakit tanaman tembakau serta persaingan antar daerah penghasil tembakau, yang semakin memperketat kompetisi pasar. Selain itu, kebijakan cukai dan regulasi terhadap produk akhir tembakau juga menjadi

ancaman struktural meskipun memiliki skor relatif lebih rendah. Ancaman-ancaman tersebut sejalan dengan temuan Lencucha et al. (2022) yang menyatakan bahwa faktor iklim, pasar, dan regulasi merupakan tantangan utama dalam pengembangan usahatani tembakau.

Strategi Pengembangan Usahatani Tembakau yang Berkelanjutan

Pengembangan usahatani tembakau yang berkelanjutan memerlukan perumusan strategi yang mampu mengintegrasikan potensi internal kelompok tani dengan dinamika lingkungan eksternal yang dihadapi. Perumusan strategi pengembangan usahatani tembakau dilakukan untuk menentukan arah kebijakan dan langkah strategis yang sesuai dengan kondisi internal dan eksternal kelompok tani. Strategi ini disusun berdasarkan analisis SWOT guna mengetahui posisi strategis kinerja kelompok tani, yang selanjutnya menjadi dasar penentuan strategi pengembangan usahatani tembakau secara berkelanjutan. Pemetaan posisi strategi kelompok tani di Kecamatan Benjeng disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Matriks Kuadran SWOT Kinerja Kelompok Tani Usahatani Tembakau

Berdasarkan hasil analisis matriks kuadran SWOT pada Gambar 1, posisi kinerja kelompok tani usahatani tembakau di Kecamatan Benjeng berada pada Kuadran I (Strengths–Opportunities) dengan titik koordinat $(0; 0,16)$. Posisi ini menunjukkan bahwa kelompok tani memiliki kekuatan internal yang relatif dominan dan didukung oleh peluang eksternal yang cukup besar, sehingga strategi yang tepat adalah strategi agresif (SO). Kondisi ini sejalan dengan

karakteristik petani di Kecamatan Benjeng yang sebagian besar berada pada usia produktif hingga lanjut dengan pengalaman berusahatani tembakau yang relatif panjang. Pengalaman tersebut menjadi modal penting dalam mendukung implementasi strategi pengembangan yang berorientasi pada peningkatan produktivitas dan kualitas tembakau (Sakti dan Muhlisin, 2025).

Strategi pengembangan pada Kuadran I dapat diarahkan pada pemanfaatan keterampilan teknis dan pengalaman petani melalui penguatan peran kelompok tani sebagai pusat pembelajaran dan koordinasi usahatani. Meskipun tingkat pendidikan formal petani relatif rendah hingga menengah, pengalaman empiris yang dimiliki petani memungkinkan penerapan inovasi teknologi secara bertahap apabila didukung oleh pendampingan yang intensif. Hal ini menunjukkan bahwa strategi peningkatan kapasitas melalui pelatihan dan penyuluhan yang kontekstual menjadi relevan dan aplikatif. Temuan ini sejalan dengan Wisnujati dan Patiung (2023) yang menyatakan bahwa pengalaman petani dapat mengimbangi keterbatasan pendidikan formal dalam penerapan inovasi pertanian.

Selain peningkatan kapasitas produksi, strategi agresif juga dapat difokuskan pada penguatan manajemen kelompok tani dan pengembangan jejaring kemitraan. Karakteristik petani yang menunjukkan tingkat partisipasi anggota yang belum merata mengindikasikan perlunya strategi penguatan motivasi dan keterlibatan petani dalam kegiatan kelompok. Optimalisasi dukungan pemerintah melalui program penyuluhan, bantuan sarana produksi, dan akses permodalan perlu diarahkan untuk memperkuat kelembagaan kelompok tani sebagai lembaga ekonomi. Hal ini sejalan dengan Djazuli et al. (2021) yang menegaskan bahwa keberhasilan strategi pengembangan pertanian sangat ditentukan oleh sinergi antara kapasitas petani dan efektivitas kelembagaan kelompok tani.

Strategi pengembangan usahatani tembakau yang berkelanjutan juga perlu mempertimbangkan karakteristik petani dalam menghadapi ancaman eksternal, seperti perubahan iklim dan fluktuasi kualitas produk. Petani dengan pengalaman panjang

cenderung memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap risiko iklim, namun tetap memerlukan dukungan teknologi dan informasi yang memadai. Oleh karena itu, strategi SO yang diterapkan harus bersifat adaptif dan berorientasi jangka panjang, dengan menekankan pada peningkatan kualitas produk, diversifikasi pasar, dan penguatan daya tawar kelompok tani. Pendekatan ini sejalan dengan temuan Lencucha et al. (2022) yang menyatakan bahwa strategi pengembangan berbasis kekuatan internal dan peluang eksternal berperan penting dalam meningkatkan keberlanjutan usahatani komoditas perkebunan.

Penguatan kelembagaan kelompok tani perlu menjadi fokus utama dalam pengembangan usahatani tembakau di Kecamatan Benjeng, khususnya melalui peningkatan kapasitas sumber daya manusia petani dalam aspek manajerial, pengelolaan keuangan, dan pemanfaatan teknologi budidaya serta pascapanen. Kelompok tani diharapkan dapat lebih proaktif dalam meningkatkan partisipasi anggota, memperkuat kerja sama ekonomi, serta mengembangkan jejaring kemitraan dan pemasaran secara kolektif guna meningkatkan daya tawar petani. Pemerintah daerah dan instansi terkait disarankan untuk memberikan dukungan yang berkelanjutan melalui kebijakan, program penyuluhan, fasilitasi akses permodalan, dan pendampingan kelembagaan yang lebih intensif agar strategi pengembangan usahatani tembakau dapat diimplementasikan secara efektif dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan usahatani tembakau di Kecamatan Benjeng sangat dipengaruhi oleh karakteristik petani dan kinerja kelembagaan kelompok tani. Petani tembakau umumnya memiliki pengalaman berusahatani yang relatif panjang, namun masih didominasi oleh tingkat pendidikan formal yang rendah hingga menengah serta partisipasi kelompok tani yang belum merata. Analisis faktor internal menunjukkan bahwa kelompok tani memiliki kekuatan berupa keterampilan teknis,

pengalaman bertani, dan struktur organisasi yang telah terbentuk, tetapi masih dihadapkan pada kelemahan dalam aspek motivasi anggota, manajemen keuangan, pemanfaatan teknologi, serta penguatan kemitraan dan akses pasar. Sementara itu, analisis faktor eksternal menunjukkan bahwa peluang pengembangan usahatani tembakau masih lebih besar dibandingkan ancaman, terutama didukung oleh stabilitas permintaan pasar dan dukungan program pemerintah. Berdasarkan hasil analisis matriks kuadran SWOT, posisi kinerja kelompok tani berada pada Kuadran I (*Strengths–Opportunities*), sehingga strategi agresif yang memanfaatkan kekuatan internal untuk mengoptimalkan peluang eksternal merupakan strategi yang paling tepat dalam pengembangan usahatani tembakau yang berkelanjutan di Kecamatan Benjeng.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi, R.N., Sumitro, Utomo, J., Febriani, H., 2025. The role of village institutions and the welfare of tobacco farmers in Ganti Village, Central Lombok. *Tamalanrea: Journal of Government and Development (JGD)* 2, 97–106. <https://doi.org/10.69816/jgd.v2i2.45935>
- Atasa, D., Laily, D.W., Roidah, I.S., Rizkiyah, N., Rozchi, F., 2024. Poverty level of tobacco producer households in Eastern Java Province (Case study of tobacco farmers in Situbondo Regency). *Agrisocionomics: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian* 8, 14–26. <https://doi.org/10.14710/agrisocionomics.v8i1.21219>
- Aziz, S., Wardani, A.K., 2025. Optimizing farmer capacity through improved group management and administration. *Galuh International Journal of Community Service and Development* 2, 49–55. <https://doi.org/10.25157/gijcsd.v2i2.4784>
- Bizikova, L., Nkonya, E., Minah, M., Hanisch, M., Turaga, R.M.R., Speranza, C.I., Karthikeyan, M., Tang, L., Ghezzi-Kopel, K., Kelly, J., Celestin, A.C., Timmers, B., 2020. A

- scoping review of the contributions of farmers' organizations to smallholder agriculture. *Nat. Food* 1, 620–630. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00164-x>
- Chen, D., Zhou, Y., Wang, G., Dai, K., Li, J., Song, X., Xu, Y., Cui, Y., Yang, X., 2025. Biochar-based organic fertilizer application promotes the alleviation of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) continuous cropping obstacles by improving soil chemical properties and microbial community structure. *BMC Plant Biol.* 25, 271. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06266-7>
- Danuartha, D., Cantika Mauly Nur Zahra, Hafizh Alfari, 2024. Sistem pengelolaan kelompok tani tembakau desa cimeuhmal untuk meningkatkan efisiensi dan kesejahteraan petani. *Inventor: Jurnal Inovasi dan Tren Pendidikan Teknologi Informasi* 2, 10–18. <https://doi.org/10.37630/inventor.v2i1.1328>
- Djazuli, R.A., Ali, M., Pratiwi, Y.I., Tanjung, G.S., 2021. Programme and model for institutional development of tobacco area based on farmer corporation in East Java. *Agricultural Science* 5, 41–57. <https://doi.org/10.55173/agriscience.v5i1.64>
- Gapari, M.Z., 2020. Analisis kondisi sosial ekonomi rumah tangga petani tembakau di Desa Batu Nampar Kecamatan Jerowaru. *ISLAMIKA* 2, 20–35. <https://doi.org/10.36088/islamika.v2i1.427>
- Huanza, M., Sari, Y., Putri, T.W.S., Amalina, D., 2025. Effectiveness of gapoktan as formal farmer group in supporting sustainable rice farming. *Journal of Agri Socio Economics and Business* 7. <https://doi.org/10.31186/jaseb.07.1.29-44>
- Jumiati, Hamzah, I., Nadir, Akbar, Molla, S., 2025. Development strategy of farmer group institution in rice farming in Takalar. *Tarjih : Agribusiness Development Journal* 5, 12–24. <https://doi.org/10.47030/tadj.v5i01.897>
- Kangogo, D., Dentoni, D., Bijman, J., 2020. Determinants of farm resilience to climate change: The role of farmer entrepreneurship and value chain collaborations. *Sustainability* 12, 868. <https://doi.org/10.3390/su12030868>
- Lencucha, R., Drope, J., Magati, P., Sahadewo, G.A., 2022. Tobacco farming: overcoming an understated impediment to comprehensive tobacco control. *Tob. Control* 31, 308–312. <https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2021-056564>
- Ma, W., Marini, M.A., Rahut, D.B., 2023. Farmers' organizations and sustainable development: An introduction. *Annals of Public and Cooperative Economics* 94, 683–700. <https://doi.org/10.1111/apce.12449>
- Makoye, E.B., Larsen, M.N., Kuzilwa, J.A., 2022. Tobacco farming and the reconfiguration of co-operatives in Tanzania. *J. South. Afr. Stud.* 48, 273–291. <https://doi.org/10.1080/03057070.2022.2053418>
- Masi, M., De Rosa, M., Vecchio, Y., Bartoli, L., Adinolfi, F., 2022. The long way to innovation adoption: insights from precision agriculture. *Agricultural and Food Economics* 10, 27. <https://doi.org/10.1186/s40100-022-00236-5>
- Phetphum, C., Wangwonsin, A., Keeratisiroj, O., Boonyom, S., 2025. Action research for building marketing capacity to empower burley tobacco farmers in Thailand to transition from tobacco cultivation to alternative crops or livelihoods. *Nicotine and Tobacco Research* 27, 2256–2264. <https://doi.org/10.1093/ntr/ntaf125>
- Putro, T.R., Sistriatmaja, M.B., Hakim, L., Mulyanto, Rahayu, S.A.T., Sumantyo,

- R., Jati, H.S., Johadi, Nugroho, A.A., Purnama, M.Y.I., 2024. Penguatan usahatani dan tata kelola kelembagaan organisasi petani tembakau Desa Japeledok, Kecamatan Pancur, Kabupaten Rembang. *Beujroh : Jurnal Pemberdayaan dan Pengabdian pada Masyarakat* 2, 404–422. <https://doi.org/10.61579/beujroh.v2i3.206>
- Rangkuti, F., 2015. Personal SWOT analysis. Gramedia Pustaka Utama.
- Ruckert, A., Labonté, R., Lencucha, R., Goma, F., Drope, J., 2023. Exploring the political economy nexus of tobacco production and control: a case study from Zambia. *Crit. Public Health* 33, 25–36. <https://doi.org/10.1080/09581596.2021.1981540>
- Sahadewo, G.A., Drope, J., Li, Q., Witoelar, F., Lencucha, R., 2020. In-and-out of tobacco farming: Shifting behavior of tobacco farmers in Indonesia. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, 9416. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249416>
- Sakti, N.C., Muhlisin, ., 2025. Analysis of tobacco production in Indonesia: A deterministic approach. *Scientific Horizons* 175–187. <https://doi.org/10.48077/scihor7.2025.175>
- Sifola, M.I., del Piano, L., Todisco, D., Graziani, G., Faugno, S., Sannino, M., Piscopo, R., Salluzzo, A., Cozzolino, E., 2023. A Multipurpose Sustainable farming system for tobacco crops in the Mediterranean Area. *Sustainability* 15, 16636. <https://doi.org/10.3390/su152416636>
- Wisnujati, N.S., Patiung, M., 2023. Analysis of socio-economic of tobacco farmers in Probolinggo Regency East Java Indonesia. *Agricultural Socio-Economics Journal* 23, 101–109. <https://doi.org/10.21776/ub.agrise.2023.023.1.13>
- Yaqin, A., Ridho, M.I., Uluf, W.T., 2025. Dinamika sosial - ekonomi petani tembakau di Indonesia : Studi kesejahteraan dan keberlanjutan. *I'THISOM : Jurnal Ekonomi Syariah* 4, 574–584. <https://doi.org/10.70412/its.v4i1.169>
- Zhang, R., Chen, R., 2023. The regulatory effect of cooperation degree in increasing tobacco farmers' income by mitigating production risk shocks. *Annals of Public and Cooperative Economics* 94, 1323–1344. <https://doi.org/10.1111/apce.12410>

KADAR GULA REDUKSI, KADAR ABU, DAN TEKSTUR CRACKERS BEBAS GLUTEN BERBAHAN TEPUNG MOCAF DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG SELEDRI

Reduced Sugar Content, Ash Content, And Texture of Crackers Made from Mocaf Flour with the Addition of Celery Flour

Mauliddina Adinda Putri Indah Pakerti*, Eni Purwani, Aan Sofyan

Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta

**) Penulis korespondensi: adindamapip@gmail.com*

Submisi: 3.3.2026; Revisi: 19.4.2026; Penerimaan: 20.4.2026; Dipublikasikan: 1.9.2026
Dipublikasikan online: 11.7.2026

ABSTRAK

Masa *golden age* merupakan periode penting pertumbuhan dan perkembangan gigi anak yang memerlukan asupan pangan bergizi serta tekstur yang sesuai. Konsumsi camilan tinggi gula sederhana berisiko meningkatkan kejadian karies, sehingga diperlukan inovasi pangan fungsional dengan kadar gula reduksi terkontrol serta kandungan mineral yang baik. Penambahan tepung seledri menurunkan kadar gula reduksi melalui efek pengenceran, serta dapat menghambat hidrolisis pati dan pembentukan gula sederhana akibat kandungan serat dan senyawa fenoliknya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar gula reduksi, kadar abu, dan tekstur *crackers* berbahan tepung mocaf dengan penambahan tepung seledri. Penelitian faktor tunggal (kadar tepung seledri) yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap digunakan dengan empat perlakuan, yaitu kadar tepung seledri 0, 3, 6, dan 9%. Parameter yang diamati adalah kadar gula, kadar abu, serta tekstur. Data dianalisis menggunakan ANOVA dilanjutkan dengan uji Tukey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung seledri berpengaruh signifikan terhadap kadar gula reduksi dan kadar abu ($p < 0,05$), namun berpengaruh tidak signifikan terhadap tekstur ($p > 0,05$). Kadar gula reduksi tertinggi diperoleh pada penambahan 6% ($2,300 \pm 0,365$), sedangkan kadar abu tertinggi terdapat pada penambahan 6% dan 9% ($0,126 \pm 0,003$). Secara deskriptif, nilai *hardness* tertinggi terdapat pada penambahan 3% ($1749,250 \pm 1020,001$). Formulasi dengan penambahan tepung seledri menghasilkan karakteristik kimia dan tekstur yang sesuai dengan SNI serta berpotensi dikembangkan sebagai alternatif *snack* fungsional untuk mendukung kesehatan gigi anak.

Kata kunci : crackers mocaf, tepung seledri, gula reduksi, kadar abu, hardness

ABSTRACT

Golden age is a crucial period for children's tooth growth and development, requiring nutritious food intake and appropriate texture. Consumption of snacks high in simple sugars increases the risk of caries, necessitating innovation in functional foods with controlled reducing sugar levels and good mineral content. The addition of celery flour reduces the reducing sugar content through a dilution effect, and can inhibit starch hydrolysis and the formation of simple sugars due to its fiber and phenolic compound. This study aimed to determine the reducing sugar content, ash content, and texture of crackers made from mocaf flour with the addition of celery flour using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments: 0%, 3%, 6%, and 9%. The parameters tested included reducing sugar content using the Nelson-Somogyi method, ash content using the gravimetric method, and texture using a Texture Analyzer. Data were analyzed using the Shapiro-Wilk normality test and continued with the One Way ANOVA test at a significance level of 95%. The results showed that the addition of celery flour significantly affected reducing sugar and ash content ($p < 0.05$), but didn't significantly affect texture ($p > 0.05$). The highest reducing sugar content

was obtained at 6% addition (2.300 ± 0.365), while the highest ash content was found at 6% and 9% additions (0.126 ± 0.003). Descriptively, the highest hardness value was found at 3% addition (1749.250 ± 1020.001). The formulation with the addition of celery flour produced chemical and textural characteristics that comply with SNI and has the potential to be developed as an alternative functional snack to support children's dental health.

Keywords: *mocaf crackers, celery flour, reducing sugar, ash content, hardness*

PENDAHULUAN

Masa awal kehidupan anak dikenal sebagai *golden age*, yaitu periode penting yang menentukan pertumbuhan dan perkembangan selanjutnya (Nasution et al., 2023). Anak usia 1–3 tahun masih termasuk konsumen pasif karena pola makan sepenuhnya ditentukan oleh orang tua atau pengasuh. Pada fase ini terjadi transisi dari makanan cair menuju makanan padat seiring perkembangan fungsi oral dan keterampilan motorik (Lameky et al., 2025). Penyediaan makanan dengan nilai gizi tinggi dan tekstur yang sesuai menjadi hal yang penting untuk mendukung pemenuhan kebutuhan nutrisi secara optimal (Juliana et al., 2022).

Pertumbuhan gigi susu umumnya dimulai pada usia sekitar enam bulan dan berlangsung hingga anak berusia dua tahun (Hemiyanty et al., 2021). Pada masa ini, kecukupan asupan zat gizi seperti kalsium, fosfor, vitamin D, dan florida berperan penting dalam pembentukan serta pemeliharaan struktur gigi (Hendarto, 2016). Sebaliknya, konsumsi gula sederhana seperti glukosa secara berlebihan dapat meningkatkan risiko karies karena menjadi substrat bagi bakteri penghasil asam yang merusak enamel gigi (Kinanthy dan Santoso, 2018). Kondisi tersebut dapat semakin diperburuk oleh pola makan yang tidak seimbang serta kebersihan mulut yang kurang baik (Agung dan Nurlitasari, 2017).

Selain komposisi zat gizi, tekstur makanan berperan penting dalam mendukung perkembangan fungsi oral anak. Makanan bertekstur dapat melatih otot pengunyahan sekaligus merangsang pertumbuhan gigi yang optimal (Pibriyanti dan Atmojo, 2017). *Finger food* seperti *crackers* menjadi pilihan yang sesuai karena mudah digenggam dan membantu melatih kemampuan mengunyah anak (Delaney et al., 2021). Namun, sebagian besar *crackers* yang beredar di pasaran menggunakan tepung terigu sebagai bahan

dasar (Selawati et al., 2024). Tepung terigu mengandung gluten sebagai salah satu komponen utamanya, dan konsumsi gluten secara berlebihan dapat memicu gangguan sistem imun pada individu dengan kondisi tertentu (Finani dan Putra, 2023).

Sebagai alternatif, tepung mocaf (*modified cassava flour*) dapat digunakan sebagai pengganti terigu. Modifikasi biokimia dari mocaf hasil fermentasi ubi kayu menghasilkan karakteristik lebih baik dibandingkan tepung singkong biasa (Putri et al., 2018). Selain itu, mocaf memiliki kadar HCN yang lebih rendah serta kandungan antinutrien yang menurun (Lopulalan et al., 2016). Untuk meningkatkan nilai gizinya, mocaf dapat diperkaya dengan seledri (*apium graveolens*) yang mengandung serat dan senyawa bioaktif seperti flavonoid dan fenolik (Ngelu et al., 2022), serta susu yang kaya kalsium dan fosfor untuk mendukung proses mineralisasi gigi (Najmi et al., 2024).

Beberapa penelitian telah membahas pemanfaatan tepung *mocaf* pada berbagai produk *bakery*. Septiana et al. (2024), menggunakannya pada *cookies* dengan penambahan tepung kedelai, sedangkan Artina et al., (2023) menerapkannya pada *crackers* yang dikombinasikan dengan tepung *cowpea*. Namun, penelitian-penelitian tersebut belum mengkaji formulasi *crackers* berbasis *mocaf* dengan penambahan tepung seledri. Penelitian ini menjawab *gap* penelitian tentang masih terbatasnya kajian mengenai penggunaan tepung seledri pada produk *crackers* berbasis tepung *mocaf*. Temuan baru dari penelitian ini adalah profil kadar gula reduksi, kadar abu, dan tekstur secara komprehensif pada *crackers mocaf* yang diolah dengan penambahan tepung seledri.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu margarin, gula pasir, garam, ragi, dan

baking powder yang diperoleh dari toko swalayan di Kota Sukoharjo serta susu sapi segar yang diperoleh dari penjual disekitar wilayah Sukoharjo. Bahan lain adalah tepung mocaf yang diperoleh dari ITB (Institut Teknologi Bandung) dan tepung seledri yang disiapkan secara mandiri dari seledri yang diperoleh dari Pasar Kleco di Kota Surakarta.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini menerapkan desain eksperimental dengan satu faktor perlakuan, yaitu tingkat penambahan tepung seledri, yang disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua kali ulangan. Perlakuan terdiri atas empat kadar tepung seledri, yaitu 0% (kontrol), 3% (P1), 6% (P2), dan 9% (P3) pada formulasi *crackers* berbasis tepung mocaf. Parameter yang diamati adalah kadar gula reduksi, kadar abu, dan tekstur *crackers*. Data dianalisis dengan ANOVA dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan SPSS versi 26.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Tepung Seledri

Pembuatan tepung seledri mengacu pada metode yang dilaporkan Hidayati dan Sohriati, (2023) serta Salim et al., (2019) dengan beberapa modifikasi. Seledri segar terlebih dahulu dibersihkan menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran dan cemaran yang menempel, kemudian ditiriskan. Selanjutnya, daun seledri dipisahkan per helai, sedangkan batang seledri dipotong sekitar $\pm 1,00$ cm untuk mempercepat dan meratakan proses pengeringan. Potongan seledri kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 120°C selama 10 menit. Setelah kering, seledri dihaluskan menggunakan *blender* atau *grinder* hingga menjadi serbuk halus. Serbuk yang diperoleh kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 80 *mesh* untuk menghasilkan ukuran partikel yang seragam. Tepung seledri yang telah diayak disimpan dalam wadah kedap udara dan ditempatkan di ruang yang kering serta sejuk untuk menjaga mutu dan kestabilannya.

Pembuatan Crackers

Pembuatan *crackers* mengacu pada metode yang dilaporkan oleh Ramadhani et al.

(2022) dengan beberapa modifikasi. Seluruh alat dan bahan terlebih dahulu disiapkan dan ditimbang sesuai dengan formulasi yang telah ditetapkan. Margarin, gula, garam, dan susu dicampur hingga homogen, selanjutnya ditambahkan tepung terigu, ragi instan, dan *baking powder*, lalu diaduk hingga diperoleh adonan yang kalis. Adonan diistirahatkan dalam wadah tertutup selama ± 30 menit untuk proses fermentasi. Setelah itu, adonan digilas menggunakan *rolling pin* hingga mencapai ketebalan sekitar 2 mm, kemudian dilipat dan diberi isian berupa campuran tepung, margarin, dan *baking powder* (*dust filling*). Adonan yang telah dilipat digilas kembali hingga permukaannya rata, lalu dicetak persegi dengan ukuran 4x4 cm dan disusun di atas loyang yang telah diolesi margarin. Proses pemanggangan dilakukan pada suhu 130°C selama ± 30 menit hingga *crackers* matang dan berwarna keemasan.

Komposisi bahan *crackers* pada seluruh perlakuan sama, kecuali pada penambahan tepung seledri. Tepung mocaf digunakan sebanyak 100g, sedangkan tepung seledri divariasikan sebesar 0, 3, 6, dan 9 g. Bahan lain ditambahkan dalam jumlah yang sama, yaitu margarin 40 g, gula 3 g, garam 2 g, susu skim 4 g, ragi 2 g, dan *baking powder* 0,2 g. Pada tahap *dust filling*, digunakan tepung mocaf 0,5 g, margarin 1 g, dan *baking powder* 0,5 g.

Prosedur Analisis

Kadar gula reduksi dianalisis menggunakan metode Nelson-Somogyi (Purnomo dan Kurnia, 2024). Analisis kadar abu dilakukan dengan metode gravimetri yang mengacu pada Pangestuti dan Darmawan (2021). Uji fisik tekstur dilakukan menggunakan *Texture Analyzer* LFRA 4500 sesuai metode yang dijelaskan oleh Astuti dan Kawiji (2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penambahan tepung seledri berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kadar gula reduksi dan kadar abu, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap *hardness* pada *crackers* mocaf (Tabel 1.).

Tabel 1. Pengaruh penambahan tepung seledri terhadap karakteristik kimia *crackers* mocaf

Penambahan Tepung Seledri (TS, %)	Kadar Gula Reduksi (%)	Kadar Abu (%)	Hardness (gf)
0	1,909±0,1542 ^b	0,095±0,000 ^a	1770,375±802,035
3	2,063±1,050 ^b	0,115±0,004 ^b	1749,250±1020,001
6	2,300±0,365 ^b	0,126±0,001 ^c	1374,750±741,047
9	0,968±0,058 ^a	0,126±0,003 ^c	939,250±728,673

Keterangan: Produk *crackers* diformulasikan dengan 100 g mocaf. Data (mean±sd) diperoleh dari dua kali ulangan. Analisis data dilakukan menggunakan uji ANOVA. Data pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf superskrip berbeda menunjukkan berbeda signifikan (DMRT, $p < 0,05$).

Kadar Gula Reduksi

Penambahan tepung seledri (TS) berpengaruh signifikan terhadap kadar gula reduksi *crackers* berbasis mocaf ($p < 0,05$). Penambahan TS sebesar 3% berbeda nyata dengan penambahan 6%, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Secara umum, kadar gula reduksi meningkat hingga penambahan TS 6% dan menurun secara signifikan pada penambahan TS 9%, yang menghasilkan nilai terendah dan berbeda nyata dibandingkan dengan penambahan TS 3% dan 6%.

Penurunan kadar gula reduksi pada penambahan TS 9% berkaitan dengan meningkatnya kandungan serat pangan dan pati resisten dalam formulasi. Serat dalam jumlah lebih tinggi dapat membatasi akses enzim terhadap pati sehingga menghambat proses hidrolisis menjadi gula sederhana (Ulfah et al., 2024). Masrukan (2020) menjelaskan bahwa keberadaan serat dan pati resisten juga diketahui menghambat aktivitas enzim amilolitik serta memperlambat degradasi pati, sehingga ketersediaan gula hasil hidrolisis menjadi lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung seledri cenderung menurunkan kadar gula reduksi pada produk.

Kadar Abu

Penambahan TS berpengaruh signifikan terhadap kadar abu *crackers* berbasis mocaf ($p < 0,05$). Kadar abu meningkat seiring bertambahnya kadar TS, yaitu dari 0,095% pada kontrol (tanpa penambahan TS) menjadi 0,115% pada penambahan TS 3%, serta 0,126% pada

penambahan TS 6% dan 9%. Penambahan TS 6% dan 9% berbeda tidak signifikan, namun keduanya berbeda signifikan dibandingkan penambahan TS 0% dan 3%.

Kadar abu merepresentasikan total kandungan mineral dalam bahan pangan. Penambahan bahan yang kaya mineral akan meningkatkan kadar abu produk akhir (Azis dan Akolo, 2019). Seledri diketahui mengandung mineral seperti kalsium, magnesium, dan kalium yang berkontribusi terhadap peningkatan kadar abu (Kwak et al., 2025). Kandungan mineral dalam 100 g seledri dilaporkan mencapai 41 mg kalsium, 15 mg magnesium, dan 280 mg kalium, sehingga peningkatan proporsi tepung seledri dalam formulasi dapat meningkatkan kadar abu produk. Hal ini sejalan dengan Noorfarahzilah et al. (2014) yang menyatakan bahwa semakin tinggi substitusi bahan nabati kaya mineral dalam tepung komposit, maka kadar abu produk cenderung meningkat. Pada penelitian ini, kadar abu *crackers* meningkat seiring penambahan tepung seledri. Namun, pada konsentrasi 6% dan 9% peningkatan tersebut relatif stabil dan tidak berbeda nyata, yang diduga disebabkan oleh perbedaan konsentrasi yang tidak terlalu besar.

Hardness

Penambahan tepung seledri berpengaruh tidak signifikan terhadap nilai *hardness* *crackers* berbasis mocaf ($p = 0,736$). Meskipun demikian, secara deskriptif terlihat kecenderungan penurunan nilai *hardness* seiring meningkatnya kadar TS, dari 1770,375 gf pada kontrol (tanpa penambahan TS) menjadi 939,250 gf pada penambahan TS

9%. Penurunan ini diduga berkaitan dengan meningkatnya kandungan serat yang menyebabkan struktur matriks adonan menjadi kurang padat, sehingga tekstur cenderung lebih rapuh dan renyah.

Serat pangan diketahui dapat mengganggu kontinuitas matriks pati sehingga struktur produk berbasis tepung menjadi kurang kompak dan lebih mudah patah (Noorfarahzilah et al., 2014). Peningkatan kandungan serat juga meningkatkan porositas serta menurunkan kerapatan struktur internal, yang berdampak pada penurunan nilai kekerasan. Selain itu, substitusi sebagian tepung mocaf dengan bahan non-pati dapat mengurangi jumlah pati yang berperan dalam pembentukan struktur selama gelatinisasi dan pemanggangan, sehingga tekstur produk menjadi lebih rapuh.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Wisnu et al. (2019) yang melaporkan bahwa peningkatan kandungan serat pada produk bakery seperti biskuit dan crackers cenderung menurunkan nilai *hardness* akibat perubahan struktur pati-protein selama pemanggangan. Dengan demikian, kecenderungan penurunan *hardness* pada crackers mocaf dengan penambahan tepung seledri konsisten dengan teori mengenai pengaruh serat terhadap karakteristik tekstur produk berbasis tepung.

KESIMPULAN

Crackers berbasis tepung mocaf dengan penambahan tepung seledri berpotensi dikembangkan sebagai produk pangan fungsional. Penambahan tepung seledri berpengaruh signifikan terhadap kadar gula reduksi dan kadar abu, namun berpengaruh tidak signifikan terhadap tekstur (*hardness*). Penambahan tepung seledri sampai 6% menghasilkan *crackers* dengan karakteristik kimia yang memenuhi persyaratan SNI.

DAFTAR PUSTAKA

Agung, I.G.A.A., Nurlitasari, D.F., 2017. Asupan gizi, pola makan dan kesehatan gigi anak. *Interdental J. Kedokteran Gigi* 13(1), 21–24. <https://doi.org/10.46862/interdental.v13i1.355>

Artina, Z.J., Ayu, D.F., Rahmayuni, R., 2023.

The crackers of modified cassava flour (mocaf) and cowpea flour: Chemical and sensory properties. *AGRITEKNO: J. Teknol. Pertan.* 12(1), 57–64. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2023.12.1.57>

Astuti, D., Kawiji, Nurhartadi, E., 2018. Kajian Sifat fisik, kimia dan sensoris crackers substitusi tepung sukun (*Artocarpus communis*) termodifikasi asam asetat dengan penambahan sari daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*). *J. Teknol. Has. Pertan.* 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.20961/jthp.v11i1.29086>

Azis, R., Akolo, I.R., 2019. Karakteristik mutu kadar air, kadar abu dan organoleptik pada penyedap rasa instan. *J. Agritech Sci.* 3(2), 60–77. <https://doi.org/10.30869/jasc.v3i2.396>

Delaney, A.L., van Hoorn, M., Staskiewicz, S., Feuling, M.B., Pladies, S., Bansal, N.K., Goday, P.S., 2021. Texture consumption patterns of 8- to 12-month-old infants: A Reflection of typical feeding development. *Am. J. Speech-Language Pathol.* 30(6), 2643–2652. https://doi.org/10.1044/2021_AJSLP-21-00048

Finani, N.I., Putra, A.Y.T., 2023. Sosialisasi makanan bebas gluten sebagai pengganti tepung terigu untuk pencegahan diabetes dan overweight di Kampung Bulak Cumpat Srono, Surabaya. *J. Pengabd. Masy. Inov. Indones.* 1(1), 35–40. <https://doi.org/10.54082/jpmii.264>

Hemiyanty, Wandira, B.A., Suwendro, N.I., 2021. Pemberian dental health education pada ibu balita di Posyandu Mawar 1 Kelurahan Kawatuna. *J. Dedikatif Kesehat. Masy.* 2(1), 12–17. <https://doi.org/10.22487/dedikatifkesmas.v2i1.436>

Hendarto, A., 2016. Nutrisi dan kesehatan gigi-mulut pada anak. *Sari Pediatr.* 17(1), 71–75. <https://doi.org/10.14238/sp17.1.2015.71-75>

- Hidayati, G.S., Sohriati, E., 2023. Inovasi Pembuatan dan karakterisasi tepung daun cemba (*Acasia rugata* (Lam) Fawc. Rendle) sebagai bahan pangan alami melalui metode pengeringan cabinet dryer. *J. Technopreneur* 11(2), 85–92.
<https://doi.org/10.30869/jtech.v11i2.1231>
- Juliana, E., Aisyah, I., 2025. Dampak pemanfaatan pekarangan dalam program teras hijau: Studi kasus kelompok wanita tani di Desa Cisempur Kecamatan Jatinangor. *Sadeli: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Winaya Mukti* 5(2), 19-24.
<https://doi.org/10.35138/sadeli.v5i2.1193>
- Kinanthi, P.S., Santoso, O., 2018. Perbedaan kondisi rongga mulut penderita DM tipe 2 tidak terkontrol dan terkontrol. *J. Kedokt. Diponegoro* 7(2), 396–405.
- Kwak, S.A., Lee, J.J., Joo, N., 2025. Celeriac : a comprehensive exploration of nutritional value , sustainability , and global market trends through food upcycling global market trends through food upcycling. *CyTA - J. Food* 23(1), 2502537.
<https://doi.org/10.1080/19476337.2025.2502537>
- Lameky, V.Y., Wakanno, G.J., 2025. Pengaruh oral motor excersice terhadap kesulitan makan anak prasekolah di Kota Ambon. *Journal Scientific of Mandalika* 6(5), 1287–1295.
<https://doi.org/10.36312/10.36312/vol6iss5pp1287-1295>
- Lopulalan, C.G.C., Mailoa, M., Pelu, H., 2016. Analisa sifat kimia dan fisik modifoed cassava flour (mocaf) (varietas lokal Sangkola) asal Desa Waai, Maluku Tengah. *Agritekno: Jurnal Teknologi Pertanian* 5(1), 7-12.
<https://doi.org/10.30598/jagritekno.2016.5.1.7>
- Masrukan, M., 2020. Potensi modifikasi pati dengan esterifikasi sebagai prebiotik. *AGROTECH: Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian* 3(1), 1–14.
<https://doi.org/10.37631/agrotech.v3i1.174>
- Najmi, N., Kuswandani, F., Rafisa, A., Balafif, F.F., 2024. Hubungan kesehatan gigi dan mulut dan produk susu. *J. Kesehat. Tambusai* 5(1), 240–244.
<https://doi.org/10.31004/jkt.v5i1.25062>
- Nasution, F., Ningsih, K.P., Nasution, T.M.S., Dewi, D.K., 2023. Psikologi perkembangan anak usia dini. *J. Bintang Pendidik. Indones.* 2(1), 117–126.
<https://doi.org/10.55606/jubpi.v2i1.2490>
- Ngelu, F.Y., Marbun, F.D., Sihombing, A.M., Manalu, Y., Ate, V.R.K.M., Riswanto, F.D.O., 2022. Potensi ekstrak seledri (*Apium graveolens* L) sebagai antibakteri. *J. Jamu Kusuma* 2(2), 23–29.
<https://doi.org/10.37341/jurnaljamukusuma.v2i1.22>
- Noorfarahzilah, M., Lee, J.S., Sharifudin, M.S., Mohd Fadzelly, A.B., Hasmadi, M., 2014. Applications of composite flour in development of food products. *Int. Food Res. J.* 21(6), 2061–2074.
- Pangestuti E.K., Darmawan, P., 2021. Analysis of ash contents in wheat flour by the gravimetric method. *J. Kim. dan Rekayasa* 2(1), 16–21.
<https://doi.org/10.31001/jkireka.v2i1.22>
- Pibriyanti, K., Atmojo, D., 2017. Hubungan tekstur makanan pendamping asi dengan status gizi bayi usia 6-12 bulan di Puskesmas Trucuk I Kecamatan Trucuk Kabupaten Klaten. *J. Gizi dan Kesehat.* 9(22), 217–222.
- Purnomo, D.M., Kurnia, P., 2024. Kadar gula reduksi dan serat kasar pada pembuatan cookies cokelat bebas gluten berbahan dasar tepung mocaf dengan substitusi tepung ganyong dan tepung sorgum. *Ranah Research: Journal; of Multidisciplinary Research* 6(6), 2720–

2726.
<https://doi.org/10.38035/rj.v6i6.1139>
- Putri, N.A., Herlina, Subagio, A., 2018. Karakteristik mocaf (modified cassava flour) berdasarkan metode penggilingan dan lama fermentasi. *Jurnal Agroteknologi* 12(1), 79-89.
- Ramadhani, W., Indrawan, I., Seveline, S., 2022. Formulasi crackers mocaf dengan penambahan tepung udang rebon serta karakteristiknya. *J. Bioind.* 4(2), 93-108.
<https://doi.org/10.31326/jbio.v4i2.1238>
- Salim, C., Sembiring, V.A., Ayu, A.S., 2019. Pengolahan tepung bayam sebagai substitusi tepung beras ketan dalam pembuatan klepon. *Jurnal Pariwisata* 6(1), 56-70.
<https://doi.org/10.31294/par.v6i1.4828>
- Selawati, F., Quddus, A.A., Mardiana, 2024. Karakteristik kimia dan organoleptik crackers dengan substitusi. *Jurnal Pangan dan Gizi* 14(2), 63-69.
<https://doi.org/10.26714/jpg.14.2.2024.63-69>
- Septiana, A., Basuki, E., Amaro, M., 2024. Effect of the ratio of mocaf flour and soy flour on nutritional and sensory components of cookies. *EduFood* 2(4), 98-109.
- Ulfah, M., Mustofa, A., Suhartatik, N., 2024. Penggunaan seledri (*Apium graveolens* L.) sebagai sumber antioksidan pada bihun kentang (*Solanum tuberosum*) *Agrobioteknologi* 1(1), 10-19.
<https://doi.org/10.33061/agrobiotek.v1i1.9820>
- Wisnu, C., Yusep, I., Surachman, S., Farida, N., 2019. Perbandingan tepung sorgum dengan umbi ganyong dan konsentrasi gliserol monostearate (GMS) terhadap karakteristik cookies terfortifikasi zat gizi mikro. *J. Agroekoteknologi dan Agribisnis* 3(2), 1-12.
<https://doi.org/10.51852/jaa.v3i2.388>

KADAR KALSIUM, FOSFOR, DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN CRACKERS MOCAF DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG SELEDRI

Calcium, Phosphorus, and Antioxidant Activity of Mocaf Crackers with the Addition of Celery Flour

Rissa Ardiana*, Eni Purwani, Aan Sofyan

Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta

**)Penulis korespondensi: j310220203@student.ums.ac.id*

Submisi: 3.4.2026; Revisi: 14.4.2026; Penerimaan: 19.4.2026; Dipublikasikan: 1.9.2026
Dipublikasikan online: 12.7.2026

ABSTRAK

Keterbatasan pengembangan pangan fungsional berbasis mocaf serta minimnya kajian yang mengombinasikan mocaf dan tepung seledri dalam satu produk menjadi dasar dilakukannya penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar kalsium, fosfor, dan aktivitas antioksidan pada *crackers* berbasis tepung mocaf dengan penambahan tepung seledri. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan berupa variasi penambahan tepung seledri, yaitu 0%, 3%, 6%, dan 9%, dengan dua kali ulangan. Setiap ulangan dilakukan analisis duplo. Parameter yang diamati meliputi kadar kalsium, kadar fosfor, dan aktivitas antioksidan. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji *Kruskal-Wallis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung seledri berpengaruh signifikan terhadap kadar kalsium dan aktivitas antioksidan ($p < 0,05$), serta menunjukkan kecenderungan peningkatan kadar fosfor meskipun berbeda tidak signifikan. Kadar kalsium, fosfor dan aktivitas antioksidan tertinggi berturut-turut adalah 6,16 mg/100 g, 125,28 mg/100 g, dan 65,53%, yang diperoleh pada perlakuan penambahan tepung seledri 9%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan tepung seledri berpotensi sebagai sumber mineral dan antioksidan dalam pengembangan *crackers* berbasis mocaf.

Kata kunci : *crackers*, mocaf, tepung seledri, kalsium, fosfor, aktivitas antioksidan

ABSTRACT

The limitations of the development of mocaf-based functional foods and the lack of studies that combine mocaf and celery flour in one product are the basis for this study. This study aimed to analyze the calcium, phosphorus, and antioxidant activity levels in mocaf flour-based crackers with the addition of celery flour. The study used a Complete Random Design (RAL) with four treatments in the form of variations in the addition of celery flour, namely 0%, 3%, 6%, and 9%, with two replicates. Each repeat was a duplicate analysis. The parameters observed included calcium and phosphorus levels and antioxidant activity. Data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA) and the Kruskal-Wallis test. The results showed that the addition of celery flour had a significant effect on calcium levels and antioxidant activity ($p < 0.05$) and showed a tendency to increase phosphorus levels, even though the differences were insignificant. The highest levels of calcium, phosphorus, and antioxidant activity were 6.16 mg/100 g, 125.28 mg/100 g, and 65.53%, respectively, which were obtained in the 9% celery flour addition treatment. The results of this study show that the addition of celery flour has the potential to be a source of minerals and antioxidants in developing mocaf-based crackers.

Keywords: crackers mocaf, celery flour, calcium, phosphorus, antioxidant activity

PENDAHULUAN

Masa *golden age* dalam lima tahun pertama kehidupan anak merupakan periode

krusial yang menentukan proses pertumbuhan dan perkembangan, termasuk pertumbuhan gigi (Ananda dan Dewanto, 2023; Suryana et al., 2022). Berdasarkan penelitian

sebelumnya, yang mengacu pada data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018, prevalensi karies gigi pada anak usia 5-9 tahun di Indonesia mencapai 92,6%, yang menunjukkan masih tingginya permasalahan kesehatan gigi yang berkaitan dengan asupan nutrisi (Mufarrohah et al., 2025). Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan kesehatan gigi pada anak di Indonesia masih tinggi, sehingga diperlukan upaya intervensi melalui pengembangan pangan yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi anak. Pada usia 1–3 tahun, anak masih memiliki keterbatasan dalam kemampuan mengunyah sehingga asupan makanan sangat bergantung pada pengasuh, serta memerlukan makanan dengan tekstur yang sesuai untuk mendukung perkembangan fungsi oral motorik (Anwar dan Rosdiana, 2023). Pada fase ini, pertumbuhan gigi susu berlangsung aktif hingga lengkap sekitar usia 2–2,5 tahun (Anwar dan Rosdiana, 2023; Ibrahim et al., 2024).

Pemenuhan nutrisi yang optimal sangat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan tersebut. Mineral seperti kalsium dan fosfor berperan penting dalam pembentukan dan kekuatan struktur gigi, sedangkan antioksidan berfungsi melindungi jaringan rongga mulut dari kerusakan oksidatif (Christiono et al., 2023; Kartika dan Zainur, 2021; Salman et al., 2021). Kekurangan asupan mineral dapat menyebabkan gangguan mineralisasi gigi dan meningkatkan risiko karies (Azuma et al., 2022). Pada masa tumbuh gigi, anak cenderung mengalami ketidaknyamanan sehingga diperlukan makanan yang tidak hanya bergizi tetapi juga memiliki tekstur yang sesuai untuk merangsang proses mengunyah (Ibrahim et al., 2023; Kurniawati dan Komalyna, 2021).

Pengembangan pangan fungsional menjadi salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Pangan fungsional merupakan makanan yang tidak hanya memenuhi kebutuhan gizi dasar tetapi juga memberikan manfaat kesehatan tambahan (Hasibuan, 2021). Produk makanan ringan seperti *crackers* dapat menjadi alternatif karena memiliki tekstur renyah, mudah dikonsumsi, dan disukai oleh berbagai kalangan, termasuk anak-anak (Artina et al., 2023; Selawati dan Quddus, 2024). Tekstur *crackers* yang renyah namun mudah

dihancurkan menjadikannya sesuai sebagai makanan pendamping bagi anak usia dini yang sedang dalam tahap perkembangan kemampuan mengunyah. (Ibrahim et al., 2024). Pemilihan produk *crackers* juga didukung oleh data BPS (2021), yang menyatakan bahwa konsumsi *crackers* di Indonesia mencapai 61,65%, sehingga produk ini berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional.

Mocaf (*Modified Cassava Flour*) dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti tepung terigu dalam pengembangan produk pangan berbasis bahan lokal. Tepung mocaf merupakan hasil modifikasi singkong melalui proses fermentasi yang menghasilkan karakteristik mendekati tepung terigu, bebas gluten, dan memiliki sifat fisik kimia yang lebih baik dibandingkan tepung singkong konvensional (Hadistio dan Fitri, 2019; Sari et al., 2024). Kandungan mineral seperti kalsium dan fosfor pada tepung mocaf relatif tidak setinggi bahan pangan sumber mineral lainnya, sehingga diperlukan penambahan bahan yang kaya mineral untuk meningkatkan nilai gizinya. Penambahan bahan lain seperti susu juga dapat meningkatkan kandungan kalsium dan fosfor dalam produk (Najmi et al., 2024). Untuk meningkatkan nilai fungsional, dapat dilakukan penambahan bahan nabati seperti seledri (*Apium graveolens L.*) yang mengandung mineral serta senyawa bioaktif seperti flavonoid dan fenolik yang berperan sebagai antioksidan (Kooti dan Daraei, 2017; Ahmed et al., 2022). Seledri diketahui memiliki kandungan mineral yang relatif tinggi dibandingkan beberapa sayuran lainnya. Tanaman ini dilaporkan mengandung kalsium sebesar 306,00 mg/100 g, dan fosfor 51,00 mg/100 g. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan beberapa sayuran lain dalam penelitian yang sama, seperti kubis yang mengandung kalsium 32,06 mg/100 g, fosfor 35,60 mg/100 g, wortel dengan kalsium 29,50 mg/100 g, dan fosfor 11,34 mg/100 g. Aktivitas antioksidan seledri menunjukkan nilai IC₅₀ sebesar 11,25 µg/mL (DPPH), 11,35 µg/mL (ABTS), dan 16,23 µg/mL (NO), menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat (Abdi et al., 2022; Al Aboody, 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan bahwa fortifikasi tepung seledri

dalam produk *bakery* dapat meningkatkan komposisi nutrisi dan aktivitas antioksidan. Studi oleh Nicetin et al. (2024) menunjukkan bahwa penambahan tepung seledri pada produk *cookies* secara signifikan meningkatkan kandungan mineral seperti kalsium, dari 24,54 mg/100 g (kontrol) menjadi 53,20 mg/100 g pada penambahan 30%, serta meningkatkan aktivitas antioksidan DPPH dari 0,60 menjadi 50,84 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$. Kandungan mineral lain juga mengalami peningkatan, seperti magnesium dari 16,79 menjadi 24,39 mg/100 g dan zat besi dari 1,20 menjadi 2,57 mg/100 g seiring peningkatan tepung seledri.

Penelitian mengenai pemanfaatan tepung seledri dalam produk *bakery* masih terbatas pada penggunaan tepung terigu dan belum banyak yang mengkaji aplikasinya pada produk *crackers* berbasis tepung mocaf. Selain itu, kajian yang menganalisis secara simultan kadar kalsium, fosfor, dan aktivitas antioksidan dalam satu produk juga masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan tepung seledri pada *crackers* berbasis tepung mocaf terhadap kadar kalsium, fosfor, dan aktivitas antioksidan sebagai upaya pengembangan pangan fungsional.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bahan utama, bahan pendukung, dan bahan kimia untuk dianalisis. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung mocaf yang diperoleh dari Institut Teknologi Bandung (ITB) serta tepung seledri yang dibuat secara mandiri dari seledri segar yang diperoleh dari Pasar Kleco, Karangasem, Kecamatan Laweyan, Kota Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia. Bahan pendukung dalam pembuatan *crackers* meliputi margarin (Forvita, PT Bima Karya Prima, Jakarta, Indonesia), gula pasir (Gulaku, PT Sweet Indolampung, Lampung, Indonesia), garam (Refina, PT UnichemCandi Indonesia, Sidoarjo, Indonesia), ragi instan (Fermipan, PT Sangra Ratu Boga, Jakarta, Indonesia), *baking powder* (Koepoe Koepoe, PT

Gunacipta Multirasa, Banten, Indonesia), serta susu sapi segar yang diperoleh dari penjual susu lokal di wilayah Jl. Garuda Mas, Pabelan, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis kadar kalsium meliputi asam nitrat (HNO_3), amonium hidroksida (NH_4OH), asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$), amonium oksalat ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$), asam sulfat (H_2SO_4), kalium permanganat (KMnO_4), dan indikator methyl red-bromocresol green (MR-BCG). Bahan kimia untuk analisis kadar fosfor meliputi asam nitrat (HNO_3), amonium molibdat ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$), amonium metavanadat (NH_4VO_3), dan aquadest. Bahan kimia untuk analisis aktivitas antioksidan meliputi etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), metanol (CH_3OH), dan 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH).

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan satu faktor perlakuan, yaitu variasi penambahan tepung seledri. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan dua kali ulangan, dan setiap ulangan dianalisis secara duplo untuk meningkatkan ketelitian dan akurasi hasil pengukuran. Perlakuan yang diberikan terdiri atas empat tingkat penambahan konsentrasi tepung seledri, yaitu 0% (kontrol), 3%, 6%, dan 9% pada formulasi *crackers* berbasis tepung mocaf.

Data yang diperoleh diolah menggunakan *Microsoft Excel 365* dan dianalisis secara statistik menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26. Analisis deskriptif dilakukan untuk menyajikan nilai rata-rata dan standar deviasi. Data yang berdistribusi normal, yaitu kadar kalsium dan aktivitas antioksidan, dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Sementara itu, data yang berdistribusi tidak normal, yaitu kadar fosfor, dianalisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis*, dilanjutkan dengan uji lanjut *Mann-Whitney* dengan koreksi *Bonferroni*.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Tepung Seledri

Pembuatan tepung seledri dilakukan dengan mengacu pada metode Hidayati dan

Sohriati (2023) serta Salim et al., (2019) dengan beberapa penyesuaian. Seledri segar terlebih dahulu dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel, kemudian ditiriskan hingga tidak terdapat sisa air. Setelah itu, seledri dipotong menjadi bagian kecil untuk mempercepat proses pengeringan.

Potongan seledri dikeringkan menggunakan oven pada suhu 120°C selama ± 10 menit hingga kadar air berkurang. Penggunaan suhu tinggi dengan waktu pengeringan yang singkat bertujuan untuk mempercepat proses pengeringan dan mengurangi durasi paparan panas, karena metode pengeringan dipengaruhi oleh kombinasi suhu dan waktu serta dapat memengaruhi kandungan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan (Saifullah et al., 2019; Snoussi et al., 2021). Meskipun demikian pengeringan pada suhu tinggi dilaporkan dapat menurunkan kandungan fenolik pada kondisi tertentu (Snoussi et al., 2021), namun ada kondisi lain justru dapat meningkatkan perolehan senyawa fenolik dibandingkan suhu yang lebih rendah (Kamran et al., 2015). Oleh karena itu, penggunaan suhu tinggi dalam waktu singkat pada penelitian ini dipertimbangkan sebagai upaya untuk menjaga efisiensi proses sekaligus meminimalkan kerusakan senyawa bioaktif. Seledri kering kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh serbuk halus. Serbuk tersebut diayak menggunakan ayakan berukuran 80 mesh untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam. Tepung seledri yang dihasilkan kemudian disimpan dalam wadah tertutup rapat dan ditempatkan pada kondisi kering dan sejuk untuk menjaga kualitasnya.

Pembuatan Crackers

Pembuatan *crackers* mengacu pada metode Ramadhani et al. (2022) dengan beberapa modifikasi. Tahap awal meliputi persiapan alat dan bahan yang terdiri atas baskom, sendok, timbangan, *rolling pin*, loyang, cetakan, *plastic wrap*, dan oven. Bahan yang digunakan meliputi mocaf sebanyak 100 g dan tepung seledri sebanyak 0-9 g sesuai perlakuan sebagai bahan utama. Kemudian disiapkan margarin 40 g, garam 2

g, gula 3 g, susu sapi segar 56 mL, ragi instan 2 g, dan *baking powder* 0,2 g.

Pencampuran margarin, gula, garam, dan susu dilakukan hingga homogen. Mocaf dan tepung seledri kemudian ditambahkan sesuai perlakuan formulasi, bersama ragi instan, dan *baking powder*. Adonan diaduk hingga mencapai konsistensi kalis. Adonan yang telah terbentuk didiamkan dalam wadah tertutup selama ± 30 menit untuk proses fermentasi. Penggilasan adonan dilakukan menggunakan *rolling pin* hingga mencapai ketebalan sekitar 2 mm. Proses pelipatan dilakukan dengan penambahan campuran mocaf, margarin, dan *baking powder* pada setiap lapisan adonan untuk membentuk struktur berlapis (*lamination*) yang berkontribusi terhadap tekstur renyah. Penggilasan ulang dilakukan hingga adonan memiliki permukaan yang rata. Adonan kemudian dicetak sesuai bentuk yang diinginkan dan disusun pada loyang yang telah diolesi *dust filling* yang terbuat dari margarin 1 g, mocaf 0,5 g, dan *baking powder* 0,5 g. Pemanggangan dilakukan pada suhu 130°C selama ± 30 menit hingga menghasilkan *crackers* dengan warna keemasan.

Prosedur Analisis

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian kadar kalsium, kadar fosfor, dan aktivitas antioksidan. Pengujian kadar kalsium dilakukan menggunakan metode titrasi permanganometri mengacu pada Karamad et al. (2021) dengan modifikasi pada tahap preparasi sampel, meliputi proses destruksi menggunakan asam nitrat (HNO_3) (1:3) dan pengendapan kalsium menggunakan amonium oksalat ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$) sebelum dilakukan titrasi menggunakan larutan kalium permanganat (KMnO_4) 0,1 N. Metode ini didasarkan pada reaksi oksidasi-reduksi antara ion kalsium yang telah diendapkan dengan larutan KMnO_4 .

Analisis kadar fosfor dilakukan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis metode vanadat-molibdat mengacu pada Estrin dan Brammell (1969). Sampel didestruksi menggunakan asam nitrat (HNO_3) (1:3), kemudian direaksikan dengan amonium molibdat ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$) dan amonium

metavanadat (NH_4VO_3) hingga terbentuk kompleks berwarna kuning, selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang 410 nm. Metode ini didasarkan pada pembentukan kompleks fosfat-vanadat-molibdat yang dapat diukur secara spektrofotometri.

Aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) mengacu pada (Molyneux, 2004). Sampel direaksikan dengan larutan DPPH dalam metanol, kemudian diinkubasi selama 30 menit dalam kondisi gelap sebelum

dilakukan pengukuran absorbansi pada Panjang gelombang 517 nm. Metode ini mengukur kemampuan senyawa antioksidan dalam mereduksi radikal bebas DPPH yang ditandai dengan perubahan warna larutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia

Penambahan tepung seledri berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kadar kalsium, fosfor dan aktivitas antioksidan pada *crackers* mocaf (Tabel 1.)

Tabel 1. Pengaruh penambahan tepung seledri terhadap karakteristik kimia *crackers* mocaf

Tepung Seledri (%)	Kadar Kalsium (mg/100 g)*	Kadar Fosfor (mg/100 g)**	Aktivitas Antioksidan (%)*
0	$0,06 \pm 0,02^a$	$108,86 \pm 9,31^a$	$41,53 \pm 1,46^a$
3	$1,97 \pm 0,18^b$	$116,95 \pm 0,26^a$	$54,71 \pm 0,59^b$
6	$3,58 \pm 0,51^c$	$118,35 \pm 3,34^a$	$59,52 \pm 1,41^c$
9	$6,16 \pm 0,16^d$	$125,28 \pm 2,64^a$	$65,53 \pm 1,28^d$

Keterangan : Data yang disajikan sebagai *mean* $\pm$ standar deviasi. *) Data dianalisis dengan ANOVA, data pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda signifikan (DMRT, $p < 0,05$). **) Data dianalisis dengan uji *Kruskal-Wallis*, data pada kolom yang sama yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda signifikan (uji *Mann-Whitney* dengan koreksi Bonferroni, $p < 0,05$).

Kadar Kalsium

Penambahan tepung seledri berpengaruh signifikan terhadap kadar kalsium *crackers* berbasis mocaf ($p < 0,05$). Hasil uji *Duncan* menunjukkan bahwa setiap perlakuan berbeda nyata satu sama lain. Kadar kalsium mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi tepung seledri, yaitu dari $0,06 \pm 0,02$ mg/100 g pada perlakuan kontrol (tanpa penambahan tepung seledri) menjadi $6,16 \pm 0,16$ mg/100 g pada perlakuan dengan penambahan tepung seledri 9%.

Peningkatan kadar kalsium pada *crackers* dipengaruhi oleh kandungan kalsium pada seledri yang relatif tinggi, yaitu sekitar 306 mg/100 g (Abdi et al., 2022), sehingga semakin tinggi proporsi tepung seledri semakin besar kontribusi kalsium terhadap produk akhir. Hasil ini sejalan dengan penelitian Nicetin et al., (2024) yang melaporkan bahwa penambahan tepung seledri pada produk *cookies* dapat

meningkatkan kadar kalsium dari 24,54 mg/100 g pada kelompok kontrol menjadi 53,20 mg/100 g pada formula 30%, sehingga menunjukkan adanya peningkatan sebesar 28,66 mg/100 g pada produk akhir. Kesamaan tren tersebut menunjukkan bahwa penambahan tepung seledri berkontribusi nyata terhadap peningkatan kadar kalsium pada produk *bakery*.

Kadar Fosfor

Penambahan tepung seledri memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar fosfor *crackers* berbasis mocaf ($p < 0,05$). Namun, hasil uji lanjut *Mann-Whitney* dengan koreksi *Bonferroni* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar pasangan perlakuan. Secara umum, kadar fosfor menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi tepung seledri.

Nilai kadar fosfor meningkat dari $118,35 \pm 3,34$ mg/100 g pada perlakuan kontrol (tanpa penambahan tepung seledri) menjadi

125,28±2,64 mg/100 g pada penambahan tepung seledri 9%, meskipun nilai terendah terdapat pada penambahan tepung seledri 3% sebesar 108,86±9,31 mg/100 g. Menurut literatur, proses pengolahan dapat memberikan efek yang bersifat ganda, yaitu dapat menurunkan maupun meningkatkan kandungan senyawa tergantung kondisi proses, sehingga hasil yang diperoleh tidak selalu menunjukkan pola yang linear (Kushwaha et al., 2021). Peningkatan kadar fosfor ini diduga berkaitan dengan kandungan fosfor dalam seledri yang mencapai sekitar 51 mg/100 g (Abdi et al., 2022), sehingga penambahan tepung seledri berkontribusi terhadap peningkatan kadar fosfor pada produk *crackers*.

Hasil ini didukung oleh penelitian Nicetin et al. (2024) yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung seledri pada produk *cookies* menyebabkan peningkatan berbagai mineral, seperti kalium dari 90,63 mg/100 g menjadi 620,76 mg/100 g dan magnesium dari 16,79 mg/100 g menjadi 24,39 mg/100 g. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa penambahan tepung seledri cenderung meningkatkan kandungan mineral secara umum, sehingga fosfor juga berpotensi mengalami peningkatan, meskipun pada penelitian ini perbedaannya belum signifikan secara statistik pada uji lanjut.

Aktivitas Antioksidan

Penambahan tepung seledri berpengaruh signifikan terhadap aktivitas antioksidan *crackers* berbasis mocaf ($p<0,05$). Hasil DMRT menunjukkan bahwa setiap perlakuan berbeda nyata satu sama lain. Aktivitas antioksidan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi tepung seledri, yaitu dari 41,53±1,46% pada perlakuan kontrol (tanpa penambahan tepung seledri) menjadi 65,53±1,28% pada perlakuan penambahan tepung seledri 9%.

Peningkatan aktivitas antioksidan pada *crackers* berkaitan dengan kandungan senyawa bioaktif dalam seledri, seperti flavonoid dan senyawa fenolik yang berperan sebagai antioksidan alami. Senyawa tersebut mampu menangkap radikal bebas sehingga meningkatkan aktivitas antioksidan pada produk pangan (Al Aboody, 2021). Semakin tinggi penambahan tepung seledri, semakin

besar kontribusi senyawa bioaktif terhadap peningkatan aktivitas antioksidan pada produk.

Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa penambahan tepung seledri pada produk *bakery* dapat meningkatkan kandungan total fenolik serta aktivitas antioksidan. Nicetin et al. (2024) menunjukkan bahwa penambahan tepung seledri pada produk *cookies* dapat meningkatkan kandungan total fenolik dari 6,42 mg GAE/100 g menjadi 299,46 mg GAE/100 g, serta meningkatkan aktivitas antioksidan yang diukur dengan Metode DPPH dari 0,60 μ mol TE/100 g menjadi 50,84 μ mol TE/100 g. Temuan tersebut menunjukkan bahwa tepung seledri mengandung senyawa fenolik yang berperan dalam meningkatkan aktivitas antioksidan (% inhibisi DPPH) pada produk *bakery*.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan pada jumlah ulangan yang terbatas serta parameter yang diuji hanya mencakup aspek kimia. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan jumlah ulangan dan parameter lain seperti uji sensori serta daya terima konsumen guna memperoleh gambaran kualitas produk yang lebih menyeluruh.

KESIMPULAN

Penambahan tepung seledri pada *crackers* berbasis tepung mocaf berpengaruh signifikan terhadap kadar kalsium dan aktivitas antioksidan ($p<0,05$), serta meningkatkan kadar fosfor meskipun tidak berbeda nyata antar perlakuan. Nilai kalsium, fosfor, dan aktivitas antioksidan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi tepung seledri, dengan hasil terbaik diperoleh pada penambahan tepung seledri 9%. Penambahan tepung seledri dapat meningkatkan kandungan mineral dan aktivitas antioksidan pada *crackers* mocaf, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional berbasis bahan lokal.

DAFTAR PUSTAKA

Abdi, F.A., Gemed, H.F., Keyata, E.O., 2022. Nutritional composition, antinutrient contents, and polyphenol compounds of selected underutilized

- and some commonly consumed vegetables in East Wollega, West Ethiopia. *J. Food Qual.* 6942039. <https://doi.org/10.1155/2022/6942039>
- Ahmed, S.S.T., Fahim, J.R., Youssif, K.A., Amin, M.N., Abdel-Aziz, H.M.H., Khadra, I.A., Rateb, M.E., Abdelmohsen, U.R., Hamed, A.N.E., 2022. Comparative study of the chemical composition and anti-proliferative activities of the aerial parts and roots of *Apium graveolens* L. (celery) and their biogenic nanoparticles. *South African J. Bot.* 151, 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.11.002>
- Al Aboody, M.S., 2021. Cytotoxic, Antioxidant, and Antimicrobial Activities of Celery (*Apium graveolens* L.). *Bioinformation* 17(1), 147–156. <https://doi.org/10.6026/97320630017147>
- Ananda, F.A., Dewanto, N.E.F., 2023. Hubungan riwayat gestasi dan nutrisi bayi 6 bulan pertama dengan waktu erupsi gigi primer anak. *Manuju: Malahayati Nurs. J.* 5, 685–700. <https://doi.org/10.33024/mnj.v5i3.8061>
- Anwar, C., Rosdiana, E., 2023. Penyuluhan kesehatan tentang gizi tumbuh kembang pada anak di PAUD Harsya Ceria Jeulingke Banda Aceh. *JPkMK: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Bidang Kesehatan* 5(1), 69–78.
- Artina, Z.J., Ayu, D.F., Rahmayuni, R., 2023. Crackers modified cassava flour (mocaf) dan tepung kacang tunggak : Karakteristik kimia dan sensori. *AGRITEKNO J. Teknol. Pertan.* 12, 57–64. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2023.12.1.57>
- Azuma, M.M., Cardoso, C.deB.M., da Silva, C.C., de Oliveira, P.H.C., Jacinto, R. deC., Andrada, A.C., Cintra, L.T.A., 2022. The use of omega-3 fatty acids in the treatment of oral diseases. *Oral Dis.* 28(2), 264–274. <https://doi.org/10.1111/odi.13667>
- BPS, 2021. Ringkasan Eksekutif Pengeluaran dan Konsumsi Penduduk Indonesia Maret 2021. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Christiono, S., Pradopo, S., Sudiana, I.K., Mayangsari, R.S., Indrawati, S.V., 2023. The effect of sea fish powder on development and growth of fetal teeth mice. *Insisiva Dent. J. Maj. Kedokt. Gigi Insisiva* 12(2), 70–77. <https://doi.org/10.18196/di.v12i2.18939>
- Estrin, B., Brammell, W.S., 1969. Determination of phosphorus in fruits and fruit products by a spectrophotometry molybdovanadate method and by the official gravimetric quinoline molybdate fertilizer method. *J. AOAC Int.* 52(4), 865–870. <https://doi.org/10.1093/jaoac/52.4.865>
- Hadistio, A., Jumiono, A., Fitri, S., 2019. Tepung mocaf (modified cassava flour) untuk ketahanan pangan Indonesia. *J. Ilm. Pangan Halal* 1(1), 13–17. <https://doi.org/10.30997/jiph.v1i1.2005>
- Hasibuan, H.A., 2021. Potensi minyak sawit merah sebagai pangan fungsional dan nutrasetikal. *War. Pus. Penelit. Kelapa Sawit* 26(3), 178–184. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.wart a.v26i3.52>
- Hidayati, G.S., Sohriati, E., 2023. Inovasi pembuatan dan karakterisasi tepung daun cemba (*Acasia rugata* (Lam) Fawc. Rendle) sebagai bahan pangan alami melalui metode pengeringan cabinet dryer. *J. Technopreneur* 11, 85–92. <https://doi.org/10.30869/jtech.v11i2.1231>
- Ibrahim, I., Isramilda, I., Permatasari, S.D., 2023. Hubungan pemberian MP-ASI dengan status gizi bayi 6-11 bulan di wilayah kerja Puskesmas Sambau Kota Batam. *Zo. Kedokt.* 13(3), 468–475.

- <https://doi.org/10.37776/zked.v14i1.1354>.
- Ibrahim, I., Miguna, S., Hanifa, N., 2024. Hubungan Air Susu Ibu Eksklusif dengan Jumlah Gigi Susu Bayi Usia 6-12 Bulan di Wilayah Kerja Puskesmas Botania Kota Batam. *Zo. Kedokt.* 14(2), 126–134. <https://doi.org/10.37776/zked.v14i2.1532>
- Kamran, M., Hamlin, A.S., Scott, C.J., Obied, H.K., 2015. Drying at high temperature for a short time maximizes the recovery of olive leaf biophenols. *Ind. Crops Prod.* 78, 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.10.031>
- Karamad, D., Khosravi-Darani, K., Hosseini, H., Tavasoli, S., 2019. Analytical procedures and methods validation for oxalate content estimation. *Biointerface Res. Appl. Chem.* 9(5), 4305–4310. <https://doi.org/10.33263/briac95.305310>
- Kartika, I., Zainur, R.A., Deynilisia, S., 2021. Hubungan status gizi terhadap erupsi gigi insisivus sentralis permanent mandibula pada anak usia 6-7 tahun. *J. Kesehat. Gigi dan Mulut* 3(1), 25–30.
- Kooti, W., Daraei, N., 2017. A review of the antioxidant activity of celery (*Apium graveolens* L.). *J. Evid. Based Complementary Altern. Med.* 22(4), 1029–1034. <https://doi.org/10.1177/2156587217717415>
- Kurniawati, F., Komalyna, I.N.T., 2021. Pastel tutup daging ayam dan daun kelor sebagai pemberian makanan tambahan balita stunting di Puskesmas Dinoyo Kota Malang: Kajian nilai gizi, mutu protein dan daya terima. *AgriHealth: J. Agri-food, Nutr. Public Heal.* 2(1), 8-16. <https://doi.org/10.20961/agrihealth.v2i1.47071>
- Kushwaha, R., Singh, V., Singh, M., Puranik, V., Kaur, D., 2021. Effect of Food Processing on Nutritional And Antinutritional Components. *Di dalam Challenges and Opportunities in Nutrition, Environment and Agriculture.* Rathore Academic Research Publication. p.97–111.
- Molyneux, P., 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol* 26(2), 211–219.
- Mufarrohah, Witriyani, Ulkhasanah, M.E., 2025. Hubungan peran orang tua dalam personal hygiene gigi dan mulut dengan kejadian karies gigi pada anak usia prasekolah. *J. Penelit. Perawat Prof.* 7(1), 95-104. <https://doi.org/10.37287/jppp.v7i1.3780>
- Najmi, N., Kuswandani, F., Rafisa, A., Balafif, F.F., 2024. Hubungan kesehatan gigi dan mulut dan produk susu. *J. Kesehat. Tambusai* 5, 240–244. <https://doi.org/10.31004/jkt.v5i1.25062>
- Nicetin, M., Filipovic, J., Djalovic, I., Stankovic, D., Trivan, G., Kosutic, M., Zivancev, D., Filipovic, V., 2024. Quality optimization and evaluation of new cookie product with celery root powder addition. *Foods* 13(17), 2712. <https://doi.org/10.3390/foods13172712>
- Ramadhani, W., Indrawan, I., Seveline, S., 2022. Formulasi crackers mocaf dengan penambahan tepung udang rebon serta karakteristiknya. *J. Bioind.* 4(2), 93–108. <https://doi.org/10.31326/jbio.v4i2.1238>
- Saifullah, M., McCullum, R., McCluskey, A., Vuong, Q., 2019. Effects of different drying methods on extractable phenolic compounds and antioxidant properties from lemon myrtle dried leaves. *Heliyon* 5(12), e03044. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03044>
- Salim, C., Sembiring, V.A., Ayu, A.S., 2019. Pengolahan Tepung Bayam sebagai

- Substitusi Tepung Beras Ketan dalam Pembuatan Klepon. *J. Pariwisata* 6, 56–70.
<https://doi.org/10.31294/par.v6i1.4828>
- Salman, B.N., Darvish, S., Goriuc, A., Mazloomzadeh, S., Tehrani, M.H.P., Luchian, I., 2021. Salivary oxidative stress markers' relation to oral diseases in children and adolescents. *Antioxidants* 10(10), 1540.
<https://doi.org/10.3390/antiox10101540>
- Sari, N.S., Kandriasari, A., Cahyana, C., 2024. Pengaruh substitusi tepung mocaf terhadap kualitas organoleptik kulit pastel. *J. Creat. Student Res.* 2(4), 30–41. <https://doi.org/10.55606/jcsr-politama.v2i4.3971>
- Selawati F., Quddus A.A.,M., 2024. Karakteristik Kimia dan Organoleptik Crackers Dengan Substitusi. *J. Pangan dan Gizi* 14(2), 63–69.
<https://doi.org/10.26714/jpg.14.2.2024.63-69>
- Snoussi, A., Essaidi, I., Ben Haj Koubaier, H., Zrelli, H., Alsafari, I., Živoslav, T., Mihailovic, J., Khan, M., El Omri, A., Ćirković Veličković, T., Bouzouita, N., 2021. Drying methodology effect on the phenolic content, antioxidant activity of *Myrtus communis* L. leaves ethanol extracts and soybean oil oxidative stability. *BMC Chem.* 15(31).
<https://doi.org/10.1186/s13065-021-00753-2>
- Suryana, D., Tika, R., Wardani, E.K., 2022. Management of creative early childhood education environment in increasing golden age creativity. *Proc. 6th Int. Conf. Early Child. Educ. (ICECE-6 2021)* 668, 17–20.
<https://doi.org/10.2991/assehr.k.220602.005>

ANALISIS PERSEDIAAN BAHAN BAKU AGROINDUSTRI KECAP DI CV JERUK PECEL TULEN SURABAYA

*Analysis of Raw Material Inventory In The Soy Sauce Agroindustry at CV Jeruk Pecel
Tulen Surabaya*

Nafikur Rohman, Mubarakah*, Taufik Setyadi

*Jurusan Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Jl.
Rungkut Madya No.1, Gunung Anyar, Surabaya 60294*

**)Penulis korespondensi: mubarakah@upnjatim.ac.id*

Submisi: 3.1.2026; Revisi: 4.5.2026; Penerimaan: 9.5.2026; Dipublikasikan: xx
Dipublikasikan online: 13.7.2026

ABSTRAK

CV Jeruk Pecel Tulen Surabaya belum memiliki sistem pengadaan bahan baku yang sistematis mengakibatkan ketidakseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan bahan baku. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jumlah pemesanan bahan baku yang optimal dan menyusun rekomendasi sistem pengadaan yang efisien. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif seperti metode *Economic Order Quantity* (EOQ), *Safety Stock*, dan *Reorder Point* pada untuk menghitung kebutuhan optimal pemesanan bahan baku. Hasil analisis menunjukkan bahwa mekanisme persediaan bahan baku di CV Jeruk Pecel Tulen Surabaya melakukan pemesanan ketika stok hampir habis tanpa adanya perencanaan dan *safety stock* yang terstruktur. Proses pengadaan bahan baku dimulai dari pengecekan stok gudang, keputusan pemesanan, pemesanan ke *supplier*, penerimaan dan penyimpanan bahan baku, hingga pencatatan bahan baku. Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah pemesanan paling ekonomis berdasarkan metode EOQ adalah sebesar 1.720 kg untuk kedelai dan 30.451 kg untuk gula merah, yang memungkinkan perusahaan meminimalkan total biaya persediaan. Penerapan metode EOQ terbukti menurunkan total biaya persediaan tahunan kedelai dari Rp3.407.500 menjadi Rp2.734.460 yaitu sebesar 19,76% dibandingkan dengan sistem yang saat ini diterapkan oleh perusahaan. Sedangkan total biaya persediaan gula merah yang awalnya Rp2.053.750 menjadi Rp334.963 terdapat penghematan biaya sebesar 83,7%. Perusahaan direkomendasikan untuk menerapkan metode EOQ sebagai dasar sistem pengadaan bahan baku dikarenakan metode ini terbukti mampu menentukan jumlah pemesanan optimal, meminimalkan risiko kekurangan maupun kelebihan persediaan, serta menurunkan total biaya persediaan secara signifikan.

Kata kunci: CV Jeruk Pecel Tulen Surabaya, Persediaan Bahan Baku, EOQ, Safety Stock, Reorder Point

ABSTRACT

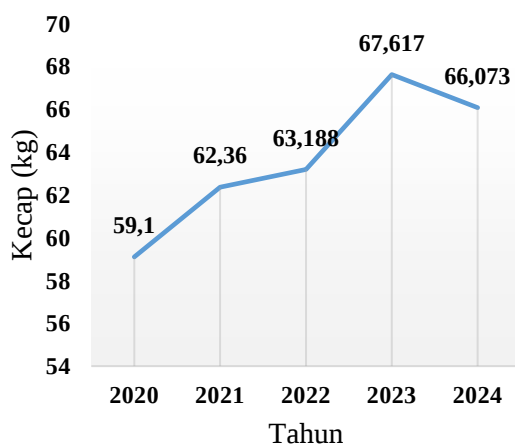
CV Jeruk Pecel Tulen Surabaya does not have a systematic raw material procurement system, which leads to an imbalance between the availability and the needs of raw materials. This study aims to analyze the optimal order quantity of raw materials and to formulate recommendations for an efficient procurement system. This research employs a quantitative approach using the Economic Order Quantity (EOQ), Safety Stock, and Reorder Point methods to calculate the optimal raw material order requirements. The analysis shows that the company's current inventory mechanism involves placing orders only when stock is nearly depleted, without structured planning or a defined safety stock. The raw material procurement process begins with warehouse stock inspections, followed by ordering decisions, placing orders with suppliers, receiving and storing raw materials, and recording inventory. The EOQ analysis resulted in optimal order quantities of 1,720 kg for soybeans and 30,451 kg for palm sugar. These values indicate the most economical order quantities, allowing the company to minimize total inventory costs. The application of EOQ was found to reduce the annual inventory cost of soybeans from Rp3,407,500 to Rp2,734,460,

representing a cost reduction of 19.76% compared to the company's current system. Meanwhile, the total inventory cost for palm sugar decreased from Rp2,053,750 to Rp334,963, resulting in a cost savings of 83.7%. The company is recommended to adopt the EOQ method as the foundation of its raw material procurement system, as this method has been proven to determine optimal order quantities, minimize the risk of stock shortages or excess inventory, and significantly reduce total inventory costs.

Keywords: CV Jeruk Pecel Tulen Surabaya, Raw Material Inventory, EOQ, Safety Stock, Reorder Point

PENDAHULUAN

Konsumsi kecap manis di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya sehingga berdampak pada persaingan dagang yang ketat antar agroindustri kecap manis. Gambar 1 menggambarkan rata-rata konsumsi kecap per kapita di Indonesia tahun 2020-2024 (BPS, 2024).



Gambar 1. Tren konsumsi per kapita kecap di Indonesia (BPS, 2024)

Angka rata-rata konsumsi kecap per kapita di Indonesia periode 2020-2024 menunjukkan tren peningkatan setiap tahunnya. Kecap adalah olahan hasil pertanian yang dibuat dengan bahan dasar kedelai dan gula merah, yang dalam proses produksinya memerlukan ketersediaan bahan baku secara yang stabil (Grace *et al.*, 2021). Kondisi ini mengindikasikan bahwa kecap masih menjadi salah satu produk pangan yang memiliki permintaan tinggi dan memiliki peluang pasar yang stabil di masyarakat Indonesia. Bahan baku utama yang dibutuhkan oleh industri kecap adalah kedelai dan gula merah. Kedua bahan tersebut memiliki karakteristik bahan pertanian yang rentan terhadap fluktuasi harga, ketersediaan

berdasarkan musim, dan risiko kerusakan apabila penyimpanannya kurang tepat (Agustin, 2025). Dengan demikian, pengelolaan persediaan kedelai dan gula merah menjadi aspek penting dalam menjaga keberlangsungan produksi.

CV Jeruk Pecel Tulen merupakan salah satu perusahaan pengolahan kecap skala menengah ke atas yang berpusat di Surabaya. Pada CV Jeruk Pecel Tulen, pemesanan bahan baku seperti kedelai dan gula merah hanya dilakukan ketika persediaan hampir habis, tanpa jadwal rutin atuperencanaan pemesanan berdasarkan data historis kebutuhan. Selain itu, perusahaan belum menetapkan cadangan persediaan (*safety stock*), tidak memiliki titik pemesanan ulang (*reorder point*), dan jumlah pembelian bahan baku disesuaikan langsung dengan kebutuhan sesaat tanpa mempertimbangkan efektivitas biaya pemesanan dan penyimpanan.

Pengelolaan persediaan bahan baku merupakan elemen penting dalam mendukung kelancaran proses produksi yang sangat bergantung pada ketersediaan bahan baku secara terus-menerus (Sholehah *et al.*, 2021). Keterlambatan atau kekurangan bahan baku dapat menghambat proses produksi, yang tidak hanya merugikan secara finansial, tetapi juga dapat merusak komitmen perusahaan terhadap pasar. Di sisi lain, ketidakstabilan pasokan, fluktuasi produksi, fluktuasi harga, serta kurangnya efisiensi sistem penyimpanan dapat memicu gangguan produksi dan menurunkan kinerja perusahaan (Marina *et al.*, 2023). Kondisi ini sangat berisiko bagi industri berskala menengah ke atas, ketika output produksi meningkat serta ekspektasi pasar terhadap konsistensi pasokan dan kualitas produk semakin tinggi, pengelolaan persediaan secara reaktif dapat menjadi rintangan yang besar terhadap stabilitas produksi dan efisiensi biaya operasional (Mu'minin dan Manir, 2025).

Oleh karena itu, diperlukan kajian sistem pengadaan dan pengendalian persediaan bahan baku secara ilmiah yang dapat membantu perusahaan menyusun prosedur pengelolaan stok yang lebih terukur dan efisien. Dengan demikian, penulis tertarik untuk menganalisis terkait pengadaan persediaan bahan baku guna menghitung jumlah persediaan bahan baku yang optimal, mengidentifikasi titik pemesanan ulang yang tepat, dan menyusun rekomendasi sistem pengadaan yang efisien serta adaptif terhadap kebutuhan produksi CV Jeruk Pecel Tulen Surabaya.

BAHAN DAN METODE

Metode Pengumpulan Data

Penelitian dilaksanakan di CV Jeruk Pecel Tulen, yang beralamat di Jl. Sidodadi Baru No. 15 A, Kecamatan Simokerto, Kota Surabaya, Jawa Timur. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Juni–Oktober 2025. Metode penentuan informan dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* sebanyak 7 orang. Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode *In-depth interview*. Data primer penelitian dapat diperoleh dengan metode wawancara langsung kepada pihak terkait dari CV Jeruk Pecel Tulen dengan kuesioner sebagai acuan, sementara itu, data sekunder didapatkan dari hasil riset, studi literatur, dan data internal yang dimiliki perusahaan. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan analisis deskriptif dan kuantitatif (EOQ, *Safety Stock*, dan *Reorder Point*).

Analisis Data

Economic Order Quantity (EOQ)

Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) diterapkan untuk menentukan volume pemesanan bahan baku yang paling ekonomis dalam setiap kali pemesanan, sehingga dapat menekan total biaya persediaan seminimal mungkin (Aji et al., 2023). Nilai EOQ menunjukkan volume pembelian bahan baku yang paling ekonomis untuk dilakukan pada setiap kali pemesanan. Semakin besar nilai EOQ, mengindikasikan bahwa perusahaan semakin jarang melakukan pemesanan dalam satu periode namun biaya penyimpanan meningkat. Sedangkan, semakin kecil nilai

EOQ, menunjukkan perusahaan semakin sering melakukan pemesanan dalam satu periode namun biaya penyimpanan menurun (Anwar et al., 2019). Perhitungan EOQ dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Keterangan:

EOQ = Jumlah pembelian optimal pasokan per pemesanan (kg)

D = Jumlah kebutuhan pasokan dalam 1 tahun (kg)

S = Biaya pemesanan pasokan per pemesanan (Rp)

H = Biaya penyimpanan pasokan per unit dalam 1 tahun (Rp)

Frekuensi Pemesanan

$$F = \frac{D}{Q}$$

Keterangan:

F = Frekuensi pasokan per pemesanan

D = Jumlah kebutuhan pasokan dalam 1 tahun (kg)

Q = Jumlah pembelian pasokan optimal per pemesanan (kg)

Perhitungan frekuensi pemesanan ini menunjukkan berapa kali perusahaan harus melakukan pemesanan bahan baku selama satu tahun agar kebutuhan produksi dapat terpenuhi secara efisien (Ismaya dan Suseno, 2022).

Total Biaya Persediaan

$$TIC = \left(\frac{D}{Q} \times S\right) + \left(\frac{Q}{2} \times H\right)$$

Keterangan:

TIC = *Total Inventory Cost* atau total biaya persediaan (Rp)

Q = Jumlah pembelian optimal pasokan per pemesanan (kg)

D = Jumlah pembelian pasokan dalam 1 tahun (kg)

S = Biaya pemesanan pasokan per pemesanan (Rp)

H = Biaya penyimpanan pasokan per unit dalam 1 tahun (Rp)

Rumus tersebut menunjukkan total biaya persediaan terdiri dari dua komponen utama, yaitu biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Biaya pemesanan dihitung dari

frekuensi pemesanan selama satu tahun, sedangkan biaya penyimpanan dihitung dari rata-rata jumlah bahan baku yang disimpan di gudang (Aprilyanti *et al.*, 2024).

Safety Stock

Safety stock atau persediaan pengaman adalah jumlah bahan baku yang harus disediakan oleh perusahaan bertujuan untuk mengantisipasi ketidakpastian permintaan pasar dan waktu latangan barang (Ferdiansyah *et al.*, 2023). Perhitungan *safety stock* dapat dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SS = (MU - AU) \times Lead\ Time$$

Keterangan:

SS = *Safety stock* atau persediaan pengaman

MU = Kebutuhan tertinggi dalam 1 tahun

AU = $\frac{Jumlah\ Kebutuhan\ dalam\ 1\ tahun}{12\ bulan}$

Lead Time = Waktu tunggu

Rumus tersebut digunakan untuk menghitung variasi permintaan selama periode waktu tunggu.

Reorder Point (ROP)

Reorder point (ROP) atau titik pemesanan kembali merupakan jumlah persediaan minimum yang harus dimiliki perusahaan sebagai ambang batas untuk melakukan pemesanan kembali bahan baku sebelum stok benar-benar kosong (Sahabuddin *et al.*, 2024). Perhitungan *reorder point* dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ROP = SS + (LT \times AU)$$

Keterangan:

ROP = *Reorder Point*

SS = *Safety Stock* / persediaan pengaman

LT = *Lead Time* / waktu tunggu

AU = Kebutuhan bahan baku rata-rata dalam 1 tahun

AU = Kebutuhan bahan baku rata-rata per hari = $\frac{D}{t}$

D = Total kebutuhan bahan baku

T = Jumlah hari kerja dalam 1 tahun

ROP berfungsi untuk menentukan kapan perusahaan harus melakukan pemesanan ulang agar tidak terjadi defisiensi bahan baku atau *stock out*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mekanisme Persediaan Bahan Baku

Mekanisme pengelolaan persediaan bahan baku di CV Jeruk Pecel Tulen Surabaya masih bersifat reaktif atau berbasis kebutuhan (*order by demand*), di mana perusahaan melakukan pemesanan ketika stok hampir habis tanpa adanya perencanaan dan *safety stock* yang terorganisir. Proses pengadaan bahan baku dimulai dari pengecekan stok gudang, keputusan pemesanan, pemesanan ke supplier, penerimaan dan penyimpanan bahan baku, hingga pencatatan bahan baku.

Data Baku CV Jeruk Pecel Tulen

Tabel 1. menunjukkan pemakaian kedelai selama satu tahun di CV Jeruk Pecel Tulen selama tahun 2024 masing-masing sebesar 5.000 kg dan 300.000 kg. Pemakaian kedelai berfluktuasi sepanjang tahun, dengan pemakaian kedelai terbanyak pada bulan desember sebesar 690 kg dan terendah sebesar 350 kg pada bulan maret dan mei, sedangkan kebutuhan gula merah terbanyak yaitu pada bulan oktober sebesar 26.500 kg dan terendah sebesar 23.000 kg. Frekuensi pemesanan masing-masing bahan baku yaitu kedelai sebanyak 4 kali dengan *lead time* 14 hari dan gula merah sebanyak 120 kali dengan *lead time* 3 hari.

Tabel 1. Data Pemakaian Kedelai dan Gula Merah Tahun 2024

Bulan	Pemakaian Kedelai (kg)	Pemakaian Gula merah (kg)
Jan	405	24.000
Feb	410	24.500
Mar	410	24.500
Apr	415	25.000
Mei	420	25.500
Juni	420	25.000
Juli	415	25.000
Agust	420	24.500

Bulan	Pemakaian Kedelai (kg)	Pemakaian Gula merah (kg)
Sept	425	25.500
Okt	430	26.000
Nov	425	25.500
Des	415	25.000
Total	5.000	300.000

Biaya Pemesanan

Tabel 2. Rincian Biaya Pemesanan

Bahan Baku	Biaya Telepon (Rp)	Biaya Pengiriman (Rp)
Kedelai	10.000	3.000.000
Gula merah	40.000	2.000.000

Biaya setiap satu kali pemesanan:

$$S = \frac{\text{Total Biaya Pemesanan}}{\text{Frekuensi Pemesanan}}$$

Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui:

Kedelai

$$S = \frac{3.010.000}{4}$$

$$S = \text{Rp}752.500$$

Gula merah

$$S = \frac{2.040.000}{120}$$

$$S = \text{Rp}17.000$$

Total setiap pemesanan kedua bahan baku:
Rp769.500

Biaya Penyimpanan

Tabel 3. Rincian Biaya Penyimpanan

Bahan Baku	Biaya Listrik Gudang (Rp)	Biaya Karyawan (Rp)
Kedelai	180.100	3.000.000
Gula merah	240.000	3.000.000
Total	420.100	6.000.000

Biaya penyimpanan bahan baku per satuan (Deftania et al., 2022):

$$H = \frac{\text{Total Biaya Penyimpanan}}{\text{Total Kebutuhan Bahan Baku}}$$

Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui:

Kedelai

$$H = \frac{3.180.100}{5.000}$$

$$H = \text{Rp}636$$

Gula merah

$$H = \frac{3.240.000}{300.000}$$

$$H = \text{Rp}11$$

Total kedua bahan baku = Rp647

Ketentuan Perusahaan

Pembelian rata-rata bahan baku

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{Total kebutuhan bahan baku}}{\text{Frekuensi pembelian}}$$

Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui:

Kedelai

$$\text{Rata-rata} = \frac{5.000}{4} = 1.250 \text{ kg}$$

Gula merah

$$\text{Rata-rata} = \frac{300.000}{120} = 2.500 \text{ kg}$$

Total = 3.750 Kg

Total biaya persediaan

$$\text{TIC} = \left(\frac{D}{Q} \times S\right) + \left(\frac{Q}{2} \times H\right)$$

Berdasarkan hasil analisis perhitungan diketahui:

Kedelai:

$$\text{TIC} = \left(\frac{5.000}{1.250} \times 752.500\right) + \left(\frac{1.250}{2} \times 636\right) =$$

$$\text{Rp}3.407.500$$

Gula merah:

$$\text{TIC} = \left(\frac{300.000}{2.500} \times 17.000\right) + \left(\frac{2.500}{2} \times 11\right) =$$

$$\text{Rp}2.053.750$$

Total = Rp5.461.250

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penerapan pengadaan persediaan bahan baku yang dilakukan oleh perusahaan dalam periode waktu satu tahun harus mengeluarkan biaya sebesar Rp5.461.250. Jumlah tersebut belum meliputi biaya untuk persediaan pengaman (*safety stock*), dikarenakan perusahaan melakukan pemesanan ulang pada saat persediaan hampir habis sehingga tidak memiliki persediaan pengaman bahan baku untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan pasar.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap sistem pengadaan yang diterapkan di CV Jeruk Pecel Tulen, perusahaan menerapkan pemesanan dilakukan ketika jumlah persediaan bahan baku hampir habis. Sistem pengadaan yang digunakan oleh perusahaan paling mendekati konsep *Just in Time* (JIT). Hal ini dikarenakan JIT berfokus untuk melakukan pemesanan saat persediaan menipis dengan tujuan menekan jumlah stok yang disimpan (Budiandriani, 2025). Dengan demikian, sistem pengadaan bahan baku perusahaan dikategorikan dalam pendekatan JIT, meskipun belum sepenuhnya optimal dalam pelaksanaannya.

Analisis Economic Order Quantity (EOQ)

Jumlah pemesanan optimal

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui:

Kedelai

$$EOQ = \sqrt{\frac{2(5.000)(752.500)}{636}} = 1.720 \text{ kg}$$

Gula Merah

$$EOQ = \sqrt{\frac{2(300.000)(17.000)}{11}} = 30.451 \text{ kg}$$

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, jumlah pemesanan optimal bahan baku persediaan kedelai dan gula merah masing-masing sebesar 1.720 kg untuk kedelai, sedangkan gula merah sebesar 30.451 kg. Hal ini menunjukkan bahwa nilai tersebut menunjukkan pemesanan kedelai dan gula merah paling ekonomis. Jumlah ini merupakan titik di mana biaya pemesanan dan biaya penyimpanan saling seimbang sehingga total biaya persediaan yang dikeluarkan oleh perusahaan dapat diminimalkan. Hasil tersebut sejalan dengan studi yang dilakukan oleh (Aprilyanti *et al.*, 2024), yang melaporkan bahwa *Economic order quantity* (EOQ) adalah salah satu metode analisis untuk mengoptimalkan pengendalian jumlah pemesanan bahan baku setiap satu kali pemesanan dalam jangka waktu tertentu. Hasil analisis tersebut juga dapat menekan total biaya persediaan yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam satu tahun (Angelina *et al.*, 2025).

Frekuensi pemesanan

$$F = \frac{D}{Q}$$

Berdasarkan hasil analisis, diketahui:

Kedelai

$$F = \frac{5.000}{1.720} = 3 \text{ kali}$$

Gula Merah

$$F = \frac{300.000}{30.451} = 10 \text{ kali}$$

Berdasarkan hasil analisis perhitungan frekuensi pemesanan menghasilkan frekuensi pemesanan gula merah yang lebih tinggi yaitu 10 kali dalam satu tahun dibandingkan dengan gula merah yaitu 3 kali dalam satu tahun. Perbedaan tersebut mencerminkan kebutuhan serta tingkat konsumsi masing-masing bahan baku. Dengan mengetahui frekuensi dan interval pemesanan yang optimal, maka CV Jeruk Pecel Tulen dapat mengatur jadwal pemesanan pasokan secara lebih efisien, menghindari penumpukan pasokan, serta dapat menekan biaya penyimpanan.

Total biaya persediaan

$$TIC = \left(\frac{D}{Q} \times S\right) + \left(\frac{Q}{2} \times H\right)$$

Berdasarkan hasil analisis sebelumnya, diketahui:

Kedelai:

$$TIC = \left(\frac{5.000}{1.720} \times 752.500\right) + \left(\frac{1.720}{2} \times 636\right) = \text{Rp}2.734.460$$

Gula merah:

$$TIC = \left(\frac{300.000}{30.451} \times 17.000\right) + \left(\frac{30.451}{2} \times 11\right) = \text{Rp}334.963$$

Total = Rp3.068.720

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode EOQ menunjukkan adanya perbedaan jumlah total biaya persediaan yang signifikan dibandingkan dengan penerapan yang dilakukan oleh perusahaan. Total biaya persediaan dengan menggunakan metode EOQ sebesar Rp3.068.720, sedangkan total biaya persediaan yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam kondisi aktualnya yaitu sebesar Rp5.461.250.

Analisis Safety Stock

Analisis *safety stock* diperlukan karena perusahaan belum memiliki jumlah persediaan pengaman di gudang. Saat ini pemesanan bahan baku hanya dilakukan ketika persediaan hampir habis, sehingga nantinya akan menimbulkan kendala apabila terjadi lonjakan permintaan pasar. Dengan demikian, keberadaan *safety stock* sangat penting untuk menjamin kelancaran proses produksi agar tidak terhambat akibat kekurangan bahan baku (Mulyadi, 2024). Dalam menentukan jumlah persediaan pengaman pasokan kedelai dan gula merah dapat menggunakan rumus berikut:

$$SS = (\text{Kebutuhan Maksimal} - \text{Kebutuhan Rata-Rata}) \times \text{Lead Time}$$

Berdasarkan hasil analisis, diketahui:

Analisis Safety Stock Kedelai

$$SS = (690 - 417) \times 14 = 3.822 \text{ kg}$$

Analisis Safety Stock Gula Merah

$$SS = (26.500 - 25.000) \times 3 = 4.500 \text{ kg}$$

Berdasarkan hasil analisis perhitungan *safety stock* atau persediaan pengaman untuk masing-masing bahan baku yaitu sebesar 3.822 kg kedelai dan sebesar 4.500 kg gula merah. Hasil *safety stock* tersebut merupakan cadangan minimum yang wajib tersedia selama periode operasional (1 tahun). Dengan adanya stok pengaman ini, perusahaan dapat tetap memenuhi kebutuhan produksi meskipun terjadi fluktuasi permintaan atau keterlambatan pasokan.. Stok ini tidak habis setiap kali pemesanan, tetapi dipertahankan sebagai stok minimum yang baru akan diisi kembali apabila sudah terpakai. *Safety stock* berfungsi sebagai cadangan yang dapat digunakan apabila terjadi fluktuasi permintaan yang melebihi perkiraan atau keterlambatan pasokan bahan baku dari pemasok.

Analisis Reorder Point

CV Jeruk Pecel Tulen memiliki waktu tunggu (*lead time*) pemesanan bahan baku masing-masing selama 14 hari untuk kedelai dan 3 hari untuk gula merah. Dalam menentukan titik pemesanan kembali

(*reorder point*) pasokan kedelai dan gula merah dapat menggunakan rumus berikut:

$$ROP = SS + (LT \times AU)$$

Berdasarkan hasil analisis sebelumnya, diketahui:

Reorder Point Kedelai

$$SS = 3.822 \text{ kg}$$

$$LT = 14 \text{ hari}$$

$$D = 5.000 \text{ kg}$$

$$T = 300 \text{ hari}$$

$$AU = \frac{5.000}{300} = 17 \text{ kg}$$

$$ROP = 3.822 + (14 \times 17) = 4.060 \text{ kg}$$

Reorder Point Gula Merah

$$SS = 4.500 \text{ kg}$$

$$LT = 3 \text{ hari}$$

$$D = 300.000$$

$$T = 300$$

$$AU = \frac{300.000}{300} = 1.000 \text{ kg}$$

$$ROP = 4.500 + (3 \times 1.000) = 7.500 \text{ kg}$$

Berdasarkan hasil analisis perhitungan *reorder point* menghasilkan nilai sebesar 4.060 kg untuk kedelai, sedangkan gula merah sebesar 7.500 kg. Artinya, perusahaan harus melakukan pemesanan ulang kedelai ketika stok kedelai di gudang mencapai sekitar 4.060 kg. Nilai ini terdiri dari *safety stock* (stok pengaman) sebesar 3.822 kg ditambah kebutuhan selama masa tunggu pemesanan berikutnya sebesar 238 kg. Sedangkan untuk gula merah perusahaan harus melakukan pemesanan ulang ketika stok gula merah di gudang mencapai sekitar 7.500 kg. Jumlah ini mencakup stok pengaman sebesar 4.500 kg dan kebutuhan selama masa tunggu kedatangan bahan baru sebesar 3.000 kg.

Nilai ROP menunjukkan batas aman stok minimum yang mengindikasikan waktu yang tepat untuk melakukan pemesanan kembali. Dengan mengetahui titik pemesanan kembali maka CV Jeruk Pecel Tulen dapat melakukan pengendalian persediaan yang lebih efektif, menghindari risiko *stockout*, dan menekan biaya tambahan akibat pemesanan mendadak. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian dari (Khairani dan Amiruddin, 2025), menjelaskan *reorder point*

menunjukkan jumlah persediaan berapa pemesanan harus dilakukan kembali agar bahan baku baru tiba tepat waktu sebelum persediaan lama habis, sehingga proses produksi dapat berjalan tanpa hambatan.

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh perbandingan antara kondisi aktual perusahaan dan analisis metode EOQ (Tabel 4).

Tabel 4. Perbandingan TIC Aktual Perusahaan dan TIC Metode EOQ Bahan Baku Kedelai

a. Bahan baku kedelai

Keterangan	Perusahaan	Metode EOQ	Percent Savings (%)
Pemesanan rata-rata bahan baku	1.250 kg	1.720 kg	
Total biaya persediaan	Rp3.407.500	Rp2.734.460	19,76
Frekuensi pemesanan	4	3	
Safety stock	-	3.822	
Reorder point	-	4.060	

b. Bahan baku gula merah

Keterangan	Perusahaan	Metode EOQ	Percent savings (%)
Pemesanan rata-rata bahan baku	2.500 kg	30.451 kg	
Total biaya persediaan	Rp2.053.750	Rp334.963	83,70%
Frekuensi pemesanan	120	10	
Safety stock	-	4.500	
Reorder point	-	7.500	

Berdasarkan hasil analisis perbandingan total biaya persediaan (*Total Inventory Cost* / TIC) antara sistem aktual perusahaan dan sistem rekomendasi menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ), diperoleh bahwa penerapan EOQ mampu menurunkan total biaya persediaan tahunan dari Rp3.407.500 menjadi Rp2.734.460. Artinya, terdapat penghematan biaya sebesar Rp673.040 atau sekitar 19,76% dibandingkan dengan sistem yang saat ini diterapkan oleh perusahaan. Persentase penurunan tersebut menunjukkan bahwa metode EOQ terbukti mampu memberikan efisiensi yang signifikan dalam pengelolaan persediaan bahan baku melalui penentuan kuantitas pemesanan yang paling ekonomis, sehingga frekuensi pemesanan menjadi lebih teratur dan biaya penyimpanan dapat ditekan. Menurut pendapat dari Kamalia et al., (2024), penerapan EOQ juga membantu perusahaan dalam mengurangi risiko kekurangan maupun kelebihan persediaan, meningkatkan ketepatan perencanaan kebutuhan bahan

baku, serta mendukung kelancaran proses produksi secara keseluruhan. Dengan demikian, implementasi metode EOQ tidak hanya memberikan penghematan biaya secara langsung, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan efektivitas sistem pengendalian persediaan perusahaan dalam jangka panjang.

Berdasarkan hasil analisis perbandingan total biaya persediaan (*Total Inventory Cost* / TIC) antara sistem aktual perusahaan dan sistem rekomendasi menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ), diketahui bahwa penerapan EOQ mampu menurunkan total biaya persediaan tahunan dari Rp2.053.750 menjadi Rp334.963. Artinya, terdapat penghematan biaya sebesar Rp1.718.787 atau sekitar 83,7% dibandingkan dengan sistem yang saat ini diterapkan oleh perusahaan. Persentase penurunan tersebut menunjukkan bahwa penerapan metode EOQ efektif dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan persediaan bahan baku melalui penentuan jumlah pemesanan yang optimal serta

penurunan total biaya persediaan (Saputra dan Apsari, 2024). Pada penerapannya terdapat penyesuaian dikarenakan kemampuan perusahaan dalam menyimpan bahan baku gula merah. Diketahui bahwa gudang perusahaan memiliki kapasitas maksimal sebesar 10.000 kg, sementara hasil perhitungan EOQ merekomendasikan jumlah pemesanan sebesar 30.451 kg per pemesanan. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara rekomendasi teoritis dan kapasitas aktual perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan disarankan untuk menerapkan EOQ dengan penyesuaian kapasitas gudang, di mana jumlah pemesanan gula merah dibatasi maksimal 10.000 kg per pemesanan dengan frekuensi pemesanan yang disesuaikan. Dengan demikian, penerapan metode EOQ dapat menjadi alternatif strategis bagi CV Jeruk Pecel Tulen untuk menekan biaya operasional secara berkelanjutan dan meningkatkan efektivitas sistem pengendalian persediaan.

KESIMPULAN

Jumlah pemesanan paling ekonomis berdasarkan metode EOQ adalah 1.720 kg untuk kedelai dan 30.451 kg untuk gula merah. Jumlah pemesanan ini dapat diminimalkan total biaya persediaan. Penerapan metode EOQ terbukti menurunkan total biaya persediaan tahunan kedelai sebesar 19,76%, dan gula merah sebesar 83,7%. Selain itu, diperoleh nilai *safety stock* sebesar 3.822 kg untuk kedelai dan 4.500 kg untuk gula merah, dengan *reorder point* masing-masing sebesar 4.060 kg dan 7.500 kg, yang berfungsi sebagai acuan waktu pemesanan kembali untuk menjaga kelancaran produksi. Perusahaan disarankan untuk menerapkan EOQ dengan penyesuaian kapasitas gudang (frekuensi pemesanan disesuaikan), dengan pembatasan jumlah pemesanan gula merah sebesar maksimal 10.000 kg per pemesanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, N., 2025. Analisis six sigma dengan pendekatan DMAIC pada label kecap dengan kemasan botol PET di PT ABC. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri* 15(1), 206–212.
- Aji, G., Shafira, H., Zahro, S. K., Juliyanti, A., 2023. Analisis manajemen persediaan bahan baku pada UMKM Risol Kekasih Pekalongan. *JUMBIWIRA: Jurnal Manajemen Bisnis Kewirausahaan* 2(3), 43–54. <https://doi.org/10.56910/jumbiwira.v2i3.1077>
- Angelina, P.A., Wahyudin, W., Indriyani, S., 2025. Perbandingan efektivitas metode EOQ, POQ, dan min-max untuk pengelolaan persediaan bahan baku PT. XYZ. *Journal of Industrial Engineering and Operation Management (JIEOM)*, 8(1), 52–62. <http://dx.doi.org/10.31602/jieom.v8i1.16850>
- Anwar, B.S., Alamsyah, A., Kusumadewi, I., 2019. Analisis persediaan bahan baku kacang kedelai dalam pembuatan kecap menggunakan metode EOQ di Pabrik Kecap Segi Tiga Kabupaten Majalengka. *Prosiding Seminar Teknologi Majalengka (STIMA)* 4(1), 281–289. <https://prosiding.unma.ac.id/index.php/stima/article/view/224>
- Aprilyanti, S., Tamalika, T., Daliilah, D.A., 2024. Pengendalian persediaan gula aren menggunakan metode economic order quantity, period order quantity dan forecasting pada Pabrik Kecap Cap Bulan. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri* 14(2), 177–182. <https://doi.org/10.36040/industri.v14i2.9063>
- Budiandriani, Suriyanti, Kurnia, Pawellangi, A.L.A., 2025. Tinjauan pustaka: Peranan just in time (JIT) dalam meningkatkan efisiensi operasional di industri Indonesia. *Economics and Digital Business Review* 6(2), 1342–1349. <https://doi.org/10.37531/ecotal.v6i2.2764>
- Deftania, A., Meri, M., Linda, R., 2022. Analisis pengendalian persediaan bahan baku dengan metode economic

- order quantity. *UNES Journal of Scientech Research* 7(1), 35–45.
- Ferdiansyah, F., Indrasari, L.D., Budi, H., 2023. Analisis manajemen persediaan pada bahan baku menggunakan metode EOQ di UD Nusa. *Jurnal Teknik dan Manajemen Industri Pomosda (JTMIP)* 1(2), 78–84.
- Grace, N., Nurjanah, R., Mustika, C., 2021. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi impor kedelai di Indonesia. *E-Journal Perdagangan Industri dan Moneter* 9(2), 97–106.
- Ismaya, Y.B., Suseno, S., 2022. Analisis pengendalian bahan baku ubi jalar jalar menggunakan metode economic order quantity (EOQ) dan H-Sin Rau PT. Galih Estetika Indonesia. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan* 1(2), 123–130. <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i1.37>
- Kamalia, C.N.A., Setyowati, T., Rahayu, J., 2024. Analisis pengendalian persediaan bahan baku kedelai pada produksi tempe di UMKM Ali Jaya Sumberjambe Kabupaten Jember. *Jurnal Ekonomi, Akutansi dan Organisasi* 1(3), 241–248. <https://doi.org/10.32528/ektasi.v1i3.1488>
- Khairani, E., Amiruddin, A., 2025. Analisis persediaan bahan baku dalam meningkatkan hasil produksi tahu okta di Desa Gelelungi Kecamatan Pegasing Kabupaten Aceh Tengah. *Biram Samtani Sains* 9(1), 62–77. <https://doi.org/10.55542/jbss.v9i1.1177>
- Marina, I., Andayani, S.A., Sumantri, K., Wiranti, S.E., 2023. Tinjauan komoditas unggulan tanaman pangan: analisis lokasi dan pertumbuhan ekonomi di Kabupaten Majalengka. *Journal of Innovation and Research in Agriculture* 2(2), 7–14. <https://doi.org/10.56916/jira.v2i2.692>
- Mulyadi, D., 2024. Analisis persediaan bahan baku pada UMKM di Rengasdengklok. *PENG: Jurnal Ekonomi dan Manajemen* 1(2), 399–406. <https://doi.org/10.62710/5gx5p327>
- Mu'minin, M.H., Manir, Z., 2025. Economic order quantity (EOQ) analysis of sweet soy sauce inventory control from sorghum: A comparative study. *Journal of Society Innovation and Development* 7(1), 207–220. <https://doi.org/10.63924/jsid.v7i1.215>
- Sahabuddin, R., Arif, H.M., Husnah, A., Hasrina, D., Sandini, S., 2024. Analisis pengendalian persediaan bahan baku dengan metode *econommic order quantity* (EOQ), *safety stock*, dan *reorder point* (Studi kasus UMKM Bubur Ayam Alhamdulillah). *Journal of Economic, Business and Engineering (JEBE)* 5(2), 256–263. <https://doi.org/10.32500/jebe.v5i2.5666>
- Saputra, M.W., Apsari, A.E., 2024. Analisis material requirement planning (MRP) untuk perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku produksi saus. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan* 3(3), 295–303. <https://doi.org/10.55826/jtmit.v3i3.363>
- Sholehah, R., Marsudi, M., Budianto, A.G., 2021. Analisis persediaan bahan baku kedelai menggunakan EOQ, ROP dan *safety stock* produksi tahu berdasarkan metode forecasting di PT. Langgeng. *Journal of Industrial Engineering and Operation Management (JIEOM)* 4(2), 53–61. <http://dx.doi.org/10.31602/jieom.v4i2.5884>

KONTRIBUSI BUDIDAYA SAYUR TERHADAP PENDAPATAN DAN KESEJAHTERAAN RUMAH TANGGA: STUDI KASUS PROGRAM PEKARANGAN PANGAN LESTARI (P2L) PARI MANDIRI KOTA MADIUN

The Contribution of Vegetable Cultivation to Household Income and Welfare: Case Study of Pari Mandiri Sustainable Food Yard (SFY) Madiun City

Lintang Sovia Nanda, Nuriah Yulianti*, Prasmita Dian Wijayati

Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

**) Penulis korespondensi: nuriah_y@upnjatim.ac.id*

Submisi: 13.5.2026; Revisi: 16.5.2026; Penerimaan: 18.5.2026; Dipublikasikan: 1.9.2026
Dipublikasikan online: 16.7.2026

ABSTRAK

Sayur merupakan kebutuhan masyarakat yang harus terpenuhi. Konsumsi sayur di Kota Madiun tiap tahun meningkat, sedangkan ketersediaannya kurang memadai dan berpengaruh pada alokasi pendapatan masyarakat terhadap pengeluarannya. Hal tersebut menimbulkan ketidakseimbangan antara pendapatan dan pengeluaran masyarakat di Kota Madiun. Pemerintah berupaya mencari solusi melalui pemanfaatan pekarangan yaitu Pekarangan Pangan Lestari (P2L). Program P2L ini mengajak masyarakat peduli lingkungan melalui budidaya hortikultura. Tujuan penelitian ini menganalisis pelaksanaan program P2L mulai pengadaan alat bahan pertanian, budidaya, hingga penjualan hasil dengan analisis deskriptif, menganalisis kontribusi P2L terhadap pendapatan anggota dengan analisis kontribusi, serta menganalisis kesejahteraan menggunakan analisis GSR. Populasi penelitian yaitu kelompok P2L "Pari Mandiri" dengan sampel sensus 24 orang. Hasil menunjukkan kelompok P2L "Pari Mandiri" telah melaksanakan penyediaan alat bahan hingga budidaya sehingga program P2L berpengaruh pada pendapatan dan menekan pengeluaran masyarakat terutama kebutuhan sayur. Persentase kontribusi menunjukkan 10% yang berarti anggota kelompok P2L "Pari Mandiri" berada pada tingkat rendah namun P2L ini layak berkelanjutan. Hasil kesejahteraan anggota di angka 0,78 yang berarti lebih sejahtera.

Kata kunci: Program Pangan Lestari, program P2L, budidaya hortikultura, kesejahteraan rumah tangga, pendapatan rumah tangga

ABSTRACT

Vegetables are a community need. Vegetable consumption in Madiun City increases annually, coupled with inadequate availability, affecting the allocation of community income to expenditure. This has created an imbalance between community income and expenditure in Madiun City. The government seeks a solution by implementing a yard utilization program called the Sustainable Food Yard (P2L). The P2L program encourages environmental consciousness through horticultural cultivation. It is hoped the results can be marketed and contribute to the community's economic and social wellbeing. This study aimed to analyze P2L program implementation, from procurement of agricultural equipment and materials, through cultivation, to produce sales, using descriptive analysis. The program's contribution to members' income was analyzed using a contribution analysis of (yard income)/(household income) 100%. The population was the "Pari Mandiri" P2L group, with a census sample of 24 participants. The results showed that the "Pari Mandiri" P2L group implemented the program well, from providing equipment and materials to cultivation. Therefore, the P2L program impacted income and reduced expenses, especially for vegetable needs. The contribution percentage was 10%, indicating that the "Pari Mandiri" P2L group members were at a low level, but this program was feasible for sustainability. The welfare level is 0.78, meaning they are more prosperous.

Keywords: Sustainable Food Yard, SYF, horticultural cultivation; P2L Program; household welfare, household income

PENDAHULUAN

Sayur merupakan salah satu komoditas pangan penting dalam pola konsumsi masyarakat. Sayur tidak hanya berperan sebagai sumber vitamin, mineral, dan serat, tetapi juga menjadi kebutuhan pokok sehari-hari dalam rangka mendukung kesehatan dan gizi keluarga (Rejeki et al., 2024). Kota Madiun sebagai salah satu kota strategis di Jawa Timur menunjukkan tren konsumsi sayur yang meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya pola hidup sehat, peningkatan pendapatan per kapita, serta pengaruh budaya kuliner yang memprioritaskan konsumsi makanan segar (Harjatmo, 2025). Berdasarkan data konsumsi pangan rumah tangga, sebagian besar penduduk Kota Madiun mengalokasikan porsi signifikan dalam anggaran belanja bulanan mereka untuk pemenuhan kebutuhan sayur-sayuran. Pada periode 2018-2022, konsumsi pangan komoditas sayur masyarakat Kota Madiun menunjukkan tren peningkatan dengan laju sebesar 24%. Pada tahun 2018 konsumsi sayur tercatat sebesar 26.637 ton dan meningkat pada tahun 2022 sebesar 58.691 ton (BPS Kota Madiun, 2026).

Meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap komoditas sayur pada tahunnya, membuat masyarakat harus lebih pandai dalam mengalokasikan pendapatannya. Pendapatan masyarakat harus dialokasi pada semua kebutuhan rumah tangga baik kebutuhan akan pangan maupun non pangan (Hermansyah et al., 2021). Sedangkan di Kota Madiun sendiri, pendapatan masyarakat tergolong masih rendah dibanding pengeluarannya. Rata-rata pendapatan masyarakat Kota Madiun masih di bawah UMR Kabupaten yang sudah ditetapkan oleh kebijakan pemerintah. Walaupun sudah mengalami kenaikan setiap tahunnya, pendapatan tersebut masih dinilai kurang.

Tingginya konsumsi sayur dalam nilai rupiah tersebut tidak diimbangi dengan ketersediaan sayur yang memadai di wilayah Kota Madiun. Melihat kondisi tersebut, pemerintah Kota Madiun memiliki peran penting dalam menciptakan program yang mampu menjamin ketersediaan sayur secara berkelanjutan. Intervensi pemerintah

diperlukan untuk mengurangi ketergantungan pasokan dari luar daerah melalui pengembangan program pertanian perkotaan, dukungan terhadap petani lokal, serta penguatan sistem distribusi pangan (Zahra et al., 2025). Dengan adanya program yang terencana dan berkelanjutan, diharapkan ketersediaan sayur dapat ditingkatkan, harga menjadi lebih stabil, dan pengeluaran masyarakat dalam rupiah untuk konsumsi sayur dapat lebih terkendali. Pemanfaatan pekarangan sebagai pertanian perkotaan berkelanjutan merupakan strategi cerdas dalam menjawab tantangan urbanisasi, keterbatasan lahan, dan ketahanan pangan khususnya di Kota Madiun. Kota Madiun merupakan salah satu daerah di Indonesia yang aktif menerapkan program pemanfaatan pekarangan sebagai bagian dari upaya mewujudkan ketahanan pangan berbasis masyarakat.

Program Pekarangan Pangan Lestari (P2L) memiliki tujuan yang seperti dikemukakan oleh Kementerian Pertanian yakni untuk memenuhi kebutuhan pola konsumsi pangan dan gizi bagi masyarakat juga sebagai bentuk optimalisasi terhadap pekarangan rumah yang kosong yang bisa dijadikan peluang untuk dilestarikan, tujuan lainnya yakni untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat dan keluarga dalam pengolahan dan perawatan tanaman pangan, buah dan sayur untuk di budidaya kan selain itu juga untuk meningkatkan pengetahuan untuk mengolah limbah rumah tangga menjadi pupuk kompos (Hendriwinata et al., 2023). Selain itu, adanya program ini dapat meningkatkan pendapatan produktif masyarakat dengan hanya menyediakan dan memanfaatkan lahan kosong pekarangan rumah. Berdasarkan tujuan dari dibentuknya Program P2L tersebut, maka diharapkan program ini dapat menyeimbangkan dan meningkatkan kemandirian masyarakat dalam sektor sosial ekonomi juga memenuhi angka kecukupan gizi masyarakat karena bibit yang ditanam merupakan beragam sayur dan buah untuk dikonsumsi secara pribadi atau bahkan di perjualbelikan dan dikembangkan kembali (Vebronia et al., 2021).

Keberadaan Program Pekarangan Pangan Lestari (P2L) diharapkan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap

peningkatan pendapatan rumah tangga anggota melalui pemanfaatan lahan pekarangan secara optimal dan berkelanjutan. Menurut Rizkyawan (2025), hasil produksi yang melebihi kebutuhan konsumsi dapat dijual, baik secara langsung kepada masyarakat sekitar maupun melalui kelompok, sehingga memberikan tambahan pendapatan bagi rumah tangga anggota. Masyarakat kota Madiun tentu sangat terbantu dengan adanya program P2L ini dan berhadap agar program P2L terus berlanjut. Program P2L ini juga memiliki fungsi lain yaitu untuk menuju masyarakat sejahtera. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan analisis pelaksanaan program, kontribusi pendapatan, dan pengukuran kesejahteraan rumah tangga anggota melalui indikator *Good Service Ratio* (GSR) pada kelompok P2L tingkat lokal. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menilai keberhasilan P2L dari sisi produksi sayuran, tetapi juga dari kontribusinya terhadap struktur ekonomi dan sosial rumah tangga anggota.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Metode penentuan daerah dan objek penelitian dilakukan secara penentuan daerah dan objek penelitian dilakukan secara sengaja (*purposive sampling*). Penentuan lokasi penelitian berdasarkan pertimbangan sebelumnya belum ada penelitian serupa dan berlokasi di Kota Madiun. Pemilihan kelompok yang akan dijadikan lokasi penelitian, dipilih dengan mempertimbangkan luas lahan masing-masing P2L. Sehingga penulis memilih kelompok P2L “Pari mandiri” dengan luas lahan 800 m². Penelitian dilakukan pada bulan Februari – Maret 2026.

Pengambilan Sampel

Penentuan sampel dilakukan dengan metode *sensus* (Suriani dan Jailani, 2023), yaitu semua anggota populasi dijadikan sampel. Sampel pada penelitian ini adalah Anggota Kelompok Tani Pekarangan Pangan Lestari (P2L) “Pari Mandiri” di Kelurahan Manisrejo, Kecamatan Taman, Kota Madiun. Anggota dari kelompok tani P2L “Pari Mandiri” ini sebanyak 24 orang. Pengumpulan data melalui data kuesioner serta dokumentasi langsung kepada anggota

P2L. Data sekunder diperoleh dari data BPS Kota Madiun, DKPP Kota Madiun, dan juga arsip dari P2L Pari Mandiri.

Metode Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif untuk menjelaskan pelaksanaan program P2L di P2L “Pari Mandiri”. Pelaksanaan yang dimaksud yaitu mulai dari persiapan alat dan bahan, konsep budidaya, hingga pemanfaatan hasil panen dari P2L “Pari Mandiri”. Kontribusi pendapatan rumah tangga meliputi pendapatan dari usahatani pekarangan, usaha tani lainnya, dan kegiatan non-usahatani. Pendapatan ini diperoleh oleh semua anggota keluarga. Rumus kontribusi pendapatan yaitu:

$$K = \frac{PPP2L}{TPRT} \times 100\%$$

Dimana:

K = Kontribusi pendapatan rumah tangga melalui pelaksanaan program P2L terhadap total pendapatan rumah tangga (%)

PPP2L = Pendapatan rumah tangga melalui Pelaksanaan Program P2L (Rp/bulan)

TPRT = Total pendapatan rumah tangga (Rp/bulan)

Dengan analisis tersebut akan diperoleh berapa persen kontribusi pendapatan dari program P2L terhadap total pendapatan rumah tangga setiap bulannya. Menurut Monica et al. (2025), kriteria pengukuran dampak Program Pekarangan Pangan Lestari diukur dari kontribusi pendapatan P2L terhadap pendapatan total, yaitu rendah (0-30%), sedang (31-60%), dan tinggi (61-100%).

Taraf kesejahteraan keluarga anggota kelompok P2L dapat dievaluasi melalui indikator GSR, yakni perbandingan antara pembelanjaan rumah tangga untuk pemenuhan kebutuhan konsumsi pangan maupun non-pangan yang mencakup aspek-aspek seperti edukasi, layanan kesehatan, sarana mobilitas, dan kebutuhan sekunder lainnya terhadap keseluruhan beban finansial rumah tangga. Rumus GSR dinyatakan sebagai berikut (Monica et al., 2025):

$$GSR = \frac{\text{Pengeluaran Pangan}}{\text{Pengeluaran Non Pangan}}$$

Kriteria:

GSR < 1 (Lebih Sejahtera), GSR = 1 (Sejahtera), GSR > 1 (Belum Sejahtera)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Karakteristik responden yang terlibat pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Mayoritas responden (46%) berada pada usia 41-50 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa kelompok usia produktif lebih aktif dalam kegiatan P2L karena memiliki keseimbangan antara kemampuan fisik dan pengalaman. Selanjutnya, usia 51-60 tahun berjumlah 6 orang (25%), usia 30-40 tahun sebanyak 4 orang (17%), dan usia di atas 60 tahun sebanyak 3 orang (12%). Secara umum, pelaksanaan P2L didominasi oleh usia dewasa menengah yang berperan penting dalam keberlangsungan program. Sebagian besar anggota P2L menjalankan kegiatan ini sebagai aktivitas sampingan yang didorong oleh hobi dan keinginan memanfaatkan waktu

luang secara produktif. Kegiatan budidaya sayuran tidak hanya memberikan manfaat ekonomi, tetapi juga menjadi sarana rekreasi, pembelajaran, dan interaksi sosial antar anggota. Selain itu, keterlibatan dalam P2L turut meningkatkan kesadaran anggota terhadap pentingnya konsumsi pangan sehat.

Anggota P2L memiliki jumlah tanggungan keluarga sebanyak 3–4 orang, yaitu sebanyak 17 responden atau 71%. Sementara itu, anggota dengan tanggungan 1–2 orang berjumlah 5 responden (21%), dan yang memiliki tanggungan lebih dari 4 orang hanya sebanyak 2 responden (8%). Kondisi ini menggambarkan bahwa sebagian besar anggota P2L berada pada kategori keluarga dengan ukuran sedang, yang tentunya akan berpengaruh terhadap pola pengeluaran rumah tangga.

Tabel 1. Karakteristik demografi, pendapatan dan pengeluaran rumah tangga responden (Anggota P2L Pari mandiri) (N=24)

No.	Karakteristik responden	Frekuensi (%)	Nilai	Notasi
1.	Demografi			
a.	Umur (Tahun)			
	30-40	4 (17)		
	41-50	11 (46)		
	51-60	6 (25)		
	>60	3 (12)		
b.	Anggota Rumah Tangga (Orang)			
	1-2	5 (21)		
	3-4	17 (71)		
	>4	2 (8)		
2.	Pendapatan Rumah Tangga (Rp)			
	per Bulan		3.847.583	[1]
	per Tahun		46.170.996	[2]=[1]x12
3.	Pendapatan rumah tangga dari kegiatan P2L per tahun (Rp)		4.587.333	[3]=[4]+[5]+[6]
	Edukasi		1.214.667	[4]
	Pelatihan		1.346.000	[5]
	Penjualan pribadi		2.026.667	[6]
4.	Jenis Pengeluaran per tahun (Rp)		28.103.583	[7]=[8]+[9]
	Pangan		12.290.875	[8]
	Non Pangan		15.812.708	[9]
5.	Nilai <i>Good Service Ratio</i> (GSR)		0,78	[10]=[8]/[9]

Pelaksanaan Program P2L

Pelaksanaan Program Pekarangan Pangan Lestari (P2L) dimulai dari tahap

perencanaan, pelaksanaan budidaya, pemeliharaan, hingga panen dan pemanfaatan hasil. Pada tahap awal, kelompok tani P2L

melakukan identifikasi potensi pekarangan, penyediaan sarana produksi, serta menentukan jenis tanaman yang sesuai dengan kondisi lahan dan kebutuhan rumah tangga. Kegiatan budidaya P2L Pari Mandiri berlangsung pada lahan seluas 800 m², yang ditanami berbagai macam tanaman hortikultura. Konsep utama P2L adalah pemanfaatan lahan pekarangan secara berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan pangan keluarga, meningkatkan gizi, serta menambah pendapatan rumah tangga (Yulianti et al., 2024). Program ini juga menekankan keterlibatan masyarakat secara aktif melalui pendampingan dan pelatihan budidaya agar pelaksanaan berjalan efektif dan berkelanjutan.

Pada tahap budidaya, jenis sayuran yang dibudidayakan dalam program P2L Pari Mandiri umumnya merupakan sayuran yang mudah ditanam, memiliki masa panen singkat, dan sering dikonsumsi masyarakat sehari-hari. Beberapa jenis sayuran yang banyak dibudidayakan yaitu sawi, kangkung, bayam, cabai, tomat, terong, dan selada. Benih dan bibit yang diperlukan oleh P2L Pari Mandiri cukup banyak setiap tahunnya, yaitu sekitar 10 kemasan per jenisnya. Teknik budidaya dilakukan menggunakan *polybag*, vertikutur, rak tanaman, hingga bedengan sederhana menyesuaikan luas pekarangan yang tersedia. Tahapan budidaya dimulai dari penyemaian benih, pengolahan media tanam, penanaman, penyiraman rutin, pemupukan, hingga pengendalian hama dan penyakit. Proses penanaman juga menggunakan teknik bergilir, dalam arti jenis tanaman berganti setiap musim panen selesai. Media tanam biasanya menggunakan campuran tanah, pupuk kandang, dan sekam agar tanaman dapat tumbuh optimal. Selain itu, beberapa kelompok P2L juga menerapkan sistem hidroponik sederhana dan penyiraman otomatis untuk meningkatkan efisiensi budidaya sayuran di pekarangan rumah. Teknik budidaya yang baik sangat menentukan keberhasilan produksi karena dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen sayuran.

Tahap pemeliharaan menjadi bagian penting dalam pelaksanaan P2L karena berhubungan langsung dengan keberhasilan pertumbuhan tanaman. Kegiatan

pemeliharaan meliputi penyiraman rutin, penyiangan gulma, pemupukan susulan, serta pengendalian organisme pengganggu tanaman. Dalam program P2L, pemeliharaan dilakukan secara gotong royong oleh anggota kelompok sehingga memperkuat kerja sama antar anggota (Zuwita et al., 2023). Setelah tanaman mencapai umur panen, hasil sayuran dimanfaatkan untuk konsumsi rumah tangga dan sebagian dijual guna menambah pendapatan anggota kelompok. Selain proses pemeliharaan, kerjasama juga perlu dilakukan pada saat musim panen. Setiap bulan, P2L Pari mandiri dapat memanen sekitar 130-200 kg dari beragam sayur yang ditanam.

Penanganan pasca panen pada kegiatan Pekarangan Pangan Lestari (P2L) dilakukan sebagai upaya menjaga kualitas dan kesegaran sayuran sebelum dipasarkan kepada konsumen. Setelah proses panen dilakukan, anggota kelompok biasanya melakukan pembersihan hasil panen dari tanah atau kotoran yang menempel, terutama pada sayuran daun seperti sawi, kangkung, dan bayam. Selanjutnya dilakukan sortasi, yaitu pemisahan sayuran yang layak jual dengan sayuran yang rusak ataupun layu. Setelah itu dilakukan pengelompokan berdasarkan ukuran, tingkat kesegaran, dan kualitas produk agar sayuran memiliki nilai jual yang lebih baik. Hasil panen yang berlebih juga dapat diolah menjadi produk pangan bernilai tambah seperti jus sayur, olahan cabai, maupun sayuran kemasan. Tahap berikutnya adalah pengepakan menggunakan plastik, ikatan, atau wadah sederhana yang bersih agar produk lebih rapi dan mudah didistribusikan. Kegiatan pasca panen seperti sortasi dan pengemasan merupakan bagian penting dalam mempertahankan mutu produk hortikultura hingga dapat mengantisipasi kerusakan produk (Ayu et al., 2023).

Pada kelompok P2L, penanganan pasca panen umumnya dilakukan secara sederhana namun menyesuaikan kebutuhan pasar. Produk sayuran yang telah dikemas biasanya dipasarkan berdasarkan pesanan konsumen tetap, sehingga hasil panen dapat langsung tersalurkan tanpa penyimpanan terlalu lama. Selain itu, produk P2L juga dipasarkan melalui kegiatan bazar pangan, pasar tani, maupun Gerakan Pangan Murah yang diselenggarakan oleh pemerintah kota sebagai

bentuk dukungan terhadap ketahanan pangan masyarakat. Melalui kegiatan tersebut, anggota kelompok dapat menjual sayuran segar langsung kepada masyarakat dengan kualitas yang lebih terjaga. Penanganan pasca panen yang baik diketahui dapat meningkatkan nilai jual produk serta membantu mengurangi kerusakan hasil panen selama distribusi dan pemasaran. Pelaksanaan P2L tidak hanya berfokus pada budidaya sayuran, tetapi juga mendukung ketahanan pangan, peningkatan gizi keluarga, dan pemberdayaan ekonomi masyarakat secara berkelanjutan (Nurkhalishah dan Syah, 2023).

Pendapatan kelompok P2L tidak hanya berasal dari penjualan hasil, namun juga berasal dari kegiatan edukasi dan juga pelatihan. Edukasi kegiatan yang diadakan oleh kelompok P2L Pari Mandiri yang memiliki tujuan untuk memberikan edukasi pada perorangan tentang pentingnya pemanfaatan lahan serta budidaya tanaman. Edukasi di P2L biasanya diikuti oleh siswa siswi SD hingga SMP yang ada di Kota Madiun. Sedangkan pelatihan yaitu kelompok P2L Pari Mandiri mendapat amanah untuk mengadakan pelatihan di beberapa P2L baru yang ada di Kota Madiun. Pendapatan dari edukasi dan pelatihan dibagikan kepada anggota secara adil. Pendapatan edukasi dibagikan berdasarkan peranan dan kehadiran anggota pada kegiatan edukasi berlangsung sebagai mentor kegiatan. Sehingga, hasil yang didapat anggota berbeda-beda. Sedangkan pelatihan, pendapatannya dibagikan secara merata kepada anggota. Pendapatan yang tidak dibagikan kepada anggota yaitu pendapatan dari penjualan hasil. Kendala dalam pelaksanaan program terjadi yaitu adanya beberapa anggota yang pasif, hal tersebut dikarenakan pekerjaan utama yang tidak bisa ditinggalkan. Mengingat kegiatan P2L ini memang kegiatan sampingan untuk para anggota.

Kontribusi Program P2L terhadap Pendapatan Anggota

Hasil panen dari pekarangan ini digunakan untuk konsumsi keluarga sehingga membantu mengurangi pengeluaran untuk membeli sayuran. Selain itu, mereka menjual hasil panen kepada tetangga, di warung dekat rumah, atau kepada pedagang pengumpul

yang datang langsung dan membawa hasilnya ke pasar. Hasil dari penjualan yang didapat tentu akan dibagi sesuai perhitungan. Untuk mengetahui hasil dan kontribusinya terhadap anggota, diperlukan perhitungan pendapatan. Pendapatan dari rumah tangga anggota dan pendapatan dari program P2L yang dijalankan itu sendiri.

Pendapatan rumah tangga dalam konteks yang lebih luas, juga dapat digunakan sebagai dasar untuk menganalisis berbagai fenomena ekonomi, seperti tingkat konsumsi, tabungan, dan pola investasi dalam lingkup keluarga. Perubahan dalam pendapatan, baik peningkatan maupun penurunan, sering kali berdampak pada keputusan ekonomi yang diambil oleh anggota rumah tangga, termasuk dalam menentukan prioritas pengeluaran (Prayogi, 2024). Oleh karena itu, pembahasan mengenai pendapatan rumah tangga menjadi penting untuk menggambarkan bagaimana sumber daya finansial diperoleh, dikelola, serta dialokasikan dalam kehidupan sehari-hari.

Rata-rata pendapatan rumah tangga setiap anggota P2L adalah Rp3.847.583 per bulan atau Rp46.170.996 per tahun. Pendapatan ini dikategorikan sebagai pendapatan menengah pada konteks banyak wilayah di Indonesia. Pengalokasian pendapatan sebesar tersebut biasanya terbagi ke dalam beberapa pos utama, yaitu konsumsi pangan, non-pangan, pendidikan, kesehatan, serta tabungan atau investasi. Keberhasilan program ini dapat mengubah paradigma masyarakat, bahwa lahan pekarangan yang dulu tidak termanfaatkan kemudian menjadi hijau dan asri (Ainun dan Idrus, 2020). Selain itu, aspek penting lain yang dapat dibahas adalah strategi peningkatan pendapatan rumah tangga. Dengan tingkat pendapatan yang relatif terbatas, rumah tangga perlu mengembangkan upaya peningkatan kapasitas ekonomi, seperti memperluas usaha sampingan, meningkatkan keterampilan kerja, atau memanfaatkan teknologi digital untuk kegiatan produktif, misalnya pemasaran *online*.

Di sektor agribisnis, optimalisasi pemanfaatan lahan pekarangan melalui program seperti P2L juga terbukti mampu menambah pendapatan sekaligus mengurangi pengeluaran pangan. Peningkatan pendapatan

tidak hanya bergantung pada pekerjaan utama, tetapi juga pada kemampuan adaptasi dan inovasi rumah tangga dalam memanfaatkan berbagai peluang ekonomi yang tersedia.

Rata-rata pendapatan anggota Program Pekarangan Pangan Lestari (P2L) sebesar Rp4.587.333 per tahun. Tingkat pendapatan ini menunjukkan bahwa program P2L tidak hanya memberikan manfaat pada tingkat kelompok, tetapi juga berdampak langsung terhadap peningkatan ekonomi individu anggotanya. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Mariyani (2024) yang menyatakan bahwa P2L mampu meningkatkan produktivitas pangan dan memberikan kontribusi ekonomi bagi masyarakat melalui pemanfaatan lahan pekarangan secara optimal. Pendapatan dari hasil penjualan sendiri sayuran pekarangan sebesar Rp2.026.667 menjadi komponen terbesar dalam pendapatan anggota, yang menunjukkan bahwa aktivitas produksi dan pemasaran hasil pekarangan berjalan dengan baik. Produk yang dijual umumnya berupa sayuran, buah, dan tanaman pangan lainnya yang memiliki nilai ekonomi serta permintaan pasar yang stabil.

Selain dari penjualan, pendapatan anggota juga berasal dari kegiatan pelatihan sebesar Rp1.346.000 dan edukasi sebesar Rp1.214.667, yang menunjukkan adanya diversifikasi sumber pendapatan berbasis pengetahuan. Masing-masing anggota menerima pendapatan dari kegiatan edukasi dan kegiatan pelatihan. Pada kegiatan edukasi jumlah nominal yang masing-masing anggota terima memang tidak sama, Karena sesuai dengan kehadiran anggota tersebut pada kegiatan edukasi sebagai mentor kegiatan. Sedangkan pada kegiatan pelatihan, pendapatan yang diterima kelompok memang dibagikan secara merata karena memang anggota diwajibkan untuk mengikuti. Kegiatan pelatihan biasanya melibatkan transfer keterampilan seperti teknik budidaya, pengolahan hasil, hingga manajemen usaha, sedangkan edukasi lebih mengarah pada penyuluhan atau kunjungan pembelajaran dari pihak luar. Hal ini menandakan bahwa anggota P2L tidak hanya berperan sebagai produsen, tetapi juga sebagai agen edukasi di masyarakat. Penelitian terbaru mengungkapkan bahwa kegiatan pelatihan

dalam P2L berperan penting dalam meningkatkan kemandirian dan kapasitas masyarakat, sehingga dapat menciptakan peluang ekonomi tambahan di luar sektor produksi (Khusna, 2022).

Kontribusi Program P2L terhadap Pendapatan

Kontribusi merupakan sesuatu yang dilakukan untuk membantu menghasilkan atau mencapai sesuatu bersama sama dengan orang lain atau membantu sesuatu yang sukses. Berbagai penelitian terbaru menunjukkan bahwa P2L mampu mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam kegiatan produktif berbasis pertanian rumah tangga, sehingga tercipta kemandirian pangan sekaligus peningkatan kualitas konsumsi gizi keluarga (Azizah, 2024). Selain itu, pendekatan partisipatif yang diterapkan dalam program ini menjadikan anggota sebagai pelaku utama, sehingga mereka tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga agen perubahan dalam penguatan ketahanan pangan di tingkat lokal (Irmayeni et al., 2025). Kontribusi Program P2L terhadap anggota dapat dilihat dari aspek ekonomi, sosial, dan peningkatan kapasitas individu. Secara ekonomi, program ini terbukti mampu meningkatkan pendapatan anggota melalui hasil produksi pekarangan yang dapat dikonsumsi sendiri maupun dijual ke pasar lokal, sehingga memberikan tambahan penghasilan yang signifikan. Berikut adalah hasil perhitungan kontribusi program P2L terhadap pendapatan anggota :

Kontribusi Program Pekarangan Pangan Lestari (P2L) terhadap pendapatan anggota sebesar 10% per tahun menunjukkan bahwa peran program ini secara kuantitatif masih tergolong kecil dalam struktur total pendapatan rumah tangga. Namun demikian, kontribusi tersebut tetap memiliki makna penting dalam konteks ekonomi mikro rumah tangga, terutama bagi kelompok masyarakat dengan pendapatan terbatas. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kontribusi P2L terhadap pendapatan rumah tangga umumnya berada pada kisaran rendah hingga sedang, seperti temuan di Kabupaten Agam yang hanya mencapai sekitar 5,04% dari total pendapatan, tetapi tetap memberikan tambahan ekonomi yang signifikan serta

mampu menekan pengeluaran konsumsi pangan (Rusalina et al., 2025). Hal ini menegaskan bahwa meskipun persentase kontribusi tidak dominan, keberadaan P2L tetap berperan sebagai sumber pendapatan tambahan yang stabil dan berkelanjutan.

Tingkat Kesejahteraan Anggota

Kesejahteraan anggota dalam suatu program, termasuk Program Pekarangan Pangan Lestari (P2L), dianalisis melalui struktur pengeluaran rumah tangga yang terbagi menjadi pengeluaran pangan dan non pangan. Secara umum, tingkat kesejahteraan rumah tangga sering diukur dari proporsi pengeluaran pangan terhadap total pengeluaran (Mariyani, 2024) yang dikenal sebagai *Good Service Ratio* (GSR) yang merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk mengukur kemampuan dalam memenuhi kebutuhan dasar, khususnya yang berkaitan dengan pengeluaran pangan dan non pangan. Keseimbangan antara pengeluaran pangan dan non pangan menjadi indikator penting dalam menilai keberlanjutan kesejahteraan rumah tangga anggota P2L.

Nilai GSR dari masyarakat anggota kelompok tani P2L Pari Mandiri adalah 0,78, yang menunjukkan bahwa tingkat kesejahteraan anggota berada pada kategori cukup baik atau relatif sejahtera. Namun, temuan ini perlu dipahami sebagai indikasi kesejahteraan berdasarkan struktur pengeluaran, bukan sebagai ukuran kesejahteraan menyeluruh. Nilai $GSR < 1$ mengindikasikan bahwa pengeluaran untuk kebutuhan non pangan lebih besar dibandingkan pengeluaran pangan, yang berarti rumah tangga tidak lagi sepenuhnya bergantung pada pemenuhan kebutuhan dasar saja. Kondisi ini mencerminkan adanya kemampuan ekonomi yang lebih baik dalam mengalokasikan pendapatan ke berbagai kebutuhan lain seperti pendidikan, kesehatan, dan kebutuhan sosial. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa rumah tangga dikategorikan lebih sejahtera apabila pengeluaran non pangan lebih tinggi daripada pengeluaran pangan karena menunjukkan kapasitas ekonomi yang lebih luas (Maku et al., 2025).

Nilai GSR sebesar 0,78 juga menunjukkan bahwa struktur pengeluaran

rumah tangga anggota sudah mulai mengalami pergeseran dari pola konsumsi subsisten menuju pola konsumsi yang lebih beragam. Artinya, meskipun kebutuhan pangan masih menjadi prioritas, namun anggota telah mampu memenuhi kebutuhan non pangan dalam proporsi yang cukup signifikan. Dalam penelitian terbaru dijelaskan bahwa analisis GSR digunakan untuk membandingkan alokasi pengeluaran pangan dan non pangan, di mana dominasi pengeluaran non pangan menjadi indikator meningkatnya kesejahteraan dan kualitas hidup rumah tangga (Monica et al., 2025). Dapat dikatakan nilai 0,78 mencerminkan kondisi ekonomi yang cukup stabil, meskipun belum sepenuhnya kuat.

KESIMPULAN

Pelaksanaan Program Pekarangan Pangan Lestari (P2L) pada kelompok Pari Mandiri telah berjalan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan, baik dari tahap perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi kegiatan. Program ini telah mampu mengakomodasi partisipasi aktif anggota dalam pemanfaatan lahan pekarangan secara optimal, didukung oleh adanya pendampingan dari pihak terkait serta penerapan teknik budidaya yang sesuai anjuran. Program Pekarangan Pangan Lestari (P2L) memberikan kontribusi terhadap pendapatan anggota sebesar 10% per tahun. Peran program ini masih tergolong kecil dalam struktur pendapatan rumah tangga, namun kontribusi tersebut telah membantu pemenuhan kebutuhan anggota terhadap sayur yang berpengaruh pada pengeluaran pangan yang menjadi relatif lebih kecil dibanding pengeluaran non pangan. Tingkat kesejahteraan anggota tergolong cukup baik dengan nilai *Good Service Ratio* (GSR) sebesar 0,78, artinya bahwa anggota telah mampu mengalokasikan pengeluaran tidak hanya untuk kebutuhan pangan, tetapi juga untuk kebutuhan non pangan seperti pendidikan, kesehatan, dan kebutuhan sosial lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Ainun Y., Al Idrus, A., 2020. Rumah Pangan Lestari sebagai solusi peningkatan

- pendapatan keluarga. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 3(2), 281-285.
<https://doi.org/10.29303/jpmpi.v3i2.585>
- Ayu, I.W., Siswanto, H.T., Lestari, N.D., 2023. Sosialisasi pasca panen bawang merah pada petani dataran tinggi Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Pengembangan Masyarakat Lokal* 6(1), 117-124.
<https://doi.org/10.58406/jpml.v6i1.1258>
- BPS Kota Madiun, 2026. Kota Madiun Dalam Angka 2026. Badan Pusat Statistik Kota Madiun, Madiun.
- Harjatmo, T.P., 2025. Pola Konsumsi Masyarakat Perkotaan. *Di dalam Gizi Perkotaan*. Banudi, L. dan Waluyo, D. (eds). Eureka Media Aksara, Kabupaten Purbalingga.
- Hendriwinata, M.R., Marwanti, S., Rahayu, W., 2023. Analisis ketahanan pangan berdasarkan proporsi pengeluaran pangan dan konsumsi energi rumah tangga di Kabupaten Magelang. *Agrista* 11(4), 24-33.
- Hermansyah, D., Patiung, M., Wisnujati, N.S. (2021). Analisis trend dan prediksi produksi dan konsumsi komoditas sayuran sawi (*Brassica juncea* L) di Indonesia tahun 2020 s/d 2029. *Jurnal Ilmiah Sosio Agribis*, 21(2), 35-46.
<https://doi.org/10.30742/jisa.21220211383>
- Irmayeni, D., Agustar, A., Fitriana, W., 2025. Pemberdayaan masyarakat untuk peningkatan ketahanan pangan keluarga: Kasus kegiatan Pekarangan Pangan Lestari (P2L) di Kota Padang. *Jurnal Niara* 18(2), 551-560.
<https://doi.org/10.31849/mw09mj65>
- Khusna F.A., 2022. Pemberdayaan masyarakat melalui Pekarangan Pangan Lestari (P2L) sebagai sumber gizi keluarga. *JCIC Lembaga Riset Dan Konsultasi Sosial* 4(1), 34-42.
<https://doi.org/10.51486/jbo.v4i1.64>
- Maku, N.O., Bakari, Y., Zakir, L., 2025. Analisis ketahanan pangan rumah tangga petani berdasarkan proporsi pengeluaran pangan di Desa Tuloa Kecamatan Bulango Utara. *Jambura Journal of Food Technology* 7(3), 349-360.
<https://doi.org/10.37905/jjft.v7i03.31515>
- Mariyani, S., 2024. Optimalisasi pemanfaatan Pekarangan Pangan Lestari (P2L) dalam upaya mendukung kemandirian pangan masyarakat Desa Sidangkarya Kabupaten Karawang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Sakai Sambayan* 3(8), 157-161.
<https://doi.org/10.23960/jss.v8i3.530>
- Monica, T., Putra, V.P., Veronice, 2025. Penilaian kesejahteraan petani padi menggunakan indikator pendapatan, pangsa pengeluaran pangan dan good service ratio di Kabupaten Lima Puluh Kota. *JIA (Jurnal Ilmiah Agribisnis): Jurnal Agribisnis dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian*, 10(2), 199-214.
<https://doi.org/10.37149/jia.v10i2.1939>
- Nurkhalishah, T.D., Syah, M.A., 2023. Sosialisasi pengenalan dan pendampingan sortasi dan grading pada pedagang sayur di Desa Claket, Kabupaten Mojokerto. *KARYA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 3(2), 217-221.
- Prayogi, O., 2024. Peran kritis manajemen keuangan dalam meningkatkan kesejahteraan keluarga: Sebuah tinjauan literatur. *Jurnal Manajemen dan Bisnis* 2(3), 31-44.
<https://doi.org/10.36490/jmdb.v2i3.1103>
- Rejeki, S., Faradilla, R.F., Elvira, I., Nadila, N., 2024. Analisis asupan energi, karbohidrat, dan serat dari pangan pokok di wilayah non pertanian di Kota Baubau 2022. *Jurnal Gizi Ilmiah*, 11(1), 35-41.
<https://doi.org/10.46233/jgi.v11i1.1193>

- Rizkyawan, F.F., Sawitri, B., Pratiwi, A., 2025. Rancangan penyuluhan pemanfaatan pekarangan rumah melalui program Pekarangan Pangan Lestari (P2L) di KWT Dewi Sri Desa Kluwut Kecamatan Wonorejo Kabupaten Pasuruan. *Agriekstensia* 24(2), 147-157. <https://doi.org/10.34145/agriekstensia.v24i2.3816>
- Suriani, N., Risnita, Jailani, M.S., 2023. Konsep populasi dan sampling serta pemilihan partisipan ditinjau dari penelitian ilmiah pendidikan. *IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam* 1(2), 24-36. <https://doi.org/10.61104/ihsan.v1i2.55>
- Vebronia, A., Febriantin, K., Kurniansyah, D., 2021. Peran Dinas Pangan dalam Program Pekarangan Pangan Lestari (P2L). *Kinerja* 18(4), 521-526. <https://doi.org/10.30872/jkin.v18i4.9845>
- Yuliati, N., Nurhadi, E., Atasa, D., Baik, S.P.A., 2024. Pengembangan urban farming di Kota Surabaya dengan inovasi bisnis: Model BMC (Business Model Canvas): Development of urban farming in the city of Surabaya with business innovation: BMC Model (Business Model Canvas). *Jurnal Ilmiah Manajemen Agribisnis* 12(1), 31-42. <https://doi.org/10.33005/jimaemagri.v12i1.20>
- Zahra, N., Saulay, R., Zein, A.W., 2025. Strategi pemerintah dalam menjaga ketahanan pangan melalui kebijakan publik. *Moneter: Jurnal Ekonomi dan Keuangan* 3(3), 363-375. <https://doi.org/10.61132/moneter.v3i3.1595>
- Zuwita, E.I., Yuliati, N., Mubarokah, M., 2023. Analisis pelaksanaan program urban farming di KRPL “SERPIS” Kecamatan Wonocolo Kota Surabaya. *Jurnal Pertanian Agros* 25(1), 966–977.

KEBERLANJUTAN USAHATANI KAKAO DI KECAMATAN SUMBERMANJING WETAN, KABUPATEN MALANG

Femas Agung Pratama, Dona Wahyuning Laily*, Nisa Hafi Idhoh Fitriana

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar
Surabaya Jawa Timur 60294 Indonesia

*) Penulis korespondensi: dona.wahyuning.agribis@upnjatim.ac.id

Submisi: 15.5.2026; Revisi: 22.5.2026; Penerimaan: 20.6.2026; Dipublikasikan: 1.9.2026
Dipublikasikan online: 16.7.2026

ABSTRAK

Kakao merupakan komoditas perkebunan strategis di Indonesia, namun keberlanjutan usahataniya menghadapi berbagai tantangan dari aspek ekonomi, ekologi, sosial, kelembagaan, dan teknologi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis status keberlanjutan usahatani kakao serta mengidentifikasi atribut sensitif yang memengaruhinya di Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang. Penelitian dilaksanakan pada Februari–April 2026 menggunakan metode *Multidimensional Scaling* (MDS) dengan pendekatan Rap-Cocoa. Data dikumpulkan dari 90 petani kakao melalui teknik purposive sampling serta didukung data sekunder. Analisis dilakukan terhadap lima dimensi keberlanjutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai keberlanjutan dimensi ekonomi sebesar 76,24 (berkelanjutan), ekologi 54,29, sosial 65,29, dan kelembagaan 55,79 (cukup berkelanjutan), serta teknologi 46,42 (kurang berkelanjutan). Secara keseluruhan, nilai keberlanjutan sebesar 57,33 yang termasuk kategori cukup berkelanjutan. Atribut sensitif meliputi kestabilan harga jual, umur tanaman, dukungan masyarakat, akses perbankan, dan industri pengolahan hasil. Kesimpulan dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa usahatani kakao masih layak untuk dikembangkan, namun diperlukan peningkatan terutama pada dimensi teknologi melalui penerapan budidaya dan pascapanen yang lebih baik, peningkatan kapasitas petani melalui pelatihan, serta keterlibatan generasi muda untuk mendukung keberlanjutan jangka panjang.

Kata kunci : Indeks keberlanjutan, usahatani kakao, MDS Rapfish, Rap-cocoa

ABSTRACT

Cocoa is a strategic plantation commodity in Indonesia; however, the sustainability of its farming system faces various challenges in terms of economic, ecological, social, institutional, and technological aspects. This study aimed to analyze the sustainability status of cocoa farming and identify the sensitive attributes that influence it in the Sumbermanjing Wetan District, Malang Regency. The research was conducted from February to April 2026 using the *Multidimensional Scaling* (MDS) method with the Rap-Cocoa approach. Data were collected from 90 cocoa farmers through purposive sampling techniques and were supported by secondary data. The analysis was conducted on five sustainability dimensions. The results showed that the sustainability value of the economic dimension was 76.24 (sustainable), ecology 54.29, social 65.29, and institutional 55.79 (moderately sustainable), and technology 46.42 (less sustainable). Overall, the sustainability value was 57.33, which falls within the moderately sustainable category. Sensitive attributes include price stability, plant age, community support, banking access, and processing industries. The results indicate that cocoa farming remains feasible for further development; however, improvements are needed, particularly in the technological dimension, through better cultivation and post-harvest practices, enhanced farmer capacity through training, and greater involvement of younger generations to support its long-term sustainability.

Keywords: Sustainability index; cocoa farming; MDS Rapfish; Rap-Cocoa

PENDAHULUAN

Kakao merupakan komoditas unggulan di sektor perkebunan di Indonesia selain kelapa sawit, kopi, teh, dan karet (Fitriana et al. 2020). Komoditas ini juga memiliki kontribusi penting terhadap perekonomian nasional melalui perolehan devisa yang cukup besar. Berdasarkan data dari International Cocoa Organization (ICCO) tahun 2023, Indonesia menempati posisi empat besar sebagai produsen kakao terbesar di dunia dan menjadi produsen utama di kawasan Asia (BPS, 2024). Meskipun memiliki peran strategis, perkembangan kakao di Indonesia juga menghadapi berbagai tantangan, salah satunya ditunjukkan oleh penurunan luas areal perkebunan kakao di Indonesia dari tahun ke tahun. Menurut data BPS (2023) luas areal Perkebunan kakao di Indonesia tahun 2019 tercatat sekitar 1,56 juta hektare, kemudian menurun menjadi sekitar 1,39 juta hektare pada tahun 2023.

Perkebunan kakao di Indonesia tersebar di seluruh provinsi kecuali DKI Jakarta, dengan Sulawesi sebagai pusat produksi utama. Berdasarkan data BPS (2023), Provinsi Sulawesi Tengah memiliki luas areal perkebunan kakao terbesar di Indonesia. Provinsi di luar Sulawesi juga berkontribusi terhadap total produksi kakao nasional, meskipun dalam jumlah yang relatif lebih kecil. Salah satunya adalah Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Malang merupakan salah satu daerah penghasil kakao di Provinsi Jawa Timur, bersama dengan Banyuwangi, Jember, dan Trenggalek. Dengan ketinggian wilayah berkisar antara 440-667 m di atas permukaan laut dan suhu rata-rata sekitar 20–26 derajat Celsius, wilayah ini memiliki potensi yang besar di sektor pertanian dan perkebunan, termasuk komoditas kakao. Berdasarkan data BPS (2024), luas areal perkebunan kakao di Kabupaten Malang tercatat sekitar 3,035 ribu hektare dengan total produksi sebesar 1,728 ribu ton. Salah satu wilayah yang memberikan kontribusi cukup signifikan adalah Kecamatan Sumbermanjing Wetan, di mana sebagian besar penduduknya bekerja sebagai petani dan banyak membudidayakan kakao.

Kecamatan Sumbermanjing Wetan memiliki luas areal perkebunan kakao sebesar 427 hektare dengan total produksi 211 ton

pada tahun 2024. Namun, pada tahun 2025 mengalami penurunan menjadi 397 ha dan total produksi menurun menjadi 178 ton. Penurunan ini tidak hanya disebabkan oleh faktor alam, tetapi juga berkaitan dengan permasalahan pada lima dimensi keberlanjutan, yaitu aspek ekonomi, ekologi, sosial, kelembagaan, dan teknologi. Permasalahan ekonomi dan teknologi yang dihadapi petani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan meliputi penjualan kakao dalam bentuk biji kering tanpa pengolahan lebih lanjut. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan teknologi yang tersedia untuk mengolah biji kakao, sehingga harga jual yang diterima petani relatif rendah. Permasalahan ini sejalan dengan temuan Al Islami et al. (2024), yang menyatakan bahwa penerapan teknologi produksi dan pengolahan memiliki peran penting dalam meningkatkan nilai produk. Dari perspektif sosial, sebagian petani masih merasa puas dengan keuntungan yang diperoleh dari penjualan biji kakao kering. Menurut Setiawan et al. (2023), kondisi ini dapat menurunkan minat petani untuk mengadopsi pengolahan lebih lanjut, yang dianggap memerlukan tambahan usaha dan biaya.

Permasalahan dari segi ekologi yaitu serangan hama penggerek buah kakao (PBK) dan penyakit busuk buah kakao (PBBK) yang berdampak pada penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. Kondisi ini mendorong petani mengalihkan lahannya ke komoditas lain seperti teh, dan kopi (Inal et al. 2022). Sementara itu, dari segi kelembagaan permasalahan yang dialami yaitu kurangnya dukungan lembaga, fasilitas, dan akses pembiayaan menyebabkan rendahnya motivasi petani untuk melakukan pengolahan pascapanen kakao. Permasalahan tersebut sejalan dengan penelitian Nurhumairah et al. (2024), yang menyatakan bahwa lemahnya dukungan kelembagaan, baik dari swasta maupun pemerintah, menjadi faktor penghambat keberlanjutan usahatani. Sebagian besar penelitian terfokus pada wilayah sentra utama produksi kakao. Kabupaten Malang, khususnya Kecamatan Sumbermanjing Wetan, juga memiliki potensi pengembangan kakao yang cukup besar, meskipun masih dihadapkan pada berbagai permasalahan.

Beberapa penelitian terdahulu tentang usaha tani kakao telah dilaporkan, seperti penelitian Inal et al. (2022); Juraeni et al. (2025); Anwar et al. (2022). Kebaruan penelitian ini terletak pada lokasi yang dijadikan objek penelitian yaitu di Kecamatan Sumbermanjing Wetan melalui pendekatan 5 dimensi keberlanjutan dengan atribut yang disesuaikan kondisi wilayah tersebut. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis status keberlanjutan usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan melalui pendekatan 5 dimensi keberlanjutan yaitu ekonomi, ekologi, sosial, kelembagaan dan teknologi, serta mengidentifikasi atribut yang paling sensitif yang berpengaruh dalam

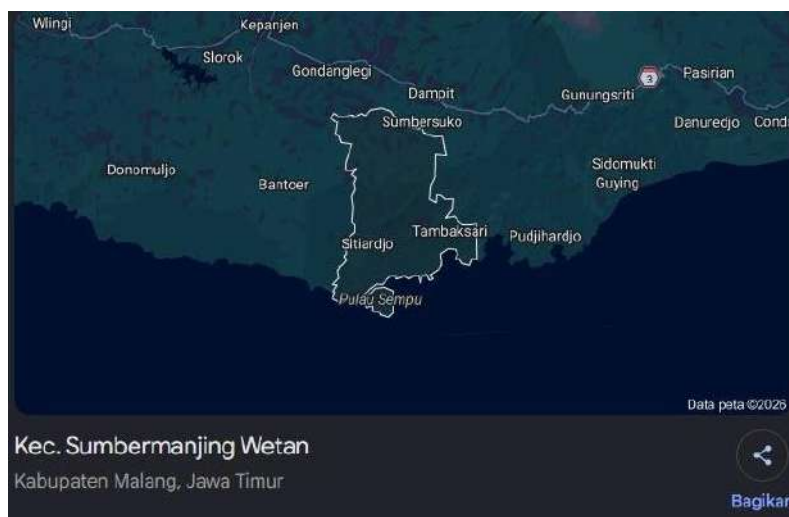
keberlanjutan usahatani kakao di daerah tersebut.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ditentukan secara purposive (sengaja), berdasarkan pertimbangan bahwa Kecamatan Sumbermanjing Wetan memiliki jumlah petani kakao yang relatif banyak dan aktif dalam kegiatan budidaya. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

Berdasarkan data dari BPS, Kecamatan Sumbermanjing Wetan merupakan salah satu wilayah dengan produksi kakao tertinggi di Kabupaten Malang. Penelitian dilakukan pada bulan Februari - April 2026.



Gambar 1. Peta Kecamatan Sumbermanjing Wetan Kabupaten Malang

Populasi dan Sampel

Populasi petani kakao di wilayah tersebut berjumlah 872 petani. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah non-probability sampling, yaitu purposive sampling dengan kriteria sebagai berikut: (1) petani kakao, (2) usahatani kakao berlokasi di Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang, (3) memiliki pengalaman bertani, (4) tergabung dalam kelompok tani, dan (5) telah melakukan panen minimal 12 kali pada periode panen puncak. Penelitian ini menggunakan rumus Slovin untuk menentukan jumlah sampel (Pawienla et al. 2020). Rumus Slovin dinyatakan sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Keterangan:

n = Besarnya sampel

N = Jumlah populasi

e = Batas toleransi kesalahan

sehingga diperoleh sampel sebanyak

$$n = \frac{872}{1 + 872(0,10)^2} = 89,7$$

Berdasarkan perhitungan dengan tingkat kesalahan 10% diperoleh jumlah sampel penelitian sebesar 89,7 dan dibulatkan

menjadi 90 responden. Rumus tersebut dipilih karena jumlah populasi sudah diketahui secara pasti, serta untuk menghindari jumlah sampel yang terlalu kecil atau besar, sehingga memberikan hasil yang lebih representatif dari populasi yang diteliti (Fadel et al., 2024).

Metode Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode Multidimensional Scaling (MDS) dengan pendekatan Rap-Cocoa, yang merupakan modifikasi dari Rapfish (Rapid Appraisal for Fisheries) yang dikembangkan oleh Fisheries Centre, University of British Columbia (Kavanagh dan Pitcher 2004; Yusuf et al.

2021). *Multidimensional Scaling* (MDS) digunakan untuk menilai status keberlanjutan serta mengidentifikasi atribut-atribut sensitif yang mempengaruhi keberlanjutan usahatani.

Penetapan Atribut

Penentuan atribut keberlanjutan berdasarkan hasil observasi lapangan. Penelitian ini menggunakan 30 atribut yang dibagi ke dalam lima dimensi, yaitu ekonomi, ekologi, sosial, kelembagaan, dan teknologi, yang masing-masing terdiri dari enam atribut. Atribut yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan atribut keberlanjutan usaha tani

No.	Dimensi	Atribut	Sumber
1.	Ekonomi	Akses pasar	Hidayanto et al. (2019)
		Keuntungan petani	Hidayanto et al. (2019)
		Harga jual hasil panen	Al Islami et al. (2024)
		Status kepemilikan lahan	Nurhumairah et al. (2024)
		Kestabilan harga jual	Al Islami et al. (2024)
		Peran tengkulak dalam penjualan	-
2.	Ekologi	Penggunaan benih / bibit	Al Islami et al. (2024)
		Pengendalian tanaman	Nurhumairah et al. (2024)
		Penggunaan pupuk	Nurhumairah et al. (2024)
		Pengendalian hama	Hidayanto et al. (2019)
		Umur tanaman	Hidayanto et al. (2019)
		Pemanfaatan bahan organik	-
3.	Sosial	Pendidikan petani	Nurhumairah et al. (2024)
		Partisipasi keluarga	Pawiengla et al. (2020)
		Dukungan masyarakat	Tatipikalawan dan Sangadji, (2024)
		Penyerapan tenaga kerja	Inal et al. (2022)
		Konflik antar petani	Suharto & Basar, (2019)
		Peran generasi muda	-
4.	Kelembagaan	Ketersediaan struktur	Antikasari et al. (2023)
		Peran lembaga swasta	Al Islami et al. (2024)
		Dukungan pemerintah	Hidayanto et al. (2019)
		Dukungan lembaga perbankan	Hidayanto et al. (2019)
		Kelembagaan pemasaran	Antikasari et al. (2023)
		Keaktifan kelompok tani	-
5.	Teknologi	Pedoman teknologi	Hidayanto et al. (2019)
		Ketersediaan teknologi	Inal et al. (2022)
		Penguasaan teknologi	Hidayanto et al. (2019)
		Pelatihan teknologi	Inal et al. (2022)
		Industri pengolahan hasil	Al Islami et al. (2024)
		Kemampuan dalam fermentasi	-

Penentuan Skoring

Penelitian ini menggunakan skala ordinal dengan rentang nilai 0–2 dalam proses penilaian atribut. Nilai 0 menunjukkan kategori buruk (*bad*), nilai 1 menunjukkan kategori cukup atau sedang, sedangkan nilai 2 menunjukkan kategori baik (*good*).

Analisis Ordinas

Analisis ordinas merupakan hasil pengolahan menggunakan aplikasi Rapfish yang digunakan untuk menunjukkan nilai indeks keberlanjutan. Nilai indeks keberlanjutan berada pada rentang 0–100%. Indeks tersebut kemudian dikelompokkan ke dalam empat kategori keberlanjutan yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai indeks keberlanjutan usaha tani

Nilai Indeks	Kategori	Keterangan
0,00-25,00	Buruk	Tidak berkelanjutan
25,01-50,00	Kurang	Kurang berkelanjutan
50,01-75,00	Cukup	Cukup Berkelanjutan
75,01-100,00	Baik	Berkelanjutan

Sumber: Kavanagh dan Pitcher (2004)

Hasil analisis Rap-Cocoa dalam analisis ordniasi tidak hanya menghasilkan nilai indeks keberlanjutan, tetapi juga nilai stress dan koefisien determinasi (R^2). Kedua nilai tersebut digunakan untuk menilai tingkat keakuratan data yang diperoleh. Nilai stress yang baik berada di bawah 0,25, sedangkan nilai R^2 yang mendekati 1 atau 100% menunjukkan bahwa data mampu merepresentasikan kondisi sebenarnya.

Analisis Leverage

Analisis *leverage* untuk mengidentifikasi atribut yang sensitif berpengaruh dalam keberlanjutan. Penentuan atribut sensitif dalam analisis leverage dilakukan berdasarkan nilai RMS (Root Mean Square). Atribut dengan nilai RMS yang tinggi menunjukkan pengaruh yang lebih dominan terhadap keberlanjutan. Menurut Yusuf et al. (2021), atribut sensitif yang memengaruhi keberlanjutan dapat berjumlah lebih dari satu. Oleh karena itu, digunakan pendekatan nilai tengah untuk menentukan

batas atribut yang dikategorikan sebagai sensitif.

Analisis Monte Carlo

Analisis Monte Carlo untuk menguji tingkat presisi hasil yang diperoleh dengan selang kepercayaan 95%. Analisis Monte Carlo dilakukan dengan membandingkan selisih antara nilai MDS dan Monte Carlo. Semakin kecil selisih tersebut, semakin baik kualitas model Rapfish yang dihasilkan (Nawang Sari dan Ismaili, 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Status dan Atribut Sensitif Keberlanjutan Usahatani

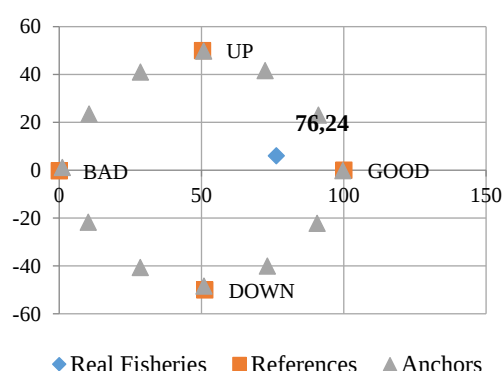
Dimensi Ekonomi

Hasil analisis ordinas pada dimensi ekonomi memperoleh nilai sebesar 76,24 (Gambar 2a). Nilai tersebut menunjukkan bahwa dimensi ekonomi pada usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan, termasuk dalam kategori berkelanjutan, karena berada dalam rentang skala ordinas 75,01-100,00. Nilai tersebut juga menunjukkan bahwa dimensi ekonomi pada usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan, telah berjalan dengan baik, terutama pada pengelolaan sumber daya ekonomi serta kontribusinya yang relatif stabil terhadap pendapatan petani. Upaya peningkatan tetap diperlukan guna mempertahankan dan mengoptimalkan keberlanjutan ekonomi agar usahatani kakao dapat terus berkembang di masa mendatang.

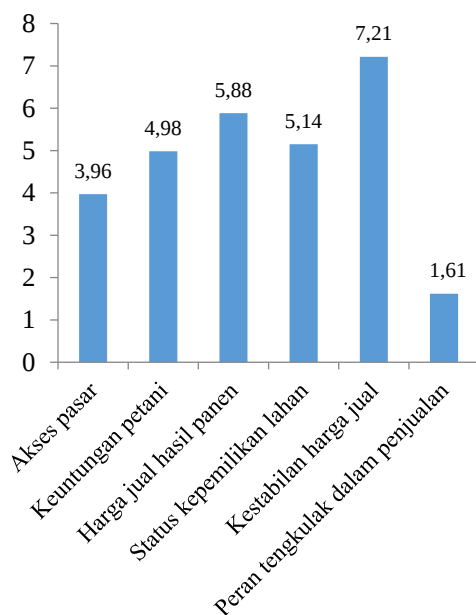
Atribut kestabilan harga jual menjadi atribut yang paling sensitif berpengaruh terhadap keberlanjutan berdasarkan nilai RMS tertinggi yaitu sebesar 7,21 (Gambar 2b). Atribut sensitif yang berpengaruh dapat berjumlah lebih dari satu, maka pendekatan nilai tengah digunakan untuk menentukan batas atribut yang tergolong sensitif dengan nilai sebesar 3,60. Hasil analisis menunjukkan bahwa atribut yang paling sensitif berpengaruh dalam dimensi ekonomi meliputi atribut (1) kestabilan harga jual, (2) harga jual hasil panen, (3) status kepemilikan lahan, (4) keuntungan petani, dan (5) akses pasar.

Atribut kestabilan harga jual merupakan faktor paling sensitif dalam memengaruhi usahatani kakao di Kecamatan

Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang. Fluktuasi harga yang tinggi dapat menimbulkan ketidakpastian pendapatan bagi petani. Menurut Maharani et al. (2025), Ketidakstabilan harga komoditas kakao dapat menyebabkan kerugian signifikan dan mengancam keberlanjutan usahatani. Selain itu, harga jual hasil panen berpengaruh langsung terhadap pendapatan petani. Harga kakao di wilayah tersebut cenderung mendekati harga pasar regional, sehingga petani masih memperoleh keuntungan meskipun relatif kecil.



(a)



(b)

Gambar 2. Ordinalasi (a) dan leverage (b) dimensi ekonomi

Status kepemilikan lahan juga menjadi atribut penting dalam keberlanjutan usahatani.

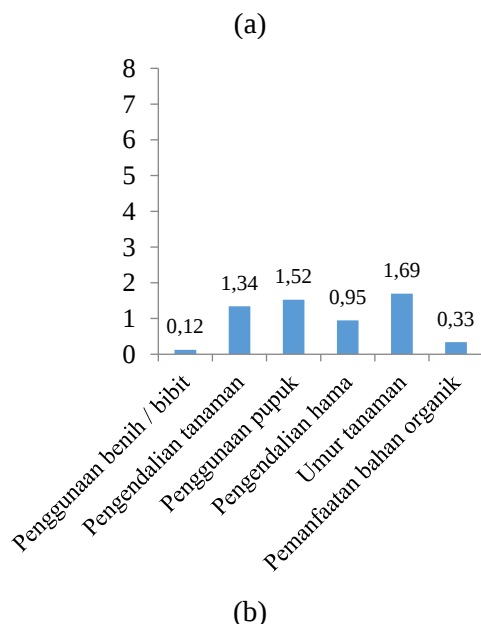
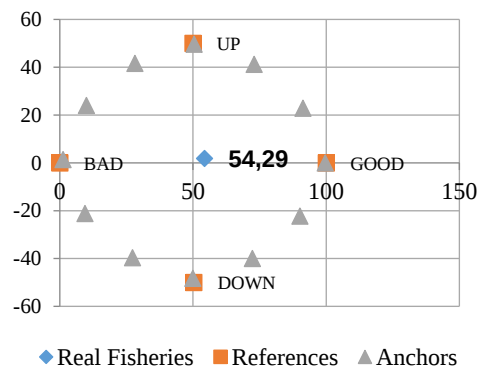
Petani di Kecamatan Sumbermanjing Wetan mayoritas memiliki lahan sendiri sehingga memiliki kontrol penuh terhadap keputusan produksi. Hal ini sejalan dengan penelitian Dewi et al. (2025), yang menyebutkan bahwa faktor internal seperti kepemilikan sumber daya berpengaruh terhadap keberlanjutan ekonomi usahatani. Keuntungan petani dan akses pasar juga menjadi atribut sensitif yang berpengaruh terhadap keberlanjutan usahatani kakao. Petani Kecamatan Sumbermanjing Wetan sudah memperoleh keuntungan dari usahatani kakao, meskipun jumlahnya relatif kecil. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa usahatani kakao masih layak untuk dijalankan, namun tingkat kesejahteraan petani belum optimal. Akses pasar yang baik juga menentukan keberlanjutan usahatani. Penjualan kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan sudah mulai ke perusahaan swasta dalam kota maupun luar kota, sehingga membuka peluang petani untuk memperoleh harga jual yang lebih baik. Peran tengkulak dalam penjualan memiliki nilai RMS paling rendah yaitu 1,62, sehingga dianggap kurang sensitif. Hal ini karena petani masih memperoleh keuntungan meskipun menjual hasil panen melalui tengkulak, sementara keberlanjutan usahatani lebih dipengaruhi oleh kestabilan harga jual, harga hasil panen, dan akses pasar.

Dimensi Ekologi

Hasil analisis keberlanjutan pada dimensi ekologi memperoleh nilai sebesar 54,29 (Gambar 4a). Nilai tersebut menunjukkan bahwa dimensi ekologi pada usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan, termasuk dalam kategori cukup berkelanjutan, karena berada dalam rentang skala ordinal 50,01-75,00. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan aspek ekologi usahatani kakao telah berjalan dengan baik, namun belum optimal sehingga diperlukan upaya lebih lanjut untuk memastikan bahwa keberlanjutan dapat meningkat dalam jangka Panjang.

Atribut umur tanaman menjadi atribut yang paling sensitif berpengaruh terhadap keberlanjutan berdasarkan nilai RMS tertinggi yaitu sebesar 1,69 (Gambar 4b). Penentuan atribut sensitif juga dilakukan menggunakan pendekatan hukum nilai

tengah, dengan nilai 0,84. Hasil analisis menunjukkan bahwa atribut yang paling sensitif berpengaruh dalam dimensi ekologi meliputi atribut (1) umur tanaman, (2) penggunaan pupuk, (3) pengendalian tanaman, dan (4) pengendalian hama.



Gambar 4. Ordinasi (a) dan leverage dimensi Ekologi.

Atribut paling sensitif berpengaruh dalam dimensi ekologi adalah umur tanaman. Hasil survei menunjukkan bahwa umur tanaman kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan berkisar 10-25 tahun, sehingga cenderung mengalami penurunan produktivitas, baik dari segi kuantitas maupun kualitas hasil panen. Atribut sensitif ketiga yaitu penggunaan pupuk. Petani kakao di daerah tersebut masih kurang optimal dalam memberikan pupuk pada tanaman kakao. Menurut Nurhumairah et al. (2024),

penggunaan pupuk yang tepat dapat memperbaiki kesuburan unsur hara tanah sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman, serta menjaga kualitas lingkungan.

Atribut sensitif ketiga yaitu pengendalian tanaman. Petani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan masih belum melakukan pengendalian tanaman secara rutin. Sementara itu, pengendalian tanaman kakao yang rutin seperti pemangkasan, sanitasi kebun, dan perawatan berperan dalam menjaga kesehatan tanaman dan mendukung pertumbuhan yang optimal. Atribut sensitif yang terakhir adalah pengendalian hama. Hama penggerek buah kakao (PBK) dan penyakit busuk buah kakao (PBBK) sering menyerang tanaman kakao yang berdampak pada penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen, namun petani masih belum melakukan pengendalian hama tersebut secara optimal dan belum sepenuhnya mengikuti anjuran teknis. Kondisi ini menunjukkan perlunya peningkatan pengetahuan dan pendampingan bagi petani dalam pengendalian hama.

Peningkatan pengendalian tanaman dan hama dapat dilakukan melalui penerapan GAP dan PHT, seperti pemangkasan rutin, sanitasi kebun, serta pengendalian PBK dan PBBK. Selain itu, diperlukan pelatihan dan pendampingan dari penyuluh pertanian swasta atau pemerintah maupun kelompok tani agar petani mampu meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil kakao secara berkelanjutan. Pemanfaatan bahan organik dan penggunaan benih/bibit memiliki nilai RMS yang rendah, sehingga tidak termasuk atribut yang sensitif dalam memengaruhi keberlanjutan usahatani kakao. Penggunaan benih/bibit kurang berpengaruh karena mayoritas tanaman kakao sudah berumur tua, sehingga produktivitas lebih ditentukan oleh umur tanaman. Sementara itu, pemanfaatan bahan organik kurang berpengaruh karena petani lebih mengandalkan pupuk kimia dalam menjaga pertumbuhan dan hasil tanaman kakao.

Dimensi Sosial

Hasil analisis keberlanjutan pada dimensi sosial memperoleh nilai sebesar 65,29 (Gambar 5a). Nilai tersebut menunjukkan bahwa dimensi sosial pada

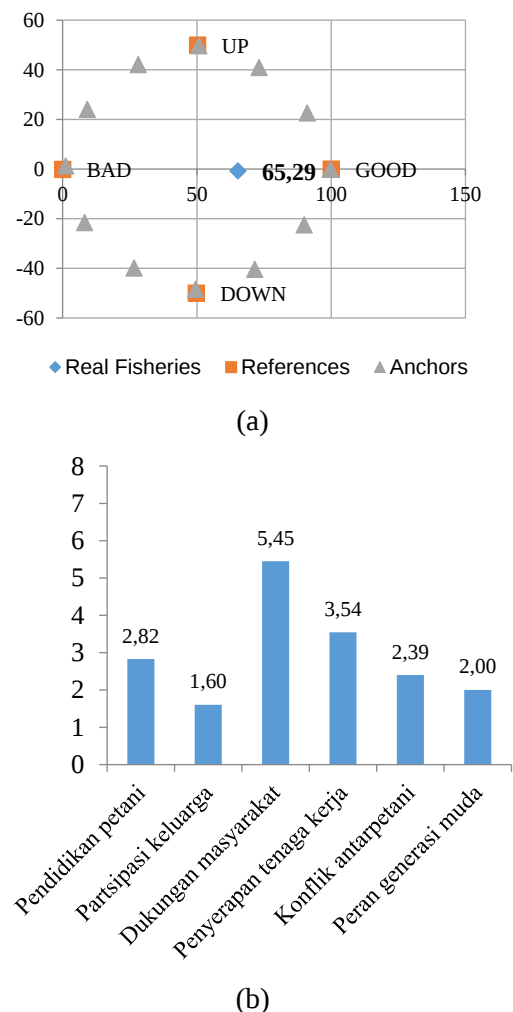
usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan, termasuk dalam kategori cukup berkelanjutan, karena berada dalam rentang skala ordinasi 50,01-75,00. Berdasarkan nilai ordinasi yang diperoleh usahatani kakao telah berada dalam kondisi yang cukup baik, namun masih diperlukan upaya lanjutan untuk meningkatkan dan mengoptimalkan tingkat keberlanjutannya.

Atribut dukungan masyarakat terlihat paling sensitif berpengaruh terhadap keberlanjutan dengan nilai RMS tertinggi sebesar 5,45 (Gambar 5b). Penentuan atribut sensitif juga dilakukan menggunakan pendekatan hukum nilai tengah, dengan nilai 2,75. Hasil analisis menunjukkan bahwa atribut yang paling sensitif berpengaruh dalam dimensi sosial meliputi (1) dukungan masyarakat, (2) penyerapan tenaga kerja, dan (3) pendidikan petani.

Atribut paling sensitif berpengaruh dalam dimensi sosial adalah dukungan masyarakat. Keberlanjutan usahatani sangat dipengaruhi oleh kondisi sosial di lingkungan sekitar, yang tercermin melalui kerja sama antar petani, partisipasi dalam kelompok tani, serta adanya interaksi sosial yang baik sehingga dapat memperlancar kegiatan produksi hingga pemasaran. Hasil survei menunjukkan bahwa petani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan memperoleh dukungan penuh terhadap masyarakat. Meskipun demikian, tetap penting upaya untuk mempertahankan dan meningkatkan dukungan tersebut tetap diperlukan guna menjamin keberlanjutan usahatani di masa mendatang.

Atribut sensitif kedua yaitu penyerapan tenaga kerja. Usahatani kakao memiliki peran penting dalam menyediakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat sekitar. usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan sudah cukup baik dalam menyerap tenaga kerja, namun masih perlu dioptimalkan lagi agar usahatani tidak hanya berkontribusi terhadap pendapatan petani, tetapi juga terhadap kesejahteraan masyarakat. Atribut sensitif ketiga yaitu pendidikan petani. Mayoritas petani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan berpendidikan rendah, yaitu lulusan SD atau bahkan tidak sekolah. kondisi ini menunjukkan kapasitas petani dalam mengadopsi inovasi dan teknologi

pertanian masih terbatas, sehingga diperlukan pendampingan yang intensif dari lembaga terkait. Hal ini sejalan dengan penelitian Apriani et al. (2018), yang menunjukkan bahwa tingkat pendidikan petani berpengaruh terhadap kemampuan dalam menerima dan menerapkan inovasi serta teknologi pertanian. Dengan demikian, peningkatan kapasitas sumber daya manusia menjadi faktor penting dalam mendukung keberlanjutan usahatani kakao.



Gambar 5. Ordinasasi (a) dan *leverage* (b) dimensi sosial

Tiga atribut yang tidak sensitif pada dimensi sosial adalah partisipasi keluarga, konflik antarpetani, dan peran generasi muda karena nilai RMS-nya berada di bawah batas atribut sensitif. Partisipasi keluarga dinilai kurang berpengaruh karena kegiatan usahatani kakao masih dapat berjalan

meskipun keterlibatan anggota keluarga tidak terlalu tinggi. Konflik antarpetani juga tidak menjadi faktor utama karena hubungan antarpetani relatif baik sehingga tidak menghambat aktivitas usahatani. Sementara itu, peran generasi muda memiliki pengaruh rendah karena usahatani kakao masih didominasi oleh petani yang lebih tua, sehingga keberlanjutan usahatani saat ini belum banyak ditentukan oleh keterlibatan generasi muda.

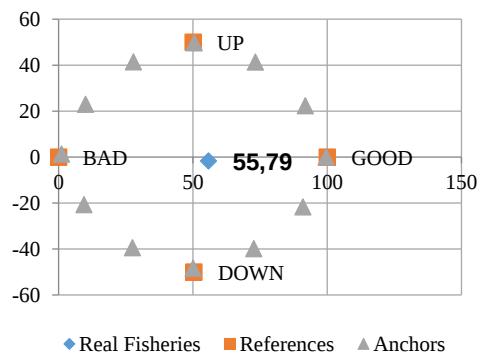
Dimensi Kelembagaan

Hasil analisis keberlanjutan pada dimensi kelembagaan memperoleh nilai sebesar 55,79 (Gambar 6a). Nilai tersebut menunjukkan bahwa dimensi kelembagaan pada usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan, termasuk dalam kategori cukup berkelanjutan, karena berada dalam rentang skala ordinasi 50,01-75,00. Berdasarkan nilai ordinasi yang diperoleh usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan memiliki tingkat keberlanjutan yang cukup baik dari segi kelembagaan, namun masih diperlukan upaya lanjutan untuk meningkatkan keberlanjutan, karena nilai yang diperoleh masih dekat dengan kategori "kurang berkelanjutan".

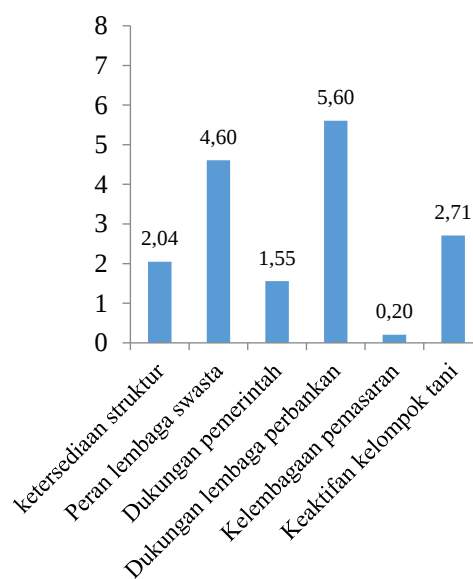
Berdasarkan hasil analisis leverage pada gambar 9. Diperoleh atribut sensitif yang memengaruhi keberlanjutan usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan pada dimensi kelembagaan. Atribut dukungan lembaga perbankan menjadi atribut paling sensitif berpengaruh dengan nilai RMS tertinggi sebesar 5,60. Penentuan atribut sensitif juga dilakukan menggunakan pendekatan hukum nilai tengah, dengan nilai 2,8. Hasil analisis menunjukkan bahwa atribut yang paling sensitif berpengaruh dalam dimensi kelembagaan meliputi (1) dukungan lembaga perbankan, dan (2) peran lembaga swasta.

Atribut paling sensitif berpengaruh dalam dimensi kelembagaan adalah dukungan lembaga perbankan. Atribut ini berperan penting dalam menyediakan akses permodalan bagi petani. Namun, di kecamatan Sumbermanjing Wetan akses petani terhadap lembaga perbankan masih sangat terbatas, sehingga menyebabkan kendala dalam pengembangan usahatani. Hal

ini sejalan dengan penelitian Pawiengla et al. (2020), yang menyatakan dalam usahatani membutuhkan biaya yang cukup besar mulai dari pemupukan hingga panen, sehingga lembaga perbankan memiliki peran yang penting dalam mendukung keberlanjutan usahatani.



(a)



(b)

Gambar 6. Ordinasi (a) dan leverage (b) dimensi kelembagaan

Atribut sensitif kedua yaitu peran lembaga swasta. Lembaga swasta seperti perusahaan atau mitra usaha memiliki peran penting dalam mendukung usahatani melalui penyediaan pasar, pendampingan teknis, hingga kerja sama kemitraan. Petani Kecamatan Sumbermanjing Wetan masih belum merasakan peran dari lembaga swasta. Hal ini terlihat dari mayoritas petani masih belum terlibat dalam kerja sama dengan pihak

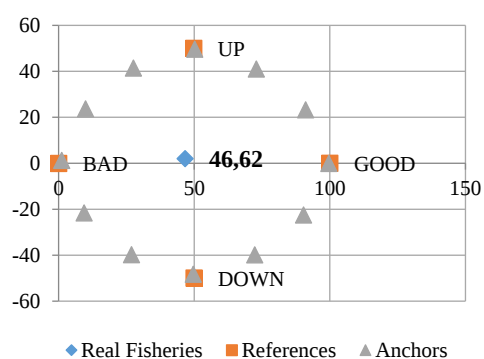
swasta dan memperoleh pendampingan secara berkelanjutan, seperti dari industri pengolahan kakao maupun NGO/LSM yang bergerak di bidang pengembangan pertanian dan pemberdayaan petani.

Empat atribut yang tidak sensitif pada dimensi kelembagaan adalah ketersediaan struktur, dukungan pemerintah, kelembagaan pemasaran, dan keaktifan kelompok tani karena pengaruhnya terhadap keberlanjutan usahatani kakao relatif lebih kecil dibandingkan dukungan lembaga perbankan dan peran lembaga swasta. Ketersediaan struktur tidak terlalu berpengaruh karena kelompok tani dan kelembagaan yang ada sudah terbentuk sehingga bukan menjadi kendala utama bagi petani. Dukungan pemerintah juga memiliki pengaruh rendah karena petani masih mampu menjalankan usahatani meskipun bantuan atau pendampingan pemerintah belum optimal. Kelembagaan pemasaran kurang berpengaruh karena petani sudah dapat menjual hasil panennya melalui berbagai saluran pemasaran yang tersedia. Sementara itu, keaktifan kelompok tani tidak menjadi faktor utama karena kegiatan budidaya dan pemasaran kakao masih dapat berlangsung meskipun tingkat partisipasi anggota kelompok tani tidak selalu tinggi.

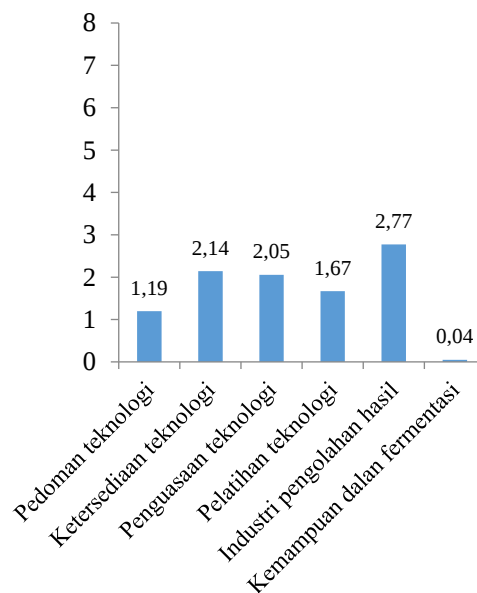
Dimensi Teknologi

Hasil analisis keberlanjutan pada dimensi teknologi memperoleh nilai sebesar 46,62 (Gambar 7a). Nilai tersebut menunjukkan bahwa dimensi teknologi pada usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan, termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan, karena berada dalam rentang skala ordinasi 25,01 – 50,00. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penerapan teknologi dalam usahatani kakao masih jauh dari kata optimal. Upaya lanjutan yang lebih intensif perlu dilakukan agar dapat meningkatkan dan mendukung keberlanjutan usahatani kakao secara keseluruhan, terutama pada atribut yang paling sensitif yaitu, peningkatan ketersediaan teknologi, pelatihan bagi petani, serta pengembangan industri pengolahan hasil kakao yang mampu memberikan nilai tambah pada produk yang dihasilkan.

Atribut yang paling sensitif memengaruhi keberlanjutan usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang pada dimensi teknologi adalah industri pengolahan hasil dengan nilai RMS tertinggi sebesar 2,77 (Gambar 7b). Penentuan atribut sensitif juga dilakukan menggunakan pendekatan hukum nilai tengah, dengan nilai 1,38. Hasil analisis menunjukkan bahwa atribut yang paling sensitif berpengaruh dalam dimensi teknologi meliputi (1) industri pengolahan hasil, (2) ketersediaan teknologi, dan (3) penguasaan teknologi, (4) pelatihan teknologi.



(a)



(b)

Gambar 7. Ordinalasi (a) dan *leverage* (b) dimensi teknologi

Atribut paling sensitif berpengaruh dalam dimensi teknologi adalah industri

pengolahan hasil. Keberadaan industri ini dapat meningkatkan nilai tambah produk kakao melalui pengolahan hasil panen menjadi produk dengan nilai ekonomi yang lebih tinggi. Proses pascapanen kakao yang dilakukan petani di Kecamatan Sumbermanjing Wetan masih tergolong sederhana dan tradisional. Sebagian besar petani melakukan pengeringan biji kakao dengan memanfaatkan sinar matahari langsung di halaman rumah atau di atas terpal tanpa menggunakan alat pengering khusus. Selain itu, proses fermentasi biji kakao masih jarang dilakukan karena keterbatasan pengetahuan, waktu, dan sarana pendukung. Petani umumnya langsung menjual biji kakao setelah dikeringkan kepada tengkulak atau pengepul dalam bentuk biji kering non fermentasi. Kondisi tersebut menyebabkan kualitas biji kakao yang dihasilkan belum optimal dan nilai jual produk menjadi relatif lebih rendah dibandingkan kakao fermentasi.

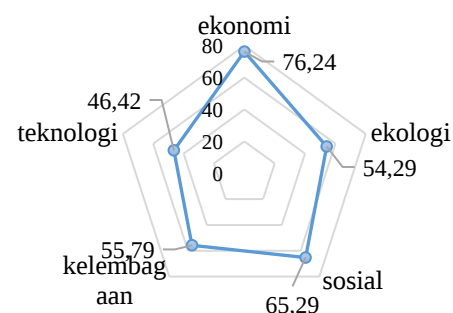
Atribut paling sensitif berikutnya adalah ketersediaan teknologi, penguasaan teknologi, dan pelatihan teknologi. Teknologi pendukung usahatani belum sepenuhnya tersedia atau masih terbatas diakses oleh petani di Kecamatan Sumbermanjing Wetan, sehingga berdampak pada rendahnya efisiensi produksi. Selain itu, atribut penguasaan teknologi, dan pelatihan teknologi sangat penting bagi petani dalam mengembangkan usahatani (Rasihen et al. 2021). Petani kakao Kecamatan Sumbermanjing Wetan masih belum memiliki kemampuan yang memadai dalam memanfaatkan teknologi, terlihat dari belum optimalnya pemanfaatan teknologi dalam kegiatan budidaya maupun pascapanen. Hal tersebut, dikarenakan kurangnya pelatihan teknologi bagi petani kakao daerah tersebut. Hasil penelitian Inal et al. (2022) juga menunjukkan bahwa keterbatasan akses dan penerapan teknologi menjadi salah satu faktor yang menghambat keberlanjutan usahatani, sehingga peningkatan pelatihan dan pendampingan teknologi perlu dilakukan secara berkelanjutan.

Dua atribut yang tidak sensitif pada dimensi teknologi adalah pedoman teknologi dan kemampuan dalam fermentasi karena memiliki nilai RMS yang rendah. Pedoman teknologi kurang berpengaruh karena

keberadaan pedoman saja tidak menjamin petani menerapkan teknologi dalam kegiatan budidaya maupun pascapanen. Sementara itu, kemampuan dalam fermentasi juga tidak terlalu memengaruhi keberlanjutan usahatani karena sebagian besar petani masih menjual kakao dalam bentuk biji kering non-fermentasi, sehingga proses fermentasi belum menjadi praktik utama dalam usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan.

Keberlanjutan Usahatani

Gambar 8. menunjukkan profil nilai indeks keberlanjutan usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan berdasarkan lima dimensi. Dimensi ekonomi memiliki nilai tertinggi dan termasuk dalam kategori keberlanjutan. Sementara itu, dimensi ekologi, sosial, dan kelembagaan berada dalam kategori cukup berkelanjutan. Dimensi teknologi memiliki nilai terendah sehingga termasuk dalam kategori kurang berkelanjutan. Hasil tersebut menunjukkan adanya perbedaan nilai keberlanjutan antar dimensi, sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan keberlanjutan terutama pada dimensi ekologi, sosial, kelembagaan, dan teknologi. Sebaliknya, untuk dimensi ekonomi diperlukan upaya untuk mempertahankan dan mengoptimalkan status keberlanjutan yang sudah tinggi.



Gambar 8. Profil indeks keberlanjutan usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan

Profil Nilai Indeks pada Lima Dimensi Keberlanjutan Usahatani

Nilai keberlanjutan keseluruhan usahatani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan secara multidimensi adalah 57,33 (Tabel 3). Nilai tersebut diperoleh dengan mempertimbangkan semua dimensi yang

dianalisis yaitu ekonomi, ekologi, sosial, kelembagaan, dan teknologi. Hasil tersebut termasuk dalam kategori cukup berkelanjutan

karena berada dalam rentang skala ordinasi 50,01-75,00.

Tabel 3. Hasil Analisis MDS, Monte Carlo, Stress, and R²

Dimensi	MDS	Monte Carlo	Selisih (%)	Stress	R ²
(1)	(2)	(3)	(4)*	(5)	(6)
Ekonomi	76,24	76,43	0,19	0,14	0,94
Ekologi	54,29	54,58	0,29	0,16	0,93
Sosial	65,29	65,88	0,59	0,14	0,94
Kelembagaan	55,79	55,86	0,07	0,14	0,93
Teknologi	46,62	46,94	0,32	0,16	0,93
Multidimensi	57,33	57,45	0,12	0,13	0,95

Keterangan : MDS = *Multidimensional Scaling*; R² = Nilai Determinasi. *) (4) = (3) – (2).

Hasil analisis dengan metode Rap-Cocoa menunjukkan nilai stress yang tergolong baik karena kurang dari 0,25 (Tabel 3). Hal tersebut mengindikasikan bahwa kesalahan dalam analisis relatif kecil. Nilai determinasi R² dari hasil analisis mendekati 1 yaitu antara 0,93-0,95, sehingga hasil analisis mampu merepresentasikan kondisi aktual di lapangan. Menurut pendapat Kavanagh dan Pitcher, (2004) dalam menyatakan bahwa nilai stress kurang dari 0,25 dan nilai R² mendekati 1,0 menunjukkan hasil analisis akurat serta dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Hasil analisis monte carlo yang baik seharusnya tidak melebihi 5% (Nawangsari dan Ismaili, 2022). Perbedaan atau selisih antara nilai MDS dan Monte Carlo pada penelitian ini relatif kecil yaitu dibawah 5%, sehingga menunjukkan bahwa hasil analisis cukup akurat, stabil, dan dapat dipercaya dalam menggambarkan kondisi keberlanjutan usahatani kakao yang sebenarnya.

KESIMPULAN

Nilai keberlanjutan usaha tani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan secara keseluruhan adalah 57,33, yang menunjukkan bahwa status keberlanjutan usahatani kakao Kecamatan Sumbermanjing Wetan termasuk kategori cukup. Indeks dimensi ekonomi termasuk kategori berkelanjutan (76,24), sedangkan dimensi teknologi termasuk kategori kurang berkelanjutan (46,42).

Sementara itu, dimensi ekologi, sosial, dan kelembagaan termasuk dalam kategori cukup, berturut-turut 54,29; 65,29; dan 55,79. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun usahatani kakao masih dapat dipertahankan, terdapat beberapa aspek yang perlu dioptimalkan dan ditingkatkan, khususnya pada dimensi teknologi guna mendukung keberlanjutan jangka panjang. Petani kakao di Kecamatan Sumbermanjing Wetan perlu mengoptimalkan pengelolaan usahatani melalui pemeliharaan tanaman yang rutin, penggunaan sarana produksi yang tepat, serta penerapan teknik budidaya dan pascapanen yang lebih baik. Selain itu, petani perlu aktif mengikuti pelatihan dan kegiatan kelompok tani untuk meningkatkan kemampuan dalam mengadopsi inovasi, serta melibatkan generasi muda guna menjaga keberlanjutan usahatani kakao di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Islami, I.L., Puryantoro, P., Mayangsari, A., 2024. Analisis keberlanjutan usahatani kopi organik di Kecamatan Arjasa Kabupaten Situbondo. *J. Ilm. Membangun Desa dan Pertan.* 9(3), 258–273.
<https://doi.org/10.37149/jimdp.v9i3.1011>
- Antikasari, R.R., Subagja, H., Iskandar R., 2023. Analisis keberlanjutan pada usaha ayam kampung unggul Balitnak (KUB) di Kabupaten Cianjur. *J. Ilm.*

- Inov. 23, 127–136.
<https://doi.org/10.25047/jii.v23i2.4033>
- Apriani, M., Rachmina, D., Rifin, A., 2018. Pengaruh tingkat penerapan teknologi Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) terhadap efisiensi teknis usahatani padi. J. Agribisnis Indones. 6(2), 121–132. <https://doi.org/10.29244/jai.2018.6.2.121-132>
- Anwar, A., Galib, M., Amran, F.D., 2022. Analisis status keberlanjutan kakao (*Theobroma cacao* L.) di Kabupaten Bantaeng. J. Tanah dan Sumberd. Lahan 9(1), 121–130. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.1.13>
- Dewi, T.C.J., Apriyani, D., Suyudi, 2025. Analisis pengaruh faktor-faktor motivasi petani terhadap keberlanjutan ekonomi usahatani padi organik. J. Agristan 7(1), 35–57. <https://doi.org/10.37058/agristan.v7i1.14331>
- Fadel, A., Wasesa, A., Fitria, U.A., Laily, N.F., 2024. Analisis minat pada mahasiswa universitas pembangunan nasional veteran Jatim Jurusan Ekonomi Pembangunan semester 7 tentang perencanaan setelah lulus. J. Ilm. Wahana Pendidik. 10(19), 64–73. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14038122>
- Fitriana, N.H., Amir, I.T., Indah, P.N., 2020. Analysis and development of cocoa agribusiness in Kare Village, Madiun District, East Java. AJARCDE: Asian J. Appl. Res. Community Dev. Empower. 4(2), 24–29. <https://doi.org/10.29165/ajarcde.v4i2.45>
- Hidayanto, M., Supiandi, S., Yahya, S., Amien L.I, 2019. Analisis keberlanjutan perkebunan kakao rakyat di kawasan perbatasan Pulau Sebatik, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Timur. J. Agro Ekon. 27(2), 213–229.
- Inal, M., Annas, B., Muhammad, M.S., 2022. Studi keberlanjutan perkebunan kakao rakyat di Kecamatan Tapalang Kabupaten Mamuju. Agrotekmas J. Indones. J. Ilmu Peranian 3(2), 86–96. <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v3i2.250>
- Juraeni, J., Abdullah, S., Suriana, S., 2025. Keberlanjutan usahatani kakao di Desa Puncak Monapa Kecamatan Lasusua Kabupaten Kolaka Utara. J. Ilm. Penyul. dan Pengemb. Masy. 6(1), 14–23. <https://doi.org/10.56189/jipppm.v6i1.138>
- Kavanagh, P., Pitcher, T.J., 2004. Implementing microsoft excel software for rapfish: A technique for the rapid appraisal of fisheries status. Fish. Cent. Res. Reports 12(2), 1–74. <https://dx.doi.org/10.14288/1.0074801>
- Maharani, S.A., Nabila, A., Aliudin, Rohmah, N.A., Aspawi, G.A.F.S., 2025. Strategi bertahan petani cabai terhadap fluktuasi harga serta dampaknya pada keberlanjutan usahatani: Studi kasus di Baros, Serang. Nusantara. J. Multidiscip. Sci. 2(11), 1857–1863.
- Nawangarsari, H., Ismaili, A.F., 2022. Analisis Keberlanjutan Trans Jogja menggunakan metode Multi-Dimensional Scaling (MDS) Rapfish. J. Pembang. Wil. dan Kota 18(3), 222–234. <https://doi.org/10.14710/pwk.v18i3.34771>
- Nurhumairah, N., Edwina, S., Eliza, E., 2024. Analisis keberlanjutan usaha tani jeruk Siam di Kecamatan Kuok Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Mimb. Agribisnis J. Pemikir. Masy. Ilm. Berwawasan Agribisnis 10(2), 2997–3008. <http://dx.doi.org/10.25157/ma.v10i2.14615>
- Pawiengla, A.A., Yunitasari, D., Adenan, M., 2020. Analisis keberlanjutan usahatani kopi rakyat di Kecamatan Silo Kabupaten Jember. J. Ekon. Pertan. dan Agribisnis 4(4), 701–714. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2020.004.04.01>

- Rasihen, Y., Kilat, A.A., Suprehatin, 2021. Analisis keberlanjutan usahatani perkebunan kelapa rakyat Kabupaten Indragiri Hilir. *J. Agribisnis Indones.* 9(2), 177–187. <https://doi.org/10.29244/jai.2021.9.2.177-187>
- Setiawan, D., Setiawan, I., Wulandari, E., 2023. Keberlanjutan agribisnis vanili di Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. *Anal. Kebijak. Pertan.* 21(1), 97–110. <https://doi.org/10.21082/akp.v21n1.2023.97-110>
- BPS, 2024. Statistik Kakao Indonesia 2023. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Suharto, M.P., Basar, G.K., 2019. Konflik agraria dalam pengelolaan tanah perkebunan pada PT Hevea Indonesia (PT Hevindo) dengan masyarakat Kecamatan Nanggung Kabupaten Bogor. *J. Kolaborasi Resolusi Konflik* 1(1), 55–64.
- Tatipikalawan, J.M., Sangadji, I., 2024. Keberlanjutan usaha peternakan domba kisar dan strategi pengembangannya di Pulau Kisar Provinsi Maluku. *J. Galung Trop.* 13(2), 229–242. <https://doi.org/10.31850/jgt.v13i2.1216>
- Yusuf, M., Wijaya, M., Surya, R.A., Taufik, I., 2021. MDRS-RAPS: Teknik analisis keberlanjutan. Edisi pertama. CV. Tohar Media, Makassar.

ANALISIS OPTIMALISASI PEMESANAN BAHAN BAKU PEPAYA MERAH DENGAN PENDEKATAN MATERIAL REQUIREMENT PLANNING PADA AGROINDUSTRI KOKTAIL BUAH

Analysis of Optimizing Red Papaya Raw Material Ordering Using Material Requirement Planning Approach in the Fruit Cocktail Agroindustry

Putri Serly Virnanda, Sri Widayanti*, Risqi Firdaus Setiawan

Jurusan Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jl Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur

**) Penulis korespondensi: sriwidayanti@upnjatim.ac.id*

Submisi: 20.11.2025; Revisi: 23.12.2025; Penerimaan: 10.1.2026; Dipublikasikan: 1.9.2026
Dipublikasikan online: 17.7.2026

ABSTRAK

Sistem perencanaan pemesanan kebutuhan bahan baku pepaya merah pada produk koktail di Agroindustri koktail belum optimal karena masih menggunakan metode yang menimbulkan biaya persediaan bahan baku yang relatif besar serta sering mengalami kekurangan pasokan bahan baku akibat kurang tepatnya perencanaan pemesanan ulang bahan baku, sehingga menghambat proses produksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kebutuhan serta waktu pemesanan bahan baku yang optimal dan efisiensi biaya persediaan dalam produksi koktail buah dengan bahan baku pepaya merah pada agroindustri koktail buah. Analisis data dilakukan menggunakan metode Material Requirement Planning (MRP) dengan membandingkan teknik lot sizing, yaitu Lot for Lot (LFL), Economic Order Quantity (EOQ), dan Periodic Order Quantity (POQ). Hasil analisis menunjukkan bahwa metode LFL merupakan teknik pemesanan yang paling efisien dengan frekuensi pemesanan sebanyak 109 kali dalam satu tahun dan total biaya persediaan sebesar Rp1.635.000,00. Sementara itu, kebijakan pemesanan yang diterapkan oleh perusahaan menunjukkan frekuensi pemesanan sebanyak 160 kali dalam satu tahun dengan total biaya persediaan sebesar Rp6.150.000,00.

Kata kunci : Optimalisasi, MRP, EOQ, POQ, LFL, Supply Chain

ABSTRACT

The planning system for ordering raw materials, specifically red papaya, in the cocktail product line at Cocktail Agroindustry is currently suboptimal. It still relies on methods that incur relatively high inventory costs and frequently face raw material shortages owing to inaccurate reorder planning, which disrupts the production process. This study aimed to analyze the demand for raw materials and ordering timing, as well as inventory cost efficiency in the production of fruit cocktails using red papaya as the raw material in the agroindustry. Data analysis was conducted using the Material Requirement Planning (MRP) method, comparing lot-sizing techniques such as Lot-for-Lot (LFL), Economic Order Quantity (EOQ), and Periodic Order Quantity (POQ). The optimal efficient ordering point was identified using the LFL method, resulting in an ordering frequency of 109 times per year with a total inventory cost of Rp1.635.000. In contrast, the company's existing policy requires 160 orders per year, resulting a total cost of Rp6,150,000. Therefore, the MRP inventory method is more efficient for optimally planning the raw material inventory of red papaya for cocktail products. The findings of this study are expected to provide an alternative approach for the company to implement a method that is better suited to its operational conditions.

Keywords: Optimization, MRP, EOQ, POQ, LFL, Supply Chain

PENDAHULUAN

Ketersediaan bahan baku merupakan aspek krusial bagi perusahaan agribisnis dalam menjalankan aktivitas usahanya. Pengelolaan persediaan yang terorganisir secara efektif dan efisien menjadi salah satu kunci agar perusahaan dapat memperoleh keuntungan yang maksimal. Sebaliknya, jika pengelolaan persediaan tidak berjalan dengan baik, perusahaan berisiko mengalami kerugian yang signifikan, misalnya terganggunya proses produksi sehingga target jumlah dan mutu hasil produksi tidak tercapai (Hidayat et al., 2019).

Material Requirement Planning (MRP) merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk pengelolaan dan pengendalian bahan baku. Sistem ini berfungsi sebagai alat perencanaan kebutuhan material yang memastikan bahan baku tersedia tepat waktu sesuai kebutuhan produksi, sehingga dapat menekan biaya persediaan dalam perusahaan (Martha dan Putu, 2018). Penerapan MRP terbukti mampu mengendalikan persediaan bahan baku secara efektif dan efisien dan mengoptimalkan proses pemesanan kembali (Milne et al., 2015).

Implementasi MRP pada pengendalian persediaan di PT. Tiara Ready Mix Ciamis dapat meminimalisir biaya persediaan sebesar 74% dari persediaan aktual. Dengan biaya terendah atau paling efisien yaitu dengan menggunakan perhitungan *lot sizing Period Order Quantity* (POQ) (Uyun, 2020).

Penelitian tentang penggunaan MRP dalam mengefisienkan biaya persediaan bahan baku sudah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Penelitian oleh Ati et al. (2019) yang hasil penelitiannya menyatakan Metode MRP dapat mengoptimalkan biaya persediaan bahan baku. Total biaya persediaan bahan baku bila menggunakan kebijakan perusahaan saat ini sebesar Rp29.066.400,00, dengan menggunakan tehnik lot for lot sebesar Rp14.400.000, dengan tehnik EOQ sebesar Rp18.150.200,00 dan dengan tehnik POQ sebesar Rp14.400.000,00. Penelitian oleh Susanti (2020) yang hasil penelitian menyatakan bahwa System MRP dalam masing-masing bahan baku dapat digunakan sebagai indikator untuk meminimalkan total

biaya persediaan jika dibandingkan dengan metode perusahaan pada periode sebelumnya.

Agroindustri koktail merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi minuman kaleng, seperti minuman *ready to drink* dan *koktail* buah yang menggunakan buah-buahan segar sebagai bahan utama, diantaranya yaitu nanas, nata de coco, cherry, dan juga pepaya merah. Perusahaan ini menerapkan metode *Just In Time* dalam proses pengadaan bahan baku untuk proses produksinya. Permasalahan yang sering terjadi pada saat produksi koktail dengan menggunakan metode JIT pada Perusahaan ini adalah kekurangan bahan baku atau *stockout*, yang disebabkan karena kurang tepatnya peramalan kebutuhan bahan baku. Persediaan bahan baku dalam *inventory* sering kali tidak mencukupi target persediaan yang telah ditentukan oleh pihak produksi. Kekurangan bahan baku ini dapat menghambat proses produksi sehingga perusahaan tidak dapat mencapai titik keuntungan optimum. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan dan waktu optimal pemesanan bahan baku pepaya merah untuk produksi koktail pada agroindustri koktail buah, serta menganalisis efisiensi biaya persediaan pada produksi koktail buah untuk bahan baku pepaya pada agroindustri koktail buah. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi alternatif perusahaan dalam penerapan metode yang sesuai dengan kondisi perusahaan.

BAHAN DAN METODE

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada sebuah agroindustri yang memproduksi koktail buah, yang dilaksanakan pada bulan Juli 2024 sampai dengan November 2024. Data penelitian yang digunakan adalah data permintaan pepaya merah pada 2019-2024 yang diperoleh dari tim produksi dan tim purchasing perusahaan.

Data yang sudah terkumpul akan dianalisis untuk mengetahui total biaya persediaan bahan baku menurut kebijakan perusahaan dan dianalisis dengan menggunakan metode MRP yang terdiri dari LFL, EOQ, dan POQ. Hasil analisis biaya persediaan bahan baku menurut kebijakan perusahaan dibandingkan dengan analisis

biaya persediaan bahan baku untuk menentukan metode mana yang paling efisien untuk diterapkan pada perusahaan, biaya yang paling rendah menunjukkan biaya yang paling efisien dalam penerapan persediaan nantinya akan dipilih untuk diterapkan pada perusahaan dengan menggunakan metode MRP (Heizer et al., 2015). Perhitungan MRP yang digunakan meliputi:

1. *Lot For Lot (LFL)*: Jumlah yang dipesan (*order quantity*) pada periode t = kebutuhan bersih (*net requirement*) pada periode t
2. *Economic Order Quantity (EOQ)*:

$$\sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Keterangan:

D = Jumlah kebutuhan per tahun

S = Biaya pemesanan untuk sekali pesan

H = Biaya penyimpanan per unit, per tahun

3. *Period Order Quantity (POQ)*: $T \times 360$
Keterangan:

T = Periode Pemesanan (hari)

POQ = *Period Order Quantity*

EOQ = *Economic Order Quantity*

Profil Produksi Perusahaan

Dalam produksi cocktail buah, perusahaan menggunakan variabel-variabel yang digunakan baik dalam pemenuhan bahan

baku pepaya merah sampai pada tahap produksi, yang meliputi:

1. Frekuensi pemesanan pepaya merah = 160 kali/tahun
2. Target produksi/bulan (*gross requirement*) = 175.000 kg
3. Barang yang akan diterima (*scheduled receipt*) = 250.000 kg (periode Juli 2024)
4. Persediaan awal = 50.000 kg (periode Juli 2024)
5. *Projected on Hand* = Persediaan awal + *Scheduled Receipt* – *Gross Requirement*
 $= 50.000 + 250.000 - 175.000 = 125.000 \text{ kg}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi dan Quantity Supply Bahan Baku Pepaya Merah

Agroindustri cocktail buah berfokus pada pengolahan buah-buahan segar salah satunya pepaya merah. Bahan baku pepaya merah berasal dari Lampung yang diperoleh dengan harga Rp2.500 per kg. Data *quantity supply* pepaya dalam 5 tahun terakhir, yaitu pada 2019-2024 disajikan pada Tabel 1. Pemenuhan supply pepaya merah sangat jauh dari target, dimana rata-rata persentase pemenuhan supply hanya mencapai rata-rata sekitar 14,68%. Rata-rata bahan baku terpenuhi adalah 1.955.327,83 kg per tahun atau 162.943,99 kg per bulan.

Tabel 1. Data *Quantity Supply* pepaya merah (kg) 2019-2024

Periode	<i>Purchase Request (PR) Qty</i>	<i>Good Receive (GR)</i>	Diffefrent (PR - GR)	Persentase Terpenuhi (<i>Qty Supply</i>)
2019	21.847.126,91	3.373.025,00	18.474.101,91	15,44%
2020	11.539.497,00	1.487.912,00	10.051.585,00	12,89%
2021	20.105.070,00	1.875.230,00	18.229.840,00	9,33%
2022	18.711.848,00	2.207.010,00	16.504.838,00	11,79%
2023	8.546.073,00	1.523.220,00	7.022.853,00	17,82%
2024*	6.076.398,00	1.265.570,00	4.810.828,00	20,83%
Rata-rata	14.471.002,15	1.955.327,83	12.515.674,32	14,68%

Keterangan: (*) Data dari bulan Januari-Juli

Model Perhitungan Biaya

Biaya yang ditanggung perusahaan adalah biaya persediaan, meliputi biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Biaya pemesanan merupakan seluruh biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan setiap kali

melakukan pemesanan bahan baku. Besarnya biaya ini tidak bergantung pada jumlah bahan baku yang dipesan, sehingga baik pemesanan dalam jumlah kecil maupun besar tetap menimbulkan biaya yang sama (Ibrahim et al., 2022). Biaya penyimpanan merupakan biaya

yang dikeluarkan perusahaan untuk menyimpan bahan baku sehingga digunakan.

Biaya persediaan yang diperlukan kegiatan produksi koktail pepaya berupa biaya pemesanan dan biaya penyimpanan dirinci sebagai berikut:

1. Biaya pemesanan bahan baku pepaya merah disesuaikan dengan kapasitas maksimal angkut kendaraan, yaitu 1.500 kg. Biaya yang dikenakan adalah Rp10 per kg, sehingga setiap pemesanan memerlukan biaya sebesar Rp10 per kg x 1.500 kg = Rp15.000.

2. Biaya penyimpanan ditetapkan oleh agroindustri koktail buah sebesar Rp30 per kg per bulan, yang terdiri dari biaya listrik dan biaya pemeliharaan alat dan gudang, masing-masing Rp10 dan Rp20 per kg per bulan

Perbandingan biaya persediaan yang diperoleh dari data yang dilakukan oleh perusahaan dan dari perhitungan dengan metode MRP disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Biaya Persediaan per bulan Berdasarkan Kebijakan Perusahaan

Jenis Biaya	Frekuensi per tahun	Jumlah persediaan di tangan (kg)	Unit biaya (Rp)	Jumlah (Rp)
<i>a. Perusahaan</i>				
Pemesanan	160		15.000 per frekuensi	2.400.000
Penyimpanan		125.000	30 per kg	3.750.000
Total Biaya Persediaan				6.150.000
<i>b. Metode Lot for Lot (LFL)</i>				
Pemesanan	109		15.000 per frekuensi	1.635.000
Penyimpanan		0	30 per kg bulan	0
Total Biaya Persediaan				1.635.000
<i>c. Metode Economic Order Quantity (EOQ)</i>				
Biaya pesan	154		15.000 per frekuensi	2.280.000
Biaya simpan		268	360 /kg / tahun	96.480
Total Biaya Persediaan				2.376.480
<i>d. Metode Economic Order Quantity (EOQ)</i>				
Pemesanan	154		15.000 per frekuensi	2.280.000
Penyimpanan		268	360,00 /kg / tahun	96.480
Total Biaya Persediaan				2.376.480

Perusahaan

Biaya persediaan bahan baku pada agroindustri *koktail* buah yang ditanggung perusahaan pada dalam satu tahun berjumlah Rp6.150.000 (Tabel 2a.). Biaya tersebut meliputi biaya pemesanan bahan baku sebanyak 160 kali, yaitu Rp2.400.000 dan beban biaya penyimpanan untuk total bahan bahan baku sebanyak 125.000 kg, yaitu Rp3.750.000.

Metode Lot for Lot.

Prinsip metode LFL adaah tidak adanya bahan tersisa (tersimpan), sehingga biaya dapat menekan biaya penyimpanan.

Pengolahan data dilakukan berdasarkan data historis perusahaan, yaitu data permintaan bahan baku dari Januari 2019 hingga Juli 2024 (Tabel 2b.).

Penggunaan metode *Lot for Lot* pada penerapan pengadaan bahan baku dinilai cukup efektif karena mampu menekan biaya persediaan, mengurangi pemborosan, dan sangat sesuai untuk permintaan fluktuatif. Pernyataan tersebut didukung oleh Safutra et al. (2024). Perhitungan pada Tabel 6 diatas menggunakan metode LFL dengan menghitung ukuran lot = kebutuhan bersih per periode. Pada penggunaan metode LFL biaya simpan = Rp0,00 karena tidak ada persediaan

yang disimpan, sehingga biaya persediaan yang didapatkan adalah Rp1.635.000,00.

Metode Economic Order Quantity (EOQ)

Data yang digunakan dalam perhitungan EOQ adalah biaya simpan (Rp360,00/kg/tahun), biaya pemesanan (Rp15.000,00 per frekuensi pesan), dan pemakaian bahan baku (1.955.327 kg per tahun). Nilai EOQ dan jumlah frekuensi pemesanan dapat dihitung sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 1.955.327 \text{ kg/tahun} \times \text{Rp}15.000 / \text{kg}}{\text{Rp}360/\text{kg/tahun}}}$$

$$= 12.761 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Frekuensi pemesanan} &= D / EOQ \\ &= 1.955.327 / 12.761 \\ &= 153,2 = 154 \text{ kali per tahun} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut diketahui ukuran lot pemesanan bahan baku pepaya merah adalah 12.761 kg setiap kali pesan, dan dilakukan pemesanan sebanyak 154 kali dalam satu tahun. Kebutuhan bahan baku dikalkulasi sebesar 171.732 kg, sedangkan rencana pemesanan adalah 172.000 kg, sehingga terdapat jumlah persediaan di tangan sebesar 268 kg. Dengan metode EOQ diperoleh biaya persediaan yang harus dikeluarkan per tahun adalah Rp2.376.480 (Tabel 2c.).

Metode Period Order Quantity (POQ)

Dalam pengendalian biaya persediaan dengan metode *Period Order Quantity* (POQ), interval antar periode pemesanan ditentukan dengan membagi hasil perhitungan EOQ dibagi dengan permintaan rata-rata permintaan per periode (misalnya 1 minggu). Pemesanan dilakukan bukan secara kontinu setiap stok habis, melainkan memesan dalam interval waktu tetap dengan jumlah yang disesuaikan dengan kebutuhan selama periode tersebut, yang dapat ditentukan dengan rumus:

$$POQ = T \times 360$$

*T= panjang siklus pemesanan dalam tahun (Heizer et al., 2015)

$$\begin{aligned} T &= EOQ / D \\ &= 12.761 / 1.955.327 \\ &= 0,006 \text{ tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} POQ &= T \times 360 \\ &= 0,006 \times 360 \\ &= 2,16 \text{ hari} = 3 \text{ hari} \end{aligned}$$

Dengan metode POQ perusahaan harus melakukan pemesanan pepaya merah sebesar 12.761 kg setiap kali melakukan pemesanan yang dilakukan setiap 3 hari, sehingga periode pemesanannya adalah 154 kali dalam satu tahun, dengan biaya persediaan sebesar Rp2.376.480,00 (Tabel 2d.).

Perbandingan Kebutuhan dan Waktu Optimal serta Biaya Pemesanan Bahan Baku Pepaya Merah pada Produksi Agroindustri Koktail

Pelaksanaan produksi koktail dilakukan setiap hari dengan target produksi sebanyak 2 kontainer koktail. Setelah dilakukan analisis, biaya persediaan bahan baku menurut kebijakan perusahaan, diperoleh hasil perhitungan sebesar Rp6.150.000,00 dengan frekuensi pemesanan sebanyak 160 kali, biaya pesan sebesar Rp2.400.000,00 serta biaya penyimpanan sebesar Rp3.750.000,00. Sedangkan dengan menggunakan metode LFL diperoleh hasil perhitungan sebesar Rp1.635.000,00 dengan frekuensi pemesanan sebanyak 109 kali, biaya pesan sebesar Rp1.635.000,00, serta biaya simpan sebesar Rp0,00, biaya simpan sama dengan nol karena pemesanan dilakukan dengan menyesuaikan kebutuhan bersih produksi sehingga tidak ada bahan baku berlebih. Untuk metode perhitungan EOQ dan POQ didapatkan hasil perhitungan yang sama yaitu sebesar Rp2.376.480,00 dengan frekuensi pemesanan sebanyak 154 kali pemesanan dengan biaya pesan sebesar Rp2.280.000,00 serta biaya simpan sebesar Rp96.480,00.

Perhitungan perbandingan total biaya menunjukkan bahwa biaya persediaan bahan baku sesuai dengan kebijakan perusahaan saat ini belum optimal, karena total biayanya lebih tinggi dibandingkan dengan metode MRP. Dari perbandingan tersebut juga terlihat bahwa metode MRP, khususnya metode *Lot for Lot* (LFL) mampu mengurangi biaya persediaan bahan secara signifikan dengan menghasilkan total biaya persediaan terendah, yaitu sebesar Rp1.635.000,00. Hal ini selaras dengan hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa metode *Lot for Lot* (LFL)

mampu menghasilkan biaya persediaan yang lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan metode lain seperti EOQ dan POQ sebagaimana ditemukan dalam studi oleh Azmi et al. (2023), metode *Lot for Lot* (LFL) mampu meminimalkan biaya penyimpanan dengan frekuensi pemesanan yang lebih sesuai dengan kebutuhan produksi, sehingga mengurangi persediaan berlebih dan biaya simpan yang terkait.

Teknik *lot for lot* adalah metode pemesanan bahan baku yang disesuaikan dengan jumlah barang yang dibutuhkan untuk mencapai target produksi setiap periode. Penggunaan teknik *Lot for Lot* (LFL) bertujuan untuk meminimalkan atau bahkan menghilangkan biaya penyimpanan (Safutra et al., 2024), karena ukuran lot ditetapkan berdasarkan kebutuhan bersih di tiap periode. Dengan demikian, tingkat persediaan dapat dijaga seminimal mungkin tanpa kelebihan ataupun kekurangan bahan baku. Metode ini sangat cocok untuk bahan baku yang memiliki masa simpan pendek, seperti pepaya merah yang hanya tahan 2-4 hari, sehingga risiko kerusakan dan pembusukan dapat dihindari. Dengan memakai metode LFL, pemesanan dilakukan sesuai kebutuhan tepat waktu, sehingga kelebihan stok berkurang dan biaya penyimpanan menjadi nol. Selain itu, perencanaan pengadaan bahan baku menjadi lebih efisien karena pemesanan dilakukan sekali seminggu sesuai jadwal produksi, sehingga biaya pemesanan dan penyimpanan dapat ditekan tanpa mengurangi efektivitas produksi. Metode ini sangat berguna untuk bahan baku yang sensitif terhadap waktu penyimpanan dan memiliki biaya penyimpanan yang tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan total biaya persediaan bahan baku, metode *Lot for Lot* (LFL) terbukti sangat efektif dalam mengelola persediaan bahan baku pepaya merah pada agroindustri koktail buah dengan pemesanan satu minggu sekali sebanyak 109 kali per tahun. *Lot for Lot* (LFL) menghasilkan total biaya persediaan sebesar Rp1.635.000,00, jauh lebih rendah dibanding kebijakan perusahaan (Rp6.150.000,00) dan metode EOQ/POQ

(Rp2.376.480,00), serta mengurangi frekuensi pemesanan dan biaya penyimpanan. Dengan demikian, *Lot for Lot* (LFL) tidak hanya mengoptimalkan kebutuhan dan waktu pemesanan, tetapi juga meningkatkan efisiensi biaya dan mendukung produksi harian dua kontainer koktail, menjadikannya solusi terbaik untuk pengelolaan bahan baku yang mudah rusak dan biaya penyimpanan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ati, D.R., Y. Suseno, Y.J., Widajanti, E., 2019. Analisis pengendalian persediaan bahan baku dengan menggunakan metode Material Requirement Planning pada CV. Aneka Karya Glass Kartasura. *Jurnal Ekonomi dan Kewirausahaan* 19(1), 1-8. <https://doi.org/10.33061/jeku.v19i1.3944>
- Azmi, M.F., Yudisha, N., Rezeki, R., 2023. Analisis pengendalian persediaan bahan baku sepatu kulit dengan menggunakan metode Material Requirement Planning (MRP). *VISA: Journal of Vision and Ideas* 3(3), 743-752. <https://doi.org/10.47467/visa.v3i3.4967>
- Heizer, J., Render, B., Munson, C., 2016. *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. 12th ed. Pearson Education.
- Hidayat, K., Efendi, J., Faridz, R., 2019. Analisis pengendalian persediaan bahan baku kerupuk mentah potato dan kentang keriting menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ). *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri* 18(2), 125-134. <https://doi.org/10.20961/performa.18.2.35418>
- Ibrahim, M., Rasdiansyah, R., Yusriana, Y., 2022. Analisis pengendalian bahan baku dengan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) pada UD. Nagata Tuna. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian* 7(4), 688-694.

- <https://doi.org/10.17969/jimfp.v7i4.22384>.
- Milne, R.J., Mahapatra, S., Wang, C.T., 2015. Optimizing planned lead times for enhancing performance of MRP systems. *International Journal of Production Economics* 167, 220–231. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.05.013>
- Safutra, N.I., Fole, A., Dahlan, M., Ahmad, A., Herdianzah Y., 2024. Optimizing raw material inventory control for aluminum wardrobes using the Material Requirements Planning (MRP) Method: A case study on amal jaya sme. *Jurnal Sistem Teknik industri* 26(2), 191-198. <https://doi.org/10.32734/jsti.v26i2.15972>
- Susanti, H.D., 2020. Application of material requirement planning method in raw materials planning on sardine product in PT. Blambangan Foodpackers Indonesia. *Food Research* 4(6), 2067-2072. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(6\).228](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(6).228)
- Uyun, S.Z., Indrayanto, A., Kurniasih, R., 2020. Analisis pengendalian persediaan bahan baku dengan menggunakan metode Material Requirement Planning (MRP). *Jurnal Ekonomi, Bisnis Dan Akuntansi (JEBA)* 22(1), 103–103.



JOURNAL OF TROPICAL AGRIFOOD

Advancing Tropical AgriFood Science and Innovation

Journal of Tropical AgriFood (JTAF) merupakan jurnal ilmiah *peer-reviewed* yang mempublikasikan hasil penelitian dan kajian di bidang teknologi pertanian, teknologi pangan, bioteknologi, gizi, herbal, dan pangan fungsional.

JTAF diterbitkan **empat kali** setahun oleh Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman dan Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI) Indonesia.



EDITORIAL OFFICE

- Department of Agricultural Products Technology,
Faculty of Agriculture, Mulawarman University
Jl. Tanah Grogot Kampus Gunung Kelua
Samarinda - Kalimantan Timur, 75119
- Phone: +62 812 5363 4777 (Helmi Mawardi)
- E-Mail: jtaf@faperta.unmul.ac.id
jtropicalagrifood@gmail.com

VISIT OUR JOURNAL



e-journals.unmul.ac.id/index.php/JTAF



UNIVERSITAS
MULAWARMAN



AGRICULTURAL
PRODUCTS TECHNOLOGY
DEPARTMENT
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MULAWARMAN



Indonesian Association of Food Technologists

Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia



JOURNAL OF
TROPICAL AGRIFOOD