p-ISSN: 1907-8056
e-ISSN: 2527-5410
AGROINTEK
Jurnal Teknologi Industri Pertanian
journal homepage: journal.trunojoyo.ac.id/agrointek

Analisis neraca massa, nilai gizi, dan nilai tambah dalam produksi serbuk ekstrak kopi hijau melalui teknologi *microwave assisted-foam mat drying* (MFD)

Andi Eko Wiyono[1], Yuli Witono[2*], Iwan Taruna[3], and Soetriono[4]

[1]*Program Studi Doktor Ilmu Pertanian, Universitas Jember, Jember, Indonesia*
[2]*Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jember, Jember, Indonesia*
[3]*Teknik Pertanian, Universitas Jember, Jember, Indonesia*
[4]*Agribisnis, Universitas Jember, Jember, Indonesia*

Article history
Diterima:
18 Juni 2026
Diperbaiki:
29 Agustus 2026
Disetujui:
31 Agustus 2026

Keyword
Added value;
Bioactive;
Green coffee;
Nutrition

ABSTRACT

Green coffee extract powder is a coffee downstream product that contains natural bioactive compounds and has high economic value. This study aims to analyze the mass balance of the green coffee extract powder production process, evaluate its nutritional value, and analyze the value added from the transformation of raw coffee beans into coffee bean extract powder. This study was conducted in three main stages: the production process and determination of the mass balance, measurement of nutritional aspects, and calculation of value added. The research results are presented in tables and figures. The data were analyzed using descriptive quantitative methods. The mass balance analysis results showed that the Microwave-Assisted Foam Mat Drying (MFD) technology yielded a yield of 12,156%, and the lowest efficiency value was obtained during the extract drying process, at 0,12 (12%). Chemical analysis and nutritional value conversion revealed that at the smallest serving size (5 g), green coffee extract powder contributes to daily nutritional requirements for total energy at 1% of the Recommended Daily Allowance (RDA), protein at 1% RDA, fat at 0% RDA, and carbohydrates at 1% RDA. Green coffee extract powder contains components with antioxidant properties, namely chlorogenic acid and phenolic compounds at 3,353% and 29,10 mg GAE/g. Based on the results of the value-added analysis, it was found that the value added generated was Rp. 263.124, while the value-added ratio was 57,64%. The results of the study indicate that green coffee extract powder has the potential to be developed as a functional food with low calories and high value-added.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

[*] Penulis korespondensi
Email : yuliwitono.ftp@unej.ac.id
DOI 10.21107/agrointek.v20i3.34996

PENDAHULUAN

Kopi hijau merupakan biji kopi yang tidak melalui penyangraian, sehingga mengandung komponen bioaktif yang tinggi. Komponen bioaktif tersebut termasuk golongan senyawa fenolik, di antaranya asam klorogenat yang berperan sebagai sumber antioksidan alami. Berdasarkan penelitian (Badmos and Kuhnert 2025), diketahui bahwa asam klorogenat kopi hijau mencapai 5,1–14,4%, sedangkan kopi sangrai mencapai 2–3% tergantung pada tingkat penyangraian. Oleh karena itu, kopi hijau berpotensi besar untuk dijadikan sebagai bahan baku produk agroindustri, baik pangan maupun nonpangan, khususnya pangan fungsional. Akan tetapi, pemanfaatan kopi hijau masih didominasi dalam bentuk ekstrak atau biji, sementara konsumen menginginkan manfaat kesehatan dalam bentuk yang cepat saji. Dengan demikian, diperlukan inovasi produk yang lebih praktis dan bernilai ekonomi melalui pengolahan menjadi serbuk ekstrak kopi hijau instan melalui teknologi pengeringan yang sesuai. Salah satunya adalah dengan penerapan teknologi *Microwave-Assisted Foam Mat Drying* (MFD).

Microwave-Assisted Foam Mat Drying (MFD) akan mengubah ekstrak cair menjadi serbuk instan dengan proses pembusaan yang dikombinasikan dengan pengeringan *microwave*. Pengolahan serbuk ekstrak kopi hijau dengan MFD melibatkan rangkaian tahapan proses, yakni ekstraksi, pencampuran, pembusaan, pengeringan, dan pengecilan ukuran. Tahapan tersebut dapat menyebabkan perubahan jumlah massa selama proses pengolahan. Untuk memastikan proses berjalan efisien, pendekatan teknis melalui neraca massa menjadi hal yang penting. Perhitungan neraca massa berperan dalam mengidentifikasi aliran bahan pada setiap tahapan secara kuantitatif. Selain itu, nilai rendemen yang dihasilkan dan kehilangan bahan tiap proses dapat diidentifikasi. Penentuan rendemen berbasis perh

Hitungan neraca massa dilakukan oleh beberapa peneliti, di antaranya pada produksi glukomanan, asap cair, pewarna alami daun sawi, dan *virgin coconut oil* (Kunarto and Larasati 2025a; Putranto and Pramesti 2020; Ermawati and Wiyono 2022; Astuti et al. 2026). Adanya perhitungan neraca massa yang akurat dapat mengevaluasi efisiensi konversi bahan baku, sehingga risiko ketidakstabilan mutu dan tingginya biaya produksi dapat diantisipasi.

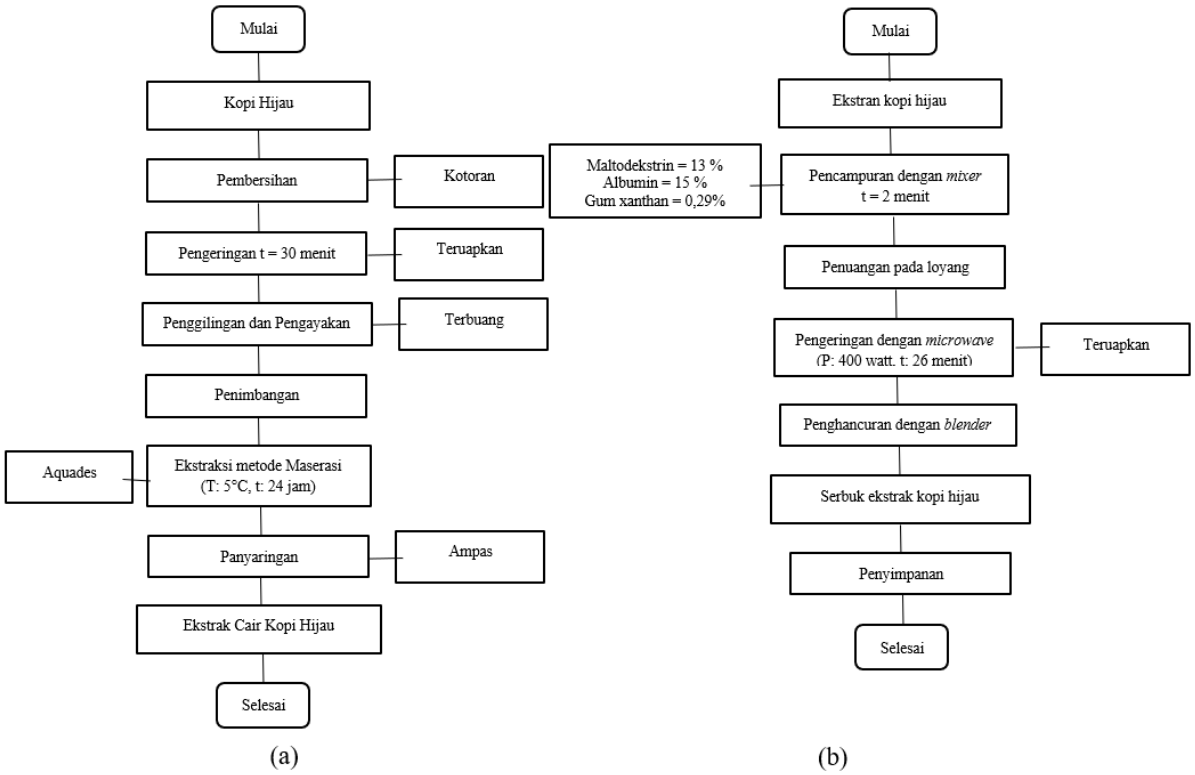
Mutu produk kopi hijau dapat diidentifikasi dengan adanya komponen aktif dan aspek gizi yang terkandung di dalamnya. Transparansi dalam bentuk informasi nilai gizi menjadi sangat krusial bagi konsumen yang mencari manfaat kesehatan serbuk kopi hijau, sehingga diperlukan pencantuman Informasi Nilai Gizi (ING) pada label kemasan. ING menginformasikan gambaran kandungan zat gizi sebagai pelengkap informasi kandungan senyawa bioaktif pada produk, serta dapat memastikan kebutuhan energi atau jumlah kalori dan unsur gizi lainnya yang diperlukan konsumen. Selain itu, adanya ING mencerminkan kualitas produk yang dapat meningkatkan persepsi nilai produk, sehingga berpotensi meningkatkan daya saing dan harga jual yang berimplikasi secara langsung pada peningkatan nilai tambah bagi agroindustri. Selaras dengan hal tersebut, hasil penelitian Prawira et al. (2016), menunjukkan bahwa frekuensi pembacaan ING berkorelasi positif dengan keputusan pembelian suatu produk. Semakin sering membaca label kemasan ING, kecenderungan untuk mengambil keputusan membeli produk semakin besar.

Nilai tambah adalah upaya peningkatan nilai ekonomi melalui transformasi bahan mentah menjadi bahan setengah jadi ataupun barang jadi. Dari sisi ekonomi, transformasi biji kopi menjadi serbuk ekstrak instan merupakan salah satu cara yang baik untuk meningkatkan pendapatan sektor hulu komoditas kopi. Melalui analisis nilai tambah, secara matematis dapat dibuktikan seberapa besar keuntungan ekonomi dalam transformasi bahan mentah menjadi produk bernilai tinggi pada segmen pasar tertentu. Namun demikian, penelitian yang menganalisis neraca massa, nilai gizi, dan nilai tambah pada produksi serbuk ekstrak kopi hijau masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk memberikan informasi yang terpadu terkait efisiensi proses produksi, nilai gizi, dan nilai tambah yang dihasilkan dari pengolahan serbuk ekstrak kopi hijau melalui teknologi MFD.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yakni biji kopi robusta dari Kabupaten Jember. Bahan penunjang meliputi akuades, maltodekstrin, putih telur, gum xanthan; selain itu, bahan analisis kimia untuk proksimat, asam klorogenat, dan total fenol. Peralatan yang digunakan meliputi *microwave*, *grinder*, *mixer*, dan peralatan gelas.



Gambar 1 Alur proses: (a) pembuatan ekstrak kopi hijau, (b) pembuatan serbuk ekstrak kopi hijau

Proses Produksi Serbuk Ekstrak Kopi Hijau

Proses ini diawali dengan ekstraksi serbuk kopi dengan rasio 1:10 dalam botol gelap menggunakan metode *cold brew*. Ekstrak dipisahkan dari endapannya menggunakan kain saring. Ekstrak dibusakan dengan campuran putih telur 15%, maltodekstrin 13%, dan gum xanthan 0,29%. Busa dikeringkan dengan *microwave*, kemudian dilakukan pengecilan ukuran dan pengemasan. Diagram alir pembuatan ekstrak dan serbuk ekstrak kopi hijau dapat dilihat pada Gambar 1.

Prosedur Analisis

Tahapan analisis neraca massa dilakukan dengan menghitung *input-output* proses secara langsung (Putranto and Pramesti 2020); selain itu, ditentukan rendemen (Witono et al. 2021), dan efisiensi prosesnya (Hadiyarti et alet al.,. 2018). Tahapan analisis nilai gizi dilakukan dengan pengukuran proksimat untuk penentuan kadar protein, kadar lemak, dan kadar karbohidrat (AOAC, 2019); selain itu, dilengkapi dengan pengukuran asam klorogenat (modifikasi SNI 01-3542-2004) dan total fenol (Marjoni and Novita 2015). Tahapan analisis nilai tambah dilakukan dengan penggandaan skala, desain prototipe, dan penentuan rasio nilai tambah (Hayami et al. 1987).

Analisis Data

Data yang diperoleh berupa neraca massa, nilai gizi, dan nilai tambah. Hasil penelitian disajikan dalam tabel dan gambar. Data hasil perhitungan dianalisis secara deskriptif kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Neraca Massa

Analisis neraca massa berperan penting dalam menentukan rendemen pada proses pengolahan. Hasil perhitungan menunjukkan kesesuaian antara massa masuk dan massa keluar pada setiap tahapan proses, sehingga memenuhi prinsip neraca massa dalam suatu sistem (Kumalasari and Dewi 2025). Kondisi tersebut sejalan dengan hukum konservasi massa yang menyatakan bahwa massa tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, melainkan hanya mengalami perubahan bentuk, komposisi, atau perpindahan lokasi selama proses berlangsung (Nisak et al. 2014). Hasil perhitungan neraca massa pada produksi ekstrak kopi hijau disajikan pada Tabel 1.

Neraca massa pada proses pembuatan ekstrak kopi hijau menunjukkan bahwa bahan

baku awal berupa kopi hijau sebanyak 22,22 g mengalami beberapa tahapan pengolahan sebelum menghasilkan ekstrak cair. Tahap pembersihan menghasilkan kopi hijau bersih sebanyak 21,78 g dengan kehilangan massa berupa kotoran sebesar 0,44 g. Pengeringan dilakukan untuk menurunkan kadar air bahan sehingga stabilitas penyimpanan meningkat (Dhamayanthie 2022). Tahap pengeringan menurunkan massa bahan menjadi 18,51 g akibat penguapan air sebanyak 3,27 g. Bahan yang telah kering kemudian mengalami proses penggilingan dan pengayakan guna menghasilkan ukuran partikel yang lebih seragam (Amalina et al. 2023). Penggilingan dan pengayakan menghasilkan serbuk ekstrak kopi hijau sebanyak 16,67 g, sedangkan fraksi yang terbuang selama proses sebesar 1,85 g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengurangan massa terbesar terjadi pada tahap pengeringan karena pelepasan kandungan air dari bahan.

Ekstraksi dilaksanakan menggunakan metode maserasi dengan pelarut akuades untuk melarutkan senyawa bioaktif yang terkandung dalam kopi hijau (Aryanti et al. 2025). Tahap ekstraksi dilakukan menggunakan 16,67 g serbuk ekstrak kopi hijau dan 167 mL akuades sehingga menghasilkan campuran ekstraksi sebesar 183,67 g. Nilai tersebut menunjukkan kesesuaian antara total massa *input* dan *output* selama proses ekstraksi (Kumalasari et al. 2025). Penyaringan kemudian memisahkan campuran menjadi ekstrak cair dan ampas padat. Hasil akhir berupa ekstrak kopi hijau sebesar 100 g, sedangkan ampas yang dihasilkan mencapai 83,67 g. Kesetimbangan massa pada tahap penyaringan tetap terjaga karena total massa output sebesar 183,67 g sama dengan massa input. Proses selanjutnya adalah pembuatan serbuk ekstrak kopi hijau melalui teknologi *microwave,* neraca massa pembuatan serbuk ekstrak kopi hijau dapat dilihat pada Tabel 2.

Neraca massa pada produksi serbuk ekstrak kopi hijau diawali dengan penggunaan 100 mL ekstrak kopi hijau sebagai bahan utama. Penambahan maltodekstrin sebanyak 13 g, albumin sebanyak 15 g, dan gum xanthan sebanyak 0,29 g menghasilkan campuran homogen dengan massa total 128,29 g. Tahap pencampuran bertujuan menghasilkan sistem yang homogen sehingga seluruh komponen terdistribusi secara merata dalam larutan (Hossain et al. 2024). Massa campuran tersebut menjadi bahan baku yang digunakan pada kedua metode pengeringan, sehingga kondisi awal proses dapat dibandingkan secara langsung. Kesetimbangan massa pada tahap pencampuran menunjukkan bahwa seluruh bahan tambahan berhasil terdispersi dalam ekstrak tanpa adanya kehilangan massa selama proses homogenisasi.

Tabel 1 Neraca massa ekstrak kopi hijau

No.	Proses	*Input*	*Output*
1.	Persiapan bahan	Kopi hijau = 22,22 g	Kopi hijau = 22,22 g
	Total	22,22 g	22,22 g
2.	Pembersihan	Kopi hijau = 22,22 g	Kopi hijau = 21,78 g Kotoran = 0,44 g
	Total	22,22 g	22,22 g
3.	Pengeringan	Kopi hijau = 21,78 g	Kopi hijau = 18,51 g Teruapkan = 3,27 g
	Total	21,78 g	21,78 g
4.	Penggilingan dan pengayakan	Kopi hijau = 18,52 g	Bubuk Kopi hijau = 16,67 g Terbuang = 1,85 g
	Total	18,52 g	18,52 g
5.	Ekstraksi metode maserasi	Kopi hijau = 16,67 g Aquades = 167 g	Ekstrak kopi hijau = 183,67 g
	Total	183,67 g	183,67 g
6.	Penyaringan	Ekstrak = 183,67 g	Ekstrak = 100 g Ampas = 83,67 g
	Total	183,67 g	183,67 g

Tabel 2 Neraca massa serbuk ekstrak kopi hijau teknologi *microwave*

No.	Proses	*Input*	*Output*
1.	Persiapan bahan	Ekstrak = 100 g	Ekstrak = 100 g
	Total	100 g	100 g
2.	Pencampuran (*mixer*)	Ekstrak = 100 g Maltodekstrin = 13 g Albumin = 15 g Gum xanthan = 0,29 g	Pembusaan = 128,290 g
	Total	128,290 g	128,290 g
3.	Pengeringan	Pembusaan = 128,290 g	Serbuk = 15,595 g Teruapkan = 112,695 g
	Total	128,290 g	128,290 g
4.	Penghalusan	Serbuk = 15,595 dan 14,289 g	Serbuk = 15,595 g
	Total	15,595 g dan 14,289 g	15,595 g
	Rendemen		12,156%

Tabel 3 Efisiensi proses pengolahan serbuk ekstrak kopi hijau

Proses	Efisiensi Proses (100%)
Pembersihan	0,98
Pengeringan	0,85
Penggilingan dan Pengayakan	0,90
Penimbangan	1,00
Ekstraksi (Maserasi)	1,00
Penyaringan	0,54
Pencampuran	1,00
Pengeringan (*Microwave*)	0,12
Penghancuran	1,00

Pengeringan dilakukan dengan teknologi *microwave-assisted foam mat drying* (MFD) untuk mengubah campuran cair menjadi bahan kering dengan kadar air yang lebih rendah (Dhamayanthie 2022). Penurunan kadar air berperan dalam meningkatkan stabilitas produk, menghambat kerusakan selama penyimpanan, serta memperpanjang umur simpan (Triyanti et al. 2025). Teknologi MFD menghasilkan serbuk ekstrak kopi hijau rendemen sebesar 12,156% atau sebanyak 15,595 g dengan massa yang menguap sebesar 112,695 g. Tahap penghalusan tidak menyebabkan perubahan massa, sehingga jumlah serbuk yang diperoleh tetap sama dengan hasil pengeringan. Neraca massa pada kedua teknologi menunjukkan bahwa total massa input sebesar 128,29 g seimbang dengan total massa output berupa serbuk dan komponen yang menguap, sehingga prinsip konservasi massa tetap terpenuhi selama proses produksi serbuk ekstrak kopi hijau (Kumalasari et al. 2025).

Efisiensi menunjukkan tingkat pemanfaatan sumber daya tanpa adanya pemborosan dalam proses produksi. Nilai efisiensi yang tinggi mencerminkan penggunaan bahan baku yang minimal untuk menghasilkan *output* yang maksimal. Menurut Hadiyarti et al.et al. (2018), efisiensi optimal dicapai ketika nilainya mencapai 1 atau 100%, yang menunjukkan seluruh sumber daya dimanfaatkan secara efektif. Efisiensi proses pengolahan serbuk ekstrak kopi hijau dengan teknologi MFD dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai efisiensi terendah ditemukan pada proses pengeringan ekstrak sebesar 0,12 (12%). Rendahnya nilai tersebut disebabkan oleh penguapan air yang tinggi selama proses pengeringan sehingga massa produk akhir yang diperoleh jauh lebih rendah dibandingkan massa bahan awal (Ermawati and Wiyono 2022).

Informasi Nilai Gizi (ING)

Perhitungan AKG serbuk ekstrak kopi hijau didasarkan pada hasil uji laboratorium pada aspek kimia, yakni komponen gizi. Komponen gizi tersebut adalah kadar protein, kadar lemak, dan kadar karbohidrat. Penetapan AKG bertujuan untuk menginformasikan jumlah zat gizi tiap

sajian. Hasil perhitungan AKG dan desain kemasan serbuk ekstrak kopi hijau disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa takaran 5 g dan 10 g memberikan energi total sebesar 0 kkal, sedangkan takaran saji 15 g memberikan energi sebesar 50 kkal. Hal ini menunjukkan bahwa produk serbuk ekstrak kopi hijau bukan sumber energi dan dikategorikan sebagai nol kalori atau rendah kalori, sehingga menjadikannya ideal untuk mendukung program diet. Hal ini sesuai dengan peraturan BPOM yang menetapkan bebas kalori atau nol kalori untuk produk dengan kandungan energi kurang dari 4 kkal per sajian (BPOM, 2022). Menurut Herbold and Edelstein (2011), penggolongan kalori untuk energi total berdasarkan diet 2000 kalori yakni rendah (40 kkal), sedang (100 kkal), dan tinggi (100 kkal). Kelebihan kalori dikaitkan dengan kelebihan berat badan atau obesitas.

Serbuk ekstrak kopi hijau mengandung makronutrien berupa protein. Menurut Acuan Label Gizi (ALG) yang ditetapkan oleh BPOM, diketahui bahwa acuan kecukupan protein harian masyarakat umum sebesar 60 gram per hari berbasis 2150 kkal (BPOM RI, 2016). Hasil perhitungan pada takaran saji 5 g serbuk ekstrak kopi hijau menyumbang 1 g protein (2% AKG), sedangkan pada takaran saji 15 g dapat memenuhi 3 g protein yang setara dengan 5% AKG. Peningkatan jumlah takaran saji memperbesar sumbangan serbuk ekstrak kopi hijau dalam pemenuhan ambang batas kecukupan gizi secara linier. Selain itu, kecukupan protein dari serbuk ekstrak kopi hijau dapat mencegah penyusutan massa otot bagi individu yang menjalani diet pembatasan kalori, sehingga berat badan yang berkurang murni berasal dari massa lemak. Oleh karena itu, serbuk ekstrak kopi hijau dapat menunjang program diet agar optimal dan pemeliharaan jaringan otot.

Tabel 4 Perhitungan AKG serbuk ekstrak kopi hijau

Zat Gizi	Kandungan			% AKG		
	Porsi 5 g	Porsi 10 g	Porsi 15 g	Porsi 5 g	Porsi 10 g	Porsi 15 g
Energi total	15 kkal	35 kkal	50 kkal	1%	2%	2%
Protein	1 g	1 g	2 g	1%	2%	3%
Lemak	0 g	0 g	0 g	0%	0%	0%
Karbohidrat	4 gr	7 g	11 g	1%	2%	3%



(a) (b) (c)

Gambar 2 Prototipe: (a) serbuk kopi hijau, (b) label kemasan, (c) rancangan kemasan

Tabel 5 Hasil perhitungan nilai tambah metode Hayami

No	Variabelle	Nilai
I. *Input*, *Output*, dan Harga		
1	*Output* (kg/hari)	1,450337
2	*Input* (kg/hari)	2,066667
3	Tenaga kerja (HOK/hari)	5
4	Faktor konversi	0,701775
5	Koefisien tenaga kerja	2,419355
6	Harga *output* (Rp/kg)	650.461
7	Upah rata-rata (Rp)	69.000
II. Penerimaan Dan Keuntungan		
8	Harga bahan baku (Rp/kg)	135.902
9	Sumbangan *input* lain (Rp/kg)	57.452
10	Nilai *Output* (Rp/kg)	456.478
11	a. Nilai tambah (Rp/kg)	263.124
	b. Rasio nilai tambah (%)	57,64%
12	a. Imbalan tenaga kerja (Rp)	166.935
	b. Bagian tenaga kerja (%)	63,44%
13	a. Keuntungan (Rp)	96.188
	b. Tingkat Keuntungan (%)	21,07%
III. Balas Jasa Pemilik Faktor Produksi		
14	Marjin (Rp/Kg)	320.576
	Pendapatan tenaga kerja (%)	52,07%
	Sumbangan *Input* Lain (%)	17,92%
	Keuntungan Perusahaan (%)	30,00%

Hasil analisis proksimat serbuk ekstrak kopi hijau menunjukkan nilai kadar lemak yang rendah. Acuan Label Gizi (ALG) oleh BPOM menetapkan bahwa acuan kecukupan lemak harian untuk umum berbasis diet 2150 kkal sebesar 67 g per hari (BPOM RI, 2016). Hasil perhitungan pada takaran saji 5 g serbuk ekstrak kopi hijau menyumbang 0,1 g lemak, takaran saji 10 g menyumbang 0,19 g lemak, dan porsi 15 g menyumbang 0,29 g lemak. Ketika takaran saji serbuk ekstrak kopi hijau secara matematis memiliki kontribusi kurang dari 1 % terhadap Angka Kecukupan Lemak (AKL) harian, maka dalam penulisan label Informasi Nilai Gizi (ING) dibulatkan menjadi 0% AKL. Dengan demikian, rendahnya lemak pada produk ini dapat memberikan keuntungan dalam manajemen diet rendah lemak ataupun pembatasan kalori untuk penurunan berat badan individu. Menurut Almatsier (2009), lemak memiliki densitas energi tertinggi, yakni 9 kkal per gram, sehingga kecilnya kadar lemak pada produk dapat membantu konsumen mengontrol asupan kalori untuk mencegah surplus energi.

Karbohidrat merupakan komponen makronutrien terbesar dalam serbuk ekstrak kopi hijau yang dapat dijadikan sebagai sumber energi utama. Berdasarkan Acuan Label Gizi (ALG) oleh BPOM, ditetapkan bahwa acuan kecukupan karbohidrat harian untuk umum berdasarkan diet 2150 kkal sebesar 325 g per hari (BPOM RI, 2016). Hasil perhitungan pada takaran saji 5 g serbuk ekstrak kopi hijau menyumbang 3,08 g karbohidrat (1% AKG), takaran saji 10 g menyumbang 6,16 g karbohidrat (2% AKG), dan takaran saji 15 g dapat memenuhi hingga 9,24 g karbohidrat yang setara dengan 3% AKG. Dengan demikian, diketahui bahwa produk ini memberikan beban karbohidrat yang kecil bagi tubuh, sehingga dapat mendukung diet pembatasan kalori.

Komponen aktif sebuk ekstrak kopi hijau juga dianalisis pada penelitian ini. Komponen

aktif tersebut adalah senyawa fenolik dan asam klorogenat yang berperan sebagai antioksidan. Hasil pengukuran senyawa fenolik dan asam klorogenat serbuk ekstrak kopi hijau sebesar 29,10 mg GAE/g dan 3,353%. Hasil tersebut mengkonfirmasi bahwa transformasi biji kopi menjadi serbuk ekstrak dengan foam mat drying dapat mempertahankan komponen aktif yang ada pada kopi hijau. Penelitian Sunarharum et al. (2019) dan Purwoko et al. (2022), menginformasikan bahwa total fenol dan kadar asam klorogenat biji kopi sebesar 68,72 mg GAE/g dan ±4,5-6,2%, sedangkan total fenol serbuk ekstrak kopi hijau dengan spray drying sebesar 19,63–61,00 mg GAE/g (Perdani et al. 2020). Menurut Bastian et al. (2021), tingginya aktivitas antioksidan kopi sangat dipengaruhi oleh kandungan total fenolik biji kopi sebelum proses pengolahan. Hasil penelitian Mehaya and Mohammad (2020), menunjukkan bahwa asam klorogenat kopi robusta menurun seiring dengan peningkatan suhu dan lama pemanasan.

Analisis Nilai Tambah

Scale-Up

Produksi skala kecil menggunakan 22,22 g kopi hijau untuk menghasilkan 100 mL ekstrak kopi hijau. Formulasi produk memerlukan bahan pembantu berupa 13 g maltodekstrin, 0,29 g gum xanthan, dan 15 g albumin, serta 167 mL akuades sebagai pelarut ekstraksi. Hasil pengolahan menghasilkan serbuk ekstrak kopi hijau sebesar 15,595 g. Peningkatan kapasitas ke skala industri dilakukan berdasarkan faktor pembesaran yang ditetapkan pada masing-masing teknologi dan asumsi kapasitas operasi harian Johnstone and Thring (1957) dalam Bakar and Dirpan (2022).

Produksi serbuk ekstrak kopi hijau dengan teknologi MFD mampu melakukan 9 siklus produksi per hari yang berlangsung berulang dalam jam kerja 8 jam per hari. Berdasarkan asumsi tersebut, diperlukan 2.066,6 g kopi hijau untuk menghasilkan 9.300 mL ekstrak, dengan kebutuhan 1.209 g maltodekstrin, 26,97 g gum xanthan, 1.395 g albumin, dan 15.500 mL akuades, sehingga diperoleh 1.450,313 g serbuk ekstrak kopi hijau dalam 1 hari produksi.

Prototipe Produk

Produk serbuk ekstrak kopi hijau memiliki karakter mudah larut saat diseduh. Karakteristik tersebut diperoleh melalui proses *foam mat drying* yang menggunakan ekstrak kopi hijau sebagai bahan utama dan gum xanthan sebagai bahan tambahan (Kunarto and Larasati 2025b). Penggunaan ekstrak menghasilkan produk yang larut tanpa meninggalkan ampas, sehingga meningkatkan kenyamanan konsumsi dan mendukung potensi komersialisasi produk. Visualisasi serbuk ekstrak kopi hijau berwarna kehijauan. Keberadaan pigmen klorofil berperan dalam pembentukan warna hijau pada bahan pangan serta dapat menjadi indikator terjaganya karakteristik bahan selama proses pengolahan. Karakteristik fisik tersebut menjadi dasar dalam pengembangan produk, termasuk pada tahap perancangan prototipe kemasan. *Prototyping* adalah tahap pembuatan model awal yang bertujuan memberikan gambaran mengenai produk sebelum diproduksi secara penuh (Hubert 2024). Prototipe kemasan awal berfungsi sebagai rancangan percobaan yang menampilkan bentuk, ukuran, bahan, serta desain kemasan produk. Rancangan awal kemasan serbuk ekstrak kopi hijau yang dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 2.

Produk serbuk ekstrak kopi hijau dirancang menggunakan kemasan berkapasitas 100 g sehingga dari produksi 1,4 kg per hari dapat dihasilkan 14 kemasan. Kemasan yang dipilih berupa *standing pouch* aluminium foil karena mampu melindungi produk dari cahaya, udara, dan kelembapan, sehingga kualitas serta stabilitas produk tetap terjaga (Aini et al. 2024). Penggunaan *standing pouch* juga memberikan kemudahan penyimpanan, tampilan yang lebih menarik, serta fitur *ziplock* yang membantu menjaga higienitas dan memperpanjang umur simpan setelah kemasan dibuka.

Nilai Tambah

Analisis nilai tambah terdiri dari tiga komponen. Komponen pertama yakni input, output, dan harga. Komponen kedua adalah penerimaan dan keuangan, serta komponen terakhir adalah balas jasa pemilik faktor produksi (Yosifani et al. 2021). Perhitungan nilai tambah teknologi *microwave* dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil analisis metode Hayami menunjukkan bahwa teknologi MFD menghasilkan nilai tambah Rp 263.124/kg dengan rasio nilai tambah 57,64%. Teknologi MFD mampu meningkatkan nilai ekonomi bahan baku secara efektif. Nilai tambah yang tinggi dipengaruhi oleh biaya bahan baku dan sumbangan *input* lain yang lebih rendah selama proses produksi. Nilai tambah

dikategorikan sedang jika rasio nilai tambah berada pada kisaran 15–40%, sedangkan rasio nilai tambah yang melebihi 40% termasuk dalam kategori tinggi (Mardesci et al. 2021). Berdasarkan klasifikasi tersebut, teknologi MFD termasuk dalam kategori nilai tambah tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa teknologi MFD memberikan kemampuan untuk menciptakan nilai tambah dari pengolahan biji kopi menjadi serbuk ekstrak kopi hijau.

Nilai *output* yang dihasilkan mencapai Rp 456.478/kg dari penggunaan bahan baku senilai Rp 135.902/kg dengan tambahan biaya input lain sebesar Rp 57.452/kg. Tingginya nilai *output* menunjukkan bahwa proses pengolahan mampu meningkatkan nilai jual produk secara substansial. Faktor konversi sebesar 0,701775 mengindikasikan bahwa setiap 1 kg bahan baku menghasilkan sekitar 0,70 kg produk akhir yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi.

Imbalan tenaga kerja mencapai Rp 166.935/kg atau 63,44% dari nilai tambah yang terbentuk. Keuntungan perusahaan tercatat sebesar Rp 96.188/kg dengan tingkat keuntungan 21,07%. Margin yang diperoleh sebesar Rp 320.576/kg, dengan distribusi 52,07% untuk tenaga kerja, 17,92% untuk sumbangan *input* lain, dan 30,00% sebagai keuntungan perusahaan. Hasil tersebut menegaskan bahwa teknologi MFD mampu memberikan nilai tambah tinggi, menghasilkan keuntungan yang baik bagi perusahaan, serta memberikan kontribusi ekonomi yang besar bagi tenaga kerja.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan analisis neraca massa diketahui bahwa rendemen yang dihasilkan pada proses produksi serbuk ekstrak kopi hijau sebesar 12,156% dengan nilai efisiensi terendah pada proses pengeringan dan penyaringan ekstrak, yakni 0,12 (12%) dan 0,54 (54%). Hasil analisis kimia dan konversi nilai gizi diketahui bahwa pada takaran saji terkecil (5 g) pada label untuk Informasi Nilai Gizi (ING) serbuk ekstrak kopi hijau berkontribusi terhadap pemenuhan gizi harian untuk energi total sebesar 1% AKG, protein 1% AKG, lemak 0% AKG, dan karbohidrat 1% AKG. Serbuk ekstrak kopi hijau mengandung komponen yang bersifat sebagai antioksidan, yakni senyawa fenolik dan asam klorogenat sebesar 29,10 mg GAE/g dan 3,353%. Berdasarkan hasil analisis nilai tambah diketahui bahwa nilai tambah (Rp/kg) yang dihasilkan sebesar Rp. 263.124,-, sedangkan rasio nilai tambahnya sebesar 57,64% dengan tingkat keuntungan 21,07%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Ilmu Pengetahuan, dan Teknologi (KEMDIKTISAINTEK) atas dukungan pendanaan melalui program “Beasiswa Penyelesaian Program Doktor Dalam Negeri Tahun 2025” yang mendukung penyelesaian disertasi ini. Harapan penulis, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, pendidikan, serta kemajuan masyarakat dan bangsa.

DAFTAR PUSTAKA

Aini, N., S. Gumaran, and N. Wayan Arya Utari. 2024. Pendugaan Umur Simpan Kopi Bubuk Arabika Java Preanger Dengan Metode Aslt Model Arrhenius. Journal of Agribusiness and Agrotechnology 3 niwayan.utari@tbs.itera.ac.id 5(1).

Amalina, A. N., T. Y. T. Lejap, and U. Luthfiah. 2023. Pengaruh Lama Waktu Penggilingan Beras dan Jenis Ayakan terhadap Nilai Rendemen Tepung Beras. Journal of Innovative Food Technology and Agricultural Product:14–17. https://doi.org/10.31316/jitap.vi.5767

Annisa Rahma Aryanti, Made Helen Susanti, Anjar Hermadi Saputro, Herayati, Indah Puspita Sari, and I. Syahjoko Saputra. 2025. Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi, Sokletasi, Dan Sonikasi Terhadap Nilai Rendemen Ekstrak Rimpang Kunyit (Curcuma Longa L.). Journal of Chemistry Sciences and Education 2(01):1–9. https://doi.org/10.69606/jcse.v2i01.237

Astuti, N. P., M. A. Ferdian, L. H. Rahman, U. P. Andini, H. Jebarut, and K. I. T. Firdausy. 2026. Analisis Neraca Massa Proses Pembuatan Virgin coconut oil dari Santan Menggunakan Metode Pemanasan (Hot Process). JURNAL GREEN HOUSE 4(2):1–14. https://doi.org/10.63296/jgh.v4i2.61

Badmos, S., and N. Kuhnert. 2025. Stability and degradation of chlorogenic acids in green and roasted coffee beans during long-term storage. Food Research International 220.

https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.117031

Bakar Tawali, A., and A. Dirpan. 2022. Scale Up Produksi Tepung Premix Otak-Otak Berbasis Surimi pada Usaha Kecil. Journal of Agro-industry Engineering Research (JAIER) 1(6):2022.

Bastian, F., O. S. Hutabarat, A. Dirpan, F. Nainu, H. Harapan, T. Bin Emran, and J. Simal-Gandara. 2021. From Plantation to Cup: Changes in Bioactive Compounds during Coffee Processing. Foods 10(11):2827. https://doi.org/10.3390/foods10112827

Dhamayanthie, I. 2022. Analisis Metode Pengurangan Kadar Air pada Biji Kopi. Jurnal Pendidikan Tambusai 6(2).

Ermawati, D., and A. E. Wiyono. 2022. *Analisis Neraca Massa Pada Pembuatan Serbuk Pewarna Alami Daun Sawi (Brassica rapa var. parachinensis L.) (Mas Blance Analysis in Making Natural Coloring Powder for Murtard Leaves (Brassica rapa var. parachinensis L.)*. *JOFE : Journal of Food Engineering | E-ISSN*.

Hayami, Y., T. Kawagoe, Y. Morooka, and M. Siregar. 1987. *Agricultural Marketing and Processing in Upland Java A Perspective From A Sunda Village*.

Hossain, M. A., T. Ahmed, J. Ferdaus, and W. Zzaman. 2024. Optimization of the foam-mat drying process to develop high-quality tomato powder: A response surface methodology approach. Heliyon 10(21). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39811

Hubert, V. 2024. Perancangan dan Pencetakan Prototype Produk Ragum Mini Portabel dengan Rahang Kayu Menggunakan 3D Printing. TALENTA Conference Series: Energy and Engineering.

Kumalasari, D., and D. A. P. Dewi. 2025. Mass Balance and Yield Analysis of Apple (Malus sylvestris) Cider Drink Production in Batu City. AJARCDE (Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment) 9(2):466–470. https://doi.org/10.29165/ajarcde.v9i2.749

Kunarto, B., and D. Larasati. 2025a. Karakteristik Serbuk Instan Cascara Arabica Menggunakan Bulking Agent Gum Arab Metode Foam Mat Drying. Jurnal Agroindustri 15(2):201–212. https://doi.org/10.31186/jagroindustri.15.2.201-212

Kunarto, B., and D. Larasati. 2025b. Karakteristik Serbuk Instan Cascara Arabica Menggunakan Bulking Agent Gum Arab Metode Foam Mat Drying. Jurnal Agroindustri 15(2):201–212. https://doi.org/10.31186/jagroindustri.15.2.201-212

Mardesci, H., N. Nazir, and R. Ampuh Hadiguna. 2021. Analysis of Value-Added and Calculation of Production Cost in the Production of Processed Coconut Product. 11(2).

Marjoni, M. R., and A. Devi Novita. 2015. *Kandungan Total Fenol Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air Daun Kersen (Muntingia calabura L.)*. *Jurnal Kedokteran YARSI*.

Mehaya, F. M., and A. A. Mohammad. 2020. Thermostability of bioactive compounds during roasting process of coffee beans. Heliyon 6(11):e05508. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05508

Nisak, H., Wignyanto, and Nur Lailatul Rahmah. 2014. Ekstraksi Melati Putih Menggunakan Teknologi Kejut Listrik Terhadap Mutu Minyak Atsiri Concrete (Kajian Rasio Bahan Baku, Pelarut Heksana, Dan Lama Kejutan Listrik). Jurnal Industria 3(1).

Perdani, C. G., T. A. Prihardhini, and D. Pranowo. 2020. Optimization of Microencapsulation Process of Green Coffee Extract With Spray Drying Method as a Dietary Supplement. Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal) 36(1). https://doi.org/10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v36i1.412

Prawira, K. I., P. Y. Prawira, H. Wijaya, and E. Prangdimurti. 2016. Korelasi Informasi Nilai Gizi terhadap Keputusan Pembelian Biskuit dan Kukis oleh Konsumen Jakarta dan Sekitarnya. Jurnal Mutu Pangan 3(2):138–144.

Purwoko, T., S. Suranto, R. Setyaningsih, and S. D. Marliyana. 2022. Chlorogenic acid and caffeine content of fermented robusta bean. Biodiversitas Journal of Biological Diversity 23(2). https://doi.org/10.13057/biodiv/d230231

Putranto, A. W., and F. Pramesti Puspaningarum. 2020. Analisis Neraca Massa Dan Senyawa

Kimia Asap Cair Grade C Menggunakan Cyclone Separator. Jurnal Teknologi Pertanian 21(2).

Sunarharum, W. B., S. S. Yuwono, and O. F. Aziza. 2019. Study on the effect of roasting temperature on antioxidant activity of early-roasted Java coffee powder (Arabica and Robusta). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics Publishing.

Triyanti, S. B., F. P. Lestari, P. A. N. Fitriana, H. R. Rostiana, D. D. Silalahi, T. D. Syalsabina, R. Y. Putri, and I. S. Saputra. 2025. Pengaruh Metode Ekstraksi Maserasi, Sonikasi, dan Sokletasi Terhadap Nilai Rendemen Sampel Kulit Buah Naga (Hylocereus polyrhizus). Jurnal Sains dan Edukasi Sains 8(1):71–78. https://doi.org/10.24246/juses.v8i1p71-78

Witono, Y., A. D. Masahid, M. Belgis, and Z. A. Rizky. 2021. The Optimization of Catfish Smart Flavor Production by Biduri and Papain Enzymatic Hydrolysis. International Journal on Food, Agriculture and Natural Resources 2(3):20–23. https://doi.org/10.46676/ij-fanres.v2i3.46

Yosifani, D. Y., R. Satriani, and D. D. Putri. 2021. Nilai Tambah Kedelai Menjadi Tahu Kuning Dan Faktor-Faktor Yang Memengaruhinya. SEPA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis 18(1):101. https://doi.org/10.20961/sepa.v18i1.47688