

Kandungan flavonoid, α -Tokoferol, aktivitas antioksidan pada *food bar* tepung mocaf, tepung daun kelor, dan tepung ikan kembung sebagai potensi antihipertensi

Flavonoid, α -Tocopherol content, antioxidant activity of food bars from mocaf, moringa leaf flour, and mackerel flour as antihypertensive agent

SAGO: Gizi dan Kesehatan
2026, Vol. 7(1) 322-330
© The Author(s) 2026



DOI: <http://dx.doi.org/10.30867/gikes.v7i1.3184>
<https://ejournal.poltekkesaceh.ac.id/index.php/gikes>



Poltekkes Kemenkes Aceh

Salwa Yasmin¹, Ibnu Malkan Bakhrul Ilmi^{2*}

Abstract

Background: Hypertension is a leading global cause of death associated with oxidative stress. Antioxidants help prevent oxidative stress, potentially reducing the risk of hypertension. Food bars from mocaf flour, moringa leaf flour, and mackerel flour have potential to be developed as functional foods due to their flavonoid, α -tocopherol, and antioxidant activity content.

Objectives: This study analyzed the total flavonoid content, α -tocopherol, and antioxidant activity in food bars as potential antihypertensive functional foods.

Methods: This study used an experimental method with a completely randomized design and three formulas. The study was conducted from June to August at three different locations. Flavonoids were analyzed using AlCl_3 UV-Vis spectrophotometry, α -tocopherol using HPLC, and antioxidant activity using the DPPH method. The results of the measurements were analyzed descriptively, followed by a normality test, with a one-way ANOVA and Duncan's test if normally distributed, and Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests if not normally distributed.

Results: The results showed that among formulas, the highest total flavonoid content was in F1 (0.71 ± 0.01 mg/g), and the highest α -tocopherol content was in F2 (8.62 ± 0.23 mg/100 g). The strongest antioxidant activity among the three formulas was in F1 (1414.105 ± 0.84 mg/L). Based on the Shapiro-Wilk test, the three contents tested were normally distributed ($p > 0.05$), but only the antioxidant activity and α -tocopherol had a significant difference ($p < 0.05$).

Conclusion: Food bars made from mocaf flour, moringa leaf flour, and mackerel flour contain flavonoids and α -tocopherol, which contribute to antioxidant activity, making them potential functional foods with antihypertensive properties.

Keywords:

Antioxidants, food bar, mocaf flour, mackerel flour, moringa leaf flour

Abstrak

Latar belakang: Hipertensi merupakan penyebab kematian utama secara global yang berkaitan dengan stress oksidatif. Antioksidan berperan dalam mencegah stress oksidatif sehingga berpotensi menurunkan hipertensi. *Food bar* berbahan tepung mocaf, tepung daun kelor, dan tepung ikan kembung berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional karena kandungan flavonoid, α -tokoferol, serta aktivitas antioksidan di dalamnya.

Tujuan: Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis kandungan flavonoid total, α -tokoferol, dan aktivitas antioksidan dalam *food bar* sebagai potensi pangan fungsional antihipertensi.

¹ Jurusan Gizi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Provinsi Jakarta, Indonesia. E-mail: salwaayasmiin@gmail.com

² Bagian Program Gizi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, Provinsi Jakarta, Indonesia. E-mail: ibnuilmi@upnvj.ac.id

Penulis Koresponding:

Ibnu Malkan Bakhrul Ilmi: Program Studi S1 Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta. Jl. Raya Limo, Kecamatan Limo, Kota Depok, 16515. E-mail: ibnuilmi@upnvj.ac.id

Metode: Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 formula. Penelitian dilakukan dari bulan Juni hingga Agustus di 3 lokasi berbeda. Flavonoid dianalisis dengan spektrofotometri UV-Vis $AlCl_3$, α -tokoferol dengan HPLC, dan aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Hasil dari pengukuran dianalisis secara deskriptif dan dilanjutkan dengan uji normalitas, dengan uji lanjutan *one-way Anova* dan duncan jika berdistribusi normal, serta *kruskal walls* dan *mann whitney* jika tidak terdistribusi normal.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa di antara ketiga formula, flavonoid total tertinggi diperoleh pada F1 ($0,71 \pm 0,01$ mg/g), sedangkan α -tokoferol tertinggi diperoleh pada F2 ($8,62 \pm 0,23$ mg/100 g). Dan hasil aktivitas antioksidan terkuat di antara ketiga formula diperoleh pada F1 ($1414,105 \pm 0.84$ mg/L). Berdasarkan uji *Shapiro-Wilk* yang dilakukan, ketiga kandungan yang diuji berdistribusi normal ($p > 0,05$), namun hanya aktivitas antioksidan dan α -tokoferol yang memiliki perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$).

Kesimpulan: *Food bar* berbahan dasar tepung mocaf, tepung daun kelor, dan tepung ikan kembung mengandung flavonoid dan α -tokoferol yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan, sehingga berpotensi sebagai pangan fungsional untuk pencegahan hipertensi.

Kata Kunci:

Antioksidan, *food bar*, tepung daun kelor, tepung ikan kembung, tepung mocaf

Pendahuluan

Hipertensi merupakan penyebab kematian terbesar di dunia dengan kasus hipertensi esensial yang mendominasi hingga 90-95%. Di Indonesia, hipertensi menjadi penyebab kematian keempat dengan persentase sebesar 10,2% (Tarmizi, 2024). Menurut *World Health Organization* (2023), prevalensi penderita hipertensi berdasarkan usia dewasa usia 30-79 tahun adalah sebesar 33,1%, yang berarti 1 dari 3 orang dewasa menderita hipertensi. Sedangkan di Indonesia, menurut Survei Kesehatan Dasar pada 2023, penderita hipertensi mencapai sebesar 34,1%.

Hipertensi sering disebut sebagai “*The Silent Killer*” karena penderitanya tidak merasakan gejala (asimtomatis) sehingga dapat menimbulkan komplikasi ketika berlangsung lama. Selain dipengaruhi oleh faktor risiko yang tidak dapat diubah dan faktor yang dapat diubah, peningkatan jumlah *Reactive Oxygen Species* (ROS) akibat stres oksidatif juga dapat menjadi salah satu mekanisme patofisiologis terjadinya hipertensi (Ekasari et al., 2021; Putra, 2024). Radikal bebas dapat menyebabkan kerusakan dan kematian sel melalui reaksi dengan lipid membran, protein, dan DNA. Kondisi stres oksidatif yang tinggi akan menyebabkan peningkatan kadar malondialdehid (MDA) serum sebagai penanda terjadinya stres oksidatif (Ramdhani et al., 2021).

Antioksidan memiliki peran penting dalam mencegah adanya stres oksidatif. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa terapi antioksidan dan pola makan tinggi antioksidan berkontribusi dalam mencegah hipertensi serta membantu

penurunan tekanan darah (Nurkhasanah & Bachri, Mochammad Saiful Yuliani, 2023; Permatasari et al., 2025; Tain & Hsu, 2022). Oleh karena itu, konsumsi makanan yang mengandung antioksidan, seperti buah, sayur, rempah, teh, dll diperlukan karena meskipun tubuh dapat memproduksi antioksidan endogen, jumlahnya belum cukup untuk memberikan perlindungan optimal terhadap paparan radikal bebas yang berlebihan (Helmalia et al., 2019; Ngibad, 2023).

Salah satu tanaman yang kaya akan antioksidan adalah daun kelor. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pengonsumsian daun kelor berkaitan dengan penurunan tekanan darah pada penderita hipertensi (Agustin et al., 2024; Zebua et al., 2021). Flavonoid pada daun kelor mampu melebarkan pembuluh darah dan menurunkan tekanan darah ke kadar awal dengan menurunkan tekanan pada dinding arteri, sedangkan α -tokoferol dapat mengurangi kekakuan arteri dan mempertahankan fungsi endotel vaskular (Aminullah & Septiany, 2024; Mlynarska et al., 2024).

Daun kelor dapat dikembangkan menjadi produk pangan fungsional, salah satunya *food bar* yang praktis dikonsumsi. Pada penelitian ini, *food bar* diformulasikan dengan tepung mocaf dan tepung ikan kembung. Tepung mocaf memiliki kandungan karbohidrat dan serat yang lebih tinggi, namun tergolong tepung rendah protein, sehingga perlu penambahan sumber protein pada produk (Durinep et al., 2024; Dwipayanti et al., 2022). Oleh karena itu, tepung ikan kembung ditambahkan sebagai sumber protein dan berkontribusi terhadap kandungan α -tokoferol di dalamnya (Devadason et al., 2019).

Food bar berbahan dasar tepung mocaf, daun kelor, dan tepung ikan kembung telah diteliti sebelumnya oleh Olivia (2024), namun terbatas pada uji organoleptik dan analisis proksimat. Informasi mengenai kandungan flavonoid, α -tokoferol, dan aktivitas antioksidan pada *food bar* masih terbatas. Oleh karena itu, analisis senyawa flavonoid, α -tokoferol, dan aktivitas antioksidan pada *food bar* perlu dilakukan untuk mengetahui potensi produk sebagai pangan fungsional dalam pencegahan hipertensi. Peneliti berhipotesis bahwa *food bar* berbahan dasar tepung mocaf, tepung daun kelor dan tepung ikan kembung memiliki kandungan flavonoid, α -tokoferol, dan aktivitas antioksidan yang berpotensi sebagai pangan fungsional dalam pencegahan hipertensi.

Metode

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni hingga Agustus pada 3 tempat berbeda, yaitu Laboratorium Gizi UPN "Veteran" Jakarta, PT. Saraswati Indo Genetech, dan Qlab Universitas Pancasila. Penelitian telah mendapatkan persetujuan oleh Komite Etik Penelitian dengan nomor 104/KEPK/UNPRI/VII/2025. Peneliti menggunakan metode eksperimental dengan menganalisis kandungan senyawa antioksidan pada produk *food bar*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor, yaitu variasi tepung mocaf dan tepung ikan kembung, sedangkan tepung daun kelor pada setiap formula dibuat sama, yaitu 9 g.

RAL dilakukan dengan 3 perlakuan, yaitu F1, F2, dan F3. Analisis dilakukan dengan 2 kali pengulangan (duplo) pada sampel yang sama untuk mengukur kandungan flavonoid, α -tokoferol, dan aktivitas antioksidan. Penggunaan 2 kali pengulangan dilakukan dengan mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rahmawati & Erina pada 2020, yang menyatakan bahwa sedikitnya perlakuan pada percobaan RAL diulang sebanyak 2 kali. Sesuai dengan prosedur, menurut (Adinugraha & Wijayaningrum, 2017), RAL menggunakan model:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

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

μ = Nilai rata rata

τ_i = Efek perlakuan ke-i

ϵ_{ij} = Pengaruh acak perlakuan ke-i ulangan ke-j

i = Perlakuan imbalan yang berbeda (F1, F2, F3)

j = Ulangan (1, 2)

Table 1. Formulasi *Food Bar*

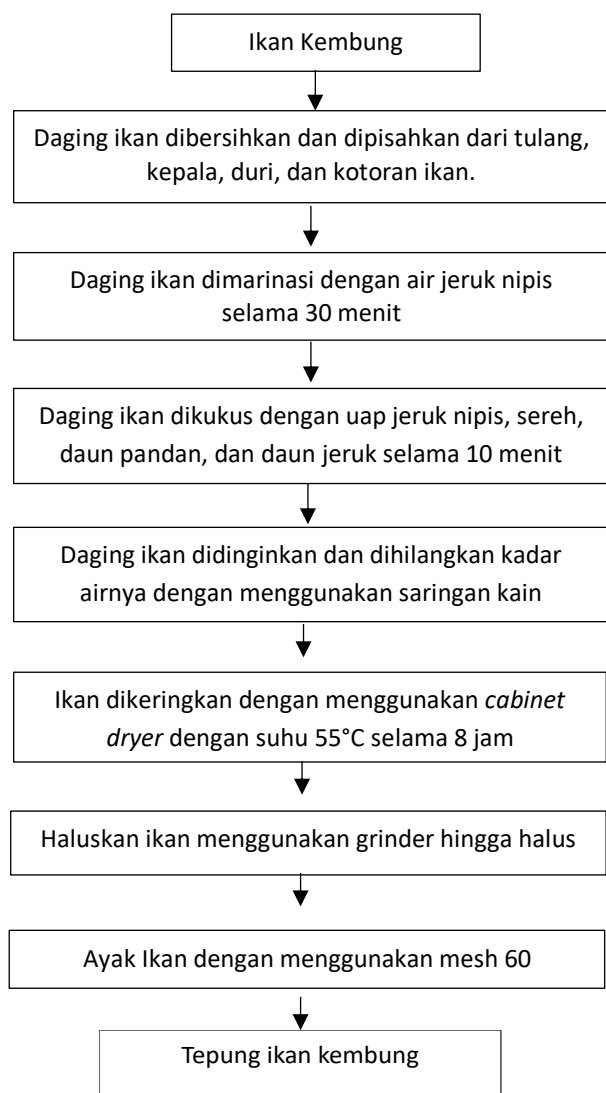
Bahan	F1	F2	F3
Tepung Mocaf	25	27	29
Tepung ikan kembung	5	3	1
Tepung daun kelor	9	9	9
Gula stevia	15	15	15
Minyak kelapa	1	1	1
Margarin	10	10	10
Telur ayam	20	20	20
Maizena	2	2	2
Total berat (g)	87	87	87

Bahan baku utama yang digunakan pada pembuatan *food bar* ini di antaranya tepung mocaf (PT. Rumah Mocaf), tepung daun kelor (PT. Safiya), dan tepung ikan kembung diproduksi oleh peneliti. Selain bahan baku utama, bahan baku lain yang digunakan pada penelitian ini di antaranya gula stevia, minyak kelapa, margarin, telur ayam, maizena, jeruk nipis, daun pandan, serai, dan daun jeruk sebagai bahan baku pendukung pembuatan *food bar*.

Sebelum membuat *food bar*, ikan kembung segar perlu diolah terlebih dahulu untuk mendapatkan tepung ikan kembung. Proses pembuatan tepung ikan kembung dilakukan melalui beberapa tahap yang disajikan pada Gambar 1. Setelah tepung ikan kembung selesai dibuat, *food bar* kemudian dibuat. Proses pembuatan *food bar* dilakukan melalui beberapa tahap yang disajikan pada Gambar 2.

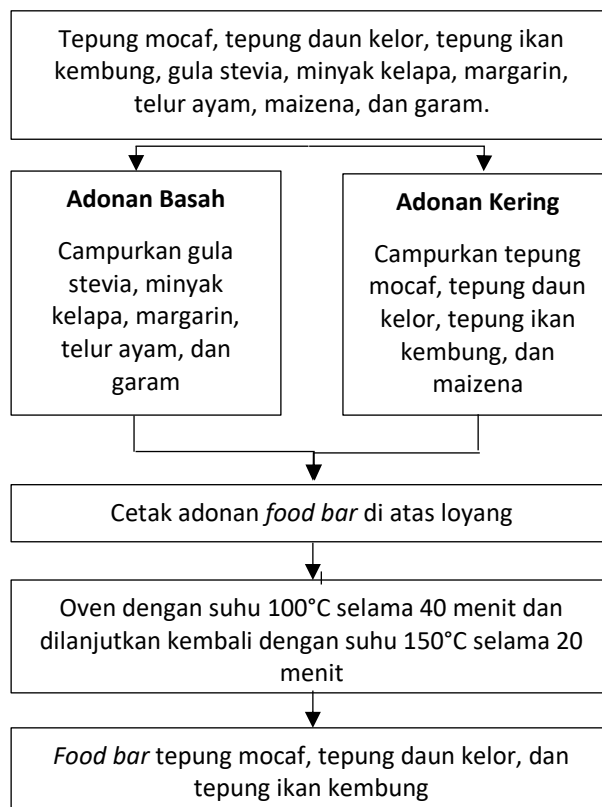
Analisis flavonoid dilakukan dengan metode spektrofotometri UV-Vis dengan metode $AlCl_3$ mengacu pada Aminah et al., (2017). Analisis flavonoid total menggunakan metode ini untuk melihat kadar flavonoid total yang terdapat pada ekstrak etanol suatu bahan. Larutan standar kuersetin digunakan untuk membuat kurva standar dengan beberapa konsentrasi. Sebanyak 1mL larutan sampel direaksikan dengan 1mL $AlCl_3$ 2% dan 1 mL kalium asetat 120 mM, kemudian diinkubasi selama 1 jam pada suhu ruang. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer

UV-Vis pada panjang gelombang 435 nm. Kadar flavonoid total dihitung berdasarkan kurva standar kuersetin.



Gambar 1. Proses pembuatan tepung ikan kembung

Analisis α -tokoferol dilakukan menggunakan metode *High-Performance Liquid Chromatography* (HPLC) mengacu pada Hilma et al., (2019). Larutan standar α -tokoferol dibuat dalam etanol dan digunakan untuk membuat kurva kalibrasi dengan beberapa konsentrasi. Sampel sebanyak 0.25 g dilarutkan dalam etanol dan disaring sebelum dianalisis. Larutan sampel sebanyak 20 μ L diinjeksikan ke sistem HPLC menggunakan kolom C18 (250 x 4.6) dengan fase gerak metanol dan laju alir 1.0 mL/menit. Deteksi dilakukan pada panjang gelombang maksimum α -tokoferol, dan kadar α -tokoferol dihitung berdasarkan persamaan regresi dari kurva standar.



Gambar 2. Proses pembuatan Food Bar

Analisis aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH mengacu pada Novia et al., (2023). Larutan DPPH 50 ppm disiapkan dalam metanol p.a. Sampel ekstrak dibuat dalam beberapa konsentrasi, yaitu 100-500 ppm. Sebanyak 2 mL larutan sampel kemudian dicampurkan dengan 2 mL larutan DPPH 50 ppm dan dihomogenkan serta diinkubasi selama 30 menit dalam kondisi gelap. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Vitamin C digunakan sebagai kontrol positif. Aktivitas antioksidan dihitung berdasarkan persentase inhibisi radikal DPPH.

Data yang telah didapatkan kemudian dianalisis dengan menggunakan *Shapiro-Wilk*, dimana uji *Shapiro-Wilk* digunakan dalam sampel yang kecil dan tidak lebih dari 50 data untuk mengetahui sebaran data acak dengan pengambilan keputusan apabila $p > 0.05$ maka data dinyatakan terdistribusi normal dan akan dilanjutkan dengan uji *one-way Anova* dan Uji Duncan sebagai lanjutan. Namun, jika data tidak terdistribusi normal, maka akan dilanjutkan dengan uji Kruskal Walls dan uji *Mann Whitney* sebagai lanjutan (Sari et al., 2025). Pengambilan keputusan dilakukan dengan *Asymp. Sig* dimana jika $p < 0.05$ maka terdapat perbedaan yang signifikan antara sampel, namun jika $p > 0.05$ maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar sampel.

Hasil

Hasil analisis *food bar* yang sebelumnya telah dibuat di Laboratorium Gizi UPN “Veteran” Jakarta selanjutnya dianalisis di QLab Universitas Pancasila untuk senyawa flavonoid

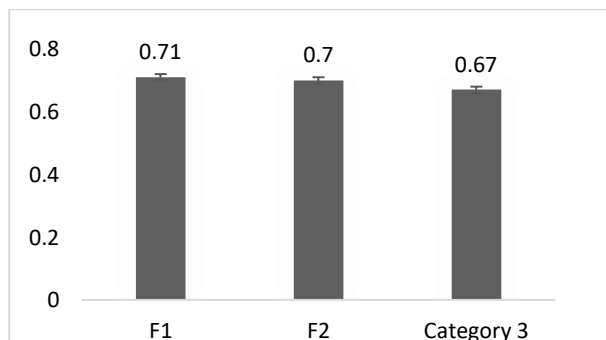
total dan di PT Saraswanti Indo Genetech untuk senyawa α -tokoferol serta aktivitas antioksidan. Setiap uji yang dilakukan pada setiap formula yaitu dilakukan sebanyak 2 kali pengulangan.

Table 2. Hasil Analisis Senyawa Bioaktif dan Aktivitas Antioksidan

Senyawa	Hasil Sampel			Nilai p
	F1	F2	F3	
Flavonoid (mg/g)	$0,71 \pm 0,01^a$	$0,7 \pm 0,01^a$	$0,67 \pm 0,01^a$	0,069
α -tokoferol (mg/100 g)	$7,45 \pm 0,16^a$	$8,62 \pm 0,23^b$	$7,81 \pm 0,01^a$	0,012
Aktivitas antioksidan (mg/L)	$1414,105 \pm 0,84^a$	$3334,175 \pm 7,87^b$	$6450,85 \pm 31,32^c$	0,000

Kandungan Flavonoid Total

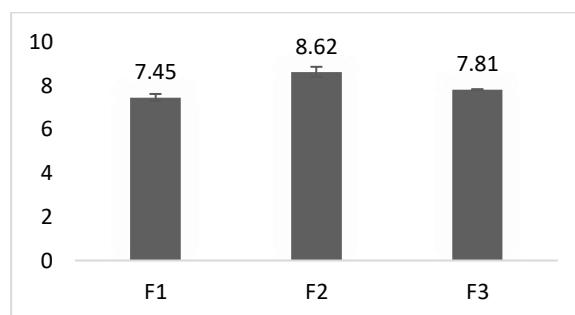
Berdasarkan Table 2, diketahui bahwa kadar flavonoid total pada ketiga formulasi berkisar antara 0,67 hingga 0,71 mg/g dengan F1 yang memiliki flavonoid tertinggi dengan hasil sebesar $0,71 \pm 0,01$ mg/g, kemudian hasil tertinggi disusul dengan F2 ($0,7 \pm 0,01$ mg/g) dan F3 ($0,67 \pm 0,01$ mg/g), Hasil uji statistik *one way Anova* menunjukkan bahwa perbedaan kandungan flavonoid total pada ketiga formulasi tidak memberikan pengaruh yang signifikan ($p > 0,05$), Selain itu, perbedaan nilai antar formula yang relatif kecil dan standar deviasi pada kandungan flavonoid menunjukkan bahwa konsistensi hasil uji duplo.



Gambar 1. Kandungan flavonoid total *Food Bar*

Kandungan α -tokoferol

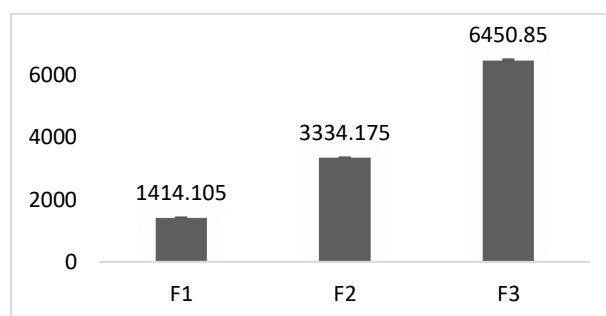
Hasil analisis α -tokoferol disajikan pada Table 2 menunjukkan hasil bahwa kadar α -tokoferol pada ketiga formula berada pada rentang 7,45 – 8,62 mg/100 g dengan F2 yang memiliki hasil terbesar, yaitu $8,62 \pm 0,23$ mg/100 g, dan disusul oleh F3 ($7,81 \pm 0,01$ mg/100 g) dan F1 ($7,45 \pm 0,16$ mg/100 g). Selain itu, hasil uji statistik *one way Anova* menunjukkan bahwa perbedaan kandungan α -tokoferol pada ketiga formulasi memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$), namun tidak memiliki perbedaan nyata.



Gambar 2. Kandungan α -Tokoferol *Food Bar*

Aktivitas Antioksidan

Hasil analisis aktivitas antioksidan disajikan pada Table 2, diketahui bahwa aktivitas antioksidan pada ketiga formula berada pada rentang 1414,105 – 6450,85 mg/L dengan nilai IC50 terbesar ada pada F3 ($6450,85 \pm 31,32$ mg/L), kemudian disusul dengan F2 ($3334,175 \pm 7,87$ mg/L) dan F1 ($1414,105 \pm 0,84$ mg/L). Namun, semakin besar nilai IC50 menunjukkan bahwa semakin lemah aktivitas antioksidannya, maka dari itu F1 memiliki antioksidan terkuat walaupun masih berada pada kategori lemah. Pada uji *one way Anova* yang dilakukan diketahui bahwa perbedaan hasil IC50 pada ketiga formula memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) dan memiliki perbedaan yang nyata.



Gambar 3. Kandungan aktivitas antioksidan *Food Bar*

Pembahasan

Kandungan Flavonoid Total

Flavonoid merupakan kelompok metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan yang memiliki berbagai manfaat, seperti membersihkan radikal bebas dari tubuh, mendukung kerja sel, meminimalkan dampak zat beracun dalam tubuh, serta menjadi antihipertensi (Nurkhasanah & Bachri, Mochammad Saiful Yuliani, 2023; Satria et al., 2022). Flavonoid berperan sebagai antihipertensi dengan menghambat pembentukan angiotensin II yang berfungsi sebagai peningkatan aktivitas sistem saraf simpatis, vasokonstriksi otot polos vaskular dan meningkatkan retensi air dan natrium dari angiotensin I dengan menghambat ACE (Muslih et al., 2024). Flavonoid dapat membantu penurunan tekanan darah dengan salah satu senyawa yang ada di dalamnya, yaitu apigenin. Apigenin dapat membantu merelaksasikan otot polos dalam pembuluh darah. Selain itu, flavonoid dapat menurunkan tekanan darah dengan meningkatkan produk nitric oxide (Muslih et al., 2024).

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, F1 dengan hasil $0,71 \pm 0,01$ memiliki hasil tertinggi dibandingkan dengan F2 ($0,7 \pm 0,01$) dan F3 ($0,67 \pm 0,01$) walaupun perbedaan hasil yang tersebut tidak signifikan. Perbedaan kandungan flavonoid antarformula diduga dipengaruhi oleh variasi komposisi bahan pada masing-masing formula, di mana formula F1 memiliki variasi tepung mocaf dengan jumlah paling rendah dibandingkan dengan ketiga formula dan memiliki variasi tepung ikan kembung paling tinggi di antara lainnya. Keberadaan matriks makanan yang terkandung pada *food bar* dapat mempengaruhi bioaksesibilitas dan bioavailabilitas senyawa fenolik (Melini et al., 2020).

Keberadaan matriks makanan pada *food bar* juga dapat memengaruhi ketersediaan senyawa fenolik. Matriks pangan tersebut meliputi karbohidrat, lipid, protein, serat makanan, dan mineral (Melini et al., 2020). Interaksi tersebut dapat memengaruhi stabilitas serta pelepasan flavonoid dari matriks pangan. Dengan demikian, tingginya kadar flavonoid pada F1 diketahui tidak hanya dipengaruhi oleh bahan baku pada *food bar* saja, tetapi juga dipengaruhi oleh interaksi senyawa fenolik dengan matriks pangan yang dapat memengaruhi stabilitas serta pelepasan flavonoid selama ekstraksi.

Hasil penelitian ini menunjukkan kandungan flavonoid total pada *food bar* lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian pada produk food

bar sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh Lutfiani & Nasrullah (2023), memiliki flavonoid total sebesar $0,36 \pm 0,06$ mg/g, sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Aryatika & Wahyuni pada 2025 didapatkan hasil flavonoid dalam produk *food bar* yang diteliti sebesar $0,024 \pm 0,002$ mg/g. Maka dari itu, *food bar* dengan bahan dasar tepung mocaf, tepung daun kelor, dan tepung ikan kembung ini berpotensi meningkatkan kandungan senyawa biaktif pada produk pangan fungsional.

Kandungan α -Tokoferol

Vitamin E (α -tokoferol) merupakan bentuk vitamin E dengan aktivitas antioksidan tertinggi yang dapat berkontribusi dalam menetralkan ROS yang berperan dalam stres oksidatif terkait dengan hipertensi (Mlynarska et al., 2024; S. Y. Putri et al., 2024). Selain berperan sebagai antioksidan, vitamin E dilaporkan mempunyai sifat antihipertensi dan dikaitkan dengan penghambatan proliferasi sel otot polos yang dapat membantu mencegah kerusakan aorta (Jabeen et al., Mlynarska et al., 2024). Hasil penelitian ini menunjukkan kadar α -tokoferol berkisar antara 7,45 – 8,42 mg/100 g, yang termasuk pada kategori tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Pias et al., (2018), dimana diketahui bahwa produk sereal dan roti rata rata memiliki kandungan α -tokoferol sebesar 4 - 88 mg/kg ($0,4 - 8,8$ mg/100 g) bergantung pada jenis sampel dan bahan yang digunakan.

Hasil analisis *one-way Anova* α -tokoferol menunjukkan hasil perbedaan yang signifikan dengan F2 pada *food bar* menunjukkan kadar α -tokoferol tertinggi, yaitu sebesar $8,62 \pm 0,23$ mg/100 g, kemudian disusul dengan F3 ($7,81 \pm 0,01$ mg/100 g) dan F1 ($7,45 \pm 0,16$ mg/100 g). Pada F2, variasi tepung mocaf dan tepung ikan kembung tidak memiliki jumlah tertinggi atau terendah, sedangkan tepung daun kelor memiliki variasi yang sama antar formula. Perbedaan kandungan α -tokoferol pada *food bar* diduga terjadi karena beberapa hal, yaitu perbedaan komposisi bahan dan matriks makanan. Serat makanan pada *food bar*, khususnya yang terkandung dalam tepung mocaf diduga menjadi inhibitor yang menjadi perangkap α -tokoferol dalam matriks, sehingga menghambat ekstraksi (Szewczyk et al., 2021). Sebaliknya, F2 dapat memiliki kandungan tertinggi diduga dipengaruhi oleh retensi α -tokoferol yang lebih optimal karena

komposisi tepung mocaf dan tepung ikan kembung yang lebih seimbang, dimana komponen lipid pada tepung ikan kembung dapat meningkatkan bioaksesibilitas vitamin E melalui mekanisme ekstraksi dari matriks pangan dan stimulasi sekresi empedu untuk pembentukan misel (Reboul, 2017).

Penurunan kadar α -tokoferol pada *food bar* dibandingkan dengan bahan baku dipengaruhi oleh beberapa faktor yang memengaruhi stabilitas vitamin. Faktor tersebut meliputi struktur kimia minyak, paparan suhu tinggi, durasi pemanasan, dan kondisi pemanasan. Vitamin E bersifat sensitif terhadap panas dan oksigen, dapat mempercepat reaksi oksidasi jika terkena suhu tinggi dan waktu pemanasan, seperti yang dilakukan pada penelitian ini sehingga dapat mengalami penurunan yang signifikan (Nabila et al., 2024). Penelitian ini memiliki keterbatasan, dimana analisis tidak dilakukan secara bertahap selama proses pengolahan, sehingga hasil analisis bergantung pada hasil akhir setelah pengolahan selesai. Selain itu, pengulangan uji berjumlah 2 kali juga menjadi keterbatasan dalam hasil analisis. Keberadaan vitamin E menunjukkan adanya potensi *food bar* sebagai sumber antioksidan pada pangan fungsional.

Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang berfungsi sebagai inhibitor (penghambat) yang mampu menangkalkan reaksi antara radikal bebas dan molekul target (Nurkhasanah & Bachri, Mochammad Saiful Yuliani, 2023). Radikal bebas sendiri merupakan suatu molekul yang sangat reaktif dan tidak stabil karena memiliki elektron yang tidak memiliki pasangan sehingga mencari elektron lain untuk menstabilkannya (Nurkhasanah & Bachri, Mochammad Saiful Yuliani, 2023). Aktivitas antioksidan merupakan kemampuan senyawa bioaktif dalam menekan reaksi oksidasi dengan mendonorkan atom hidrogen atau elektron pada radikal bebas, sehingga tingkat stres oksidatif dapat menurun dan kerusakan pada komponen sel dapat dicegah (Chhirang et al., 2024).

Antioksidan dapat diperoleh dari bagian-bagian tumbuhan, seperti daun, batang, akar, kayu, buah, biji, bunga, kulit kayu, dan serbuk sari (Nurkhasanah & Bachri, Mochammad Saiful Yuliani, 2023). Pada *food bar* ini antioksidan berasal dari tepung mocaf, dan daun kelor. Berdasarkan penelitian Paramitha Dwi (2016) dalam Safitri (2021), tepung mocaf mengandung

antioksidan sebanyak 56,17 mg/g. Menurut Devi et al., (2023) daun kelor merupakan salah satu sumber antioksidan alami, dimana daun kelor mengandung golongan senyawa fenol, flavonoid, tannin, saponin, alkaloid, vitamin C, beta karoten, dan stereroida.

Pada penelitian ini aktivitas antioksidan terbaik ditunjukkan pada F1 dengan hasil sebesar $1414,105 \pm 0,84$ mg/L dan disusul oleh F2 ($3334,175 \pm 7,87$ mg/L) serta F3 ($6450,85 \pm 31,32$ mg/L). Meskipun F1 menjadi haasil terbaik diantara ketiga formula, aktivitas antioksidan tersebut tergolong sangat lemah. Dimana antioksidan dapat dikategorikan sangat kuat apabila memiliki IC₅₀ <50 (μ g/mL), kategori kuat apabila IC₅₀ 51-100 (μ g/mL), kategori sedang apabila IC₅₀ 101-250 (μ g/mL), kategori lemah apabila IC₅₀ 251-500 (μ g/mL), dan kategori sangat lemah apabila IC₅₀ >500 (μ g/mL) (S et al., 2023). Satuan μ g/mL sama dengan mg/L. Formula terbaik pada *food bar* memiliki variasi tepung mocaf terendah dan variasi tepung ikan kembung tertinggi dengan variasi daun kelor antar formulasinya adalah sama.

Kandungan flavonoid dan fenolik memiliki pengaruh pada aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan akan semakin baik dalam menurunkan perkembangan radikal bebas dengan mendonorkan elektron jika kandungan senyawa fenolik dan flavonoid suatu sampel tinggi (Ansyori et al., 2024). Hal ini sejalan dengan temuan pada penelitian ini, dimana aktivitas antioksidan terkuat ditemukan pada F1 yang memiliki kandungan flavonoid tertinggi. Lipid pada bahan baku tertinggi pada F1, yaitu tepung ikan kembung juga berkontribusi pada aktivitas antioksidan, dimana karakteristik asam amino hidrofobik dan keberadaan atom sulfur dalam rantai peptida memiliki sifat yang dapat meningkatkan potensi antioksidannya dengan memfasilitasi kelarutan dan reaktivitas senyawa dalam menstabilkan radikal bebas (Ucak et al., 2021)

Meskipun kadar flavonoid dalam *food bar* F1 ditemukan dalam kategori tinggi diantara ketiga formula, aktivitas antioksidan berada pada kategori sangat lemah jika dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Putri et al. (2024) menunjukkan aktivitas antioksidan pada snack bar sebesar 255,831 ppm, walaupun termasuk dalam kategori lemah, aktivitas antioksidan pada penelitian tersebut lebih kuat dibandingkan dengan penelitian ini. Aktivitas antioksidan yang sangat lemah mungkin terjadi

karena adanya bahan baku kaya serat pada *food bar* berperan sebagai inhibitor, sehingga antioksidan pada *food bar* terikat dan menghambat ekstraksi (Szewczyk et al., 2021). Selain itu, suhu pemanggangan yang dipakai pada pembuatan *food bar* membuat aktivitas antioksidan, khususnya pada α -tokoferol menurun pada suhu 100°C atau bahkan kehilangan kemampuan antioksidannya pada suhu 150°C (Soedarini & Nugraedi, 2019).

Teknik pengolahan dapat mempengaruhi kandungan aktioksidan dan stabilitas oksidatif makanan (Poljsak et al., 2021). Selain suhu, selama proses pengolahan dan penyimpanan, kandungan senyawa fenolik dapat mengalami peningkatan atau penurunan yang dipengaruhi oleh durasi proses, ketersediaan oksigen, paparan Cahaya, serta aktivitas enzim yang terlibat (Fauzan et al., 2022; Mahardani & Yuanita, 2021). Hasil aktivitas antioksidan yang sangat lemah pada penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi senyawa bioaktif yang tersisa setelah pengolahan belum mencapai dosis efektif untuk memberikan perlindungan signifikan terhadap stres oksidatif secara in vitro. Untuk mendapatkan hasil aktivitas antioksidan yang maksimal, dapat dilakukan perbaikan atau modifikasi pada saat pengolahan, khususnya pada tahap pemanggangan untuk menjaga aktivitas antioksidan.

Kesimpulan

Food bar berbasis tepung mocaf, tepung daun kelor, dan tepung ikan kembung terbukti memiliki kandungan flavonoid total, α -tokoferol, dan aktivitas antioksidan di dalamnya. Flavonoid total tertinggi berada pada formula 1 (0,71 mg/g), α -tokoferol tertinggi dimiliki oleh formula 2 (8,62 mg/100 g), dan aktivitas antioksidan terkuat dimiliki oleh formula 1 (1413,51 mg/L). Ketiga kandungan yang diuji berdistribusi normal, namun hanya aktivitas antioksidan dan α -tokoferol yang memiliki perbedaan yang signifikan.

Meskipun memiliki aktivitas antioksidan yang tergolong sangat lemah, kandungan senyawa bioaktif pada *food bar* menunjukkan bahwa *food bar* memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi produk pangan fungsional. Modifikasi pada proses pengolahan atau formulasi perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil aktivitas antioksidan yang maksimal

Deklarasi Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan terkait penelitian, kepengarangan, dan atau publikasi artikel ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penelitian ini, sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Rujukan

- Adinugraha, B. S., & Wijyaningrum, T. N. (2017). Rancangan Acak Lengkap dan Rancangan Acak Kelompok pada Bibit Ikan. In *Seminar Nasional & Internasional* (pp. 47–56). <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/viewFile/2981/2900>
- Agustin, A., Hartono, R. K., & Solehudin. (2024). Pengaruh Pemberian Teh Daun Kelor Terhadap Penurunan Tekanan Darah Pada Penderita Hipertensi Di Kukusan Beji Depok Tahun 2023. *OBAT: Jurnal Riset Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*, 2(2), 157–172.
- Aminah, Tomayahu, N., & Abidin, Z. (2017). Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Alpukat (*Persea americana* Mill) dengan Metode Spektrofotometri UV VIS. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 4(2), 226–230.
- Aminullah, M. F., & Septiany, M. (2024). Studi Kasus : Pengaruh Pemberian Air Rebusan Daun Salam pada Klien dengan Hipertensi. *Media Karya Kesehatan*, 7(2), 168–179.
- Devadason, C., C. V. L., J., Sivaganehsan, R., & Gotoh, N. (2019). Fatty Acid Composition and Tocopherol Content of Processed Marine Fish and Contribution of Omega-3 Fatty Acids. *Indian J. Fish*, 66(4), 118–124.
- Durinep, N. M., Saloko, S., & Nofrida, R. (2024). PEengaruh Rasio Mocaf dan Tepung Sorgum Terhadap Sifat Fisiko Kimia dan Organoleptik Pai Bunga Telang (*Clitoria ternatea*). *EduFood*, 2(2), 12–26.
- Dwipayanti, H., Agustini, N. P., & Antarini, A. A. N. (2022). Pengaruh Rasio Tepung Mocaf dan Tepung Tempe Terhadap Karakteristik Brownies Kukus. *Jurnal Ilmu Gizi: Journal of Nutrition Science*, 11(2), 96–104.

- Ekasari, M. F., Suryati, E. S., Badriah, S., Narendra, S. R., & Amini, F. I. (2021). *Hipertensi: Kenali Penyebab, Tanda Gejala dan Penanganannya*.
- Helmalia, A. W., Putrid, & Dirpan, A. (2019). Potensi Rempah-Rempah Tradisional Sebagai Sumber Antioksidan Alami Untuk Bahan Baku Pangan Fungsional. *Canrea Journal*, 2(1), 26–31.
- Hilma, Hasanah, M., & Maolina, T. S. (2019). Analisa Kualitatif dan Kuantitatif α -Tokoferol pada Ekstrak Kecambah Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Jurnal Ilmiah Bakti Farmasi*, 4(1), 7–12.
- Mlynarska, E., Biskup, L., Mozdzan, M., Grygorcewicz, O., Mozdzan, Z., Semeradt, J., Uramowski, M., Rysz, J., & Franczyk, B. (2024). The Role of Oxidative Stress in Hypertension: The Insight into Antihypertensive Properties of Vitamins A, C, and E. *MDPI*, 13(17), 1–23.
- Ngibad, K. (2023). Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolik, dan Kadar Flavonoid Total Daun Jati Cina (*Senna alexandrina*). *Lantanida Journal*, 11(1), 1–106.
- Novia, D., Nociyanty, Y., & Putri, T. Y. (2023). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 96% Daun Timba Tasik (*Clerodendrum serratum*) Menggunakan Metode DPPH. *Jurnal Ilmiah Pharmacy*, 10(1), 137–147. <https://jurnal.stikesalfatah.ac.id/index.php/jiphar/article/viewFile/464/pdf>
- Nurkhasanah, & Bachri, Mochammad Saiful Yuliani, S. (2023). *Antioksidan dan Stres Oksidatif*.
- Olivia, M. V. (2024). *Food Bar Tepung Mocaf, Tepung Kelor, Dan Tepung Ikan Kembung sebagai EFP Bagi Anak Autis Pada Kondisi Bencana*.
- Permatasari, R. A., Kartikasari, L. R., & Lestari, A. (2025). Ciplukan (*Physalis angulata* L.) Juice as a Functional Food to Lower Blood Pressure in Hypertension Patients. *AgriHealth*, 6(1), 49–60.
- Putra, I. M. F. A. (2024). Potensi Resveratrol untuk Penderita Penyakit Hipertensi : Systematic Review. *Jurnal Ilmu Farmasi Nusantara*, 1(2), 150–159.
- Rahmawati, A. S., & Erina, R. (2020). Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan Uji Anova Dua Jalur. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 54–62.
- Ramdhani, N. R., Ahar, Y. K., & Herdiana, H. (2021). Oxidative Stress terhadap Hipertensi pada Masyarakat di Kelurahan Srengseng Sawah. *Jurnal Kesehatan Pertiwi*, 3(1), 168–172.
- Sari, I. P., Arinda, D. F., & Ningsih, W. I. F. (2025). Pengembangan Snack Bar Berbasis Pangan Lokal: Analisis Gizi dan Optimasi Formulasi. *Jurnal SAGO Gizi Dan Kesehatan*, 6(1), 152–162.
- Tain, Y., & Hsu, C. (2022). Oxidative Stress-Induced Hypertension of Developmental Origins : Preventive Aspects of Antioxidant Therapy. *MDPI*, 11, 1–20.
- Tarmizi, S. N. (2024). Bahaya Hipertensi, Upaya Pencegahan dan Pengendalian Hipertensi. *Kementerian Kesehatan*. <https://kemkes.go.id/id/bahaya-hipertensi-upaya-pencegahan-dan-pengendalian-hipertensi>
- World Health Organization. (2023). *World Health Statistics 2023*. World Health Organization. https://cdn.who.int/media/docs/default-source/gho-documents/world-health-statistic-reports/2023/world-health-statistics-2023_20230519_.pdf
- Zebua, D., Harahap, A., Ningsih, F., Putra HI, Zalukhu, A., Fakultas Keperawatan dan Kebidanan, M., Prima Indonesia, U., Danau Singkarak, J., Madrasah, G., Agul, S., & Medan Barat, K. (2021). Rebusan Daun Kelor Berpengaruh Terhadap Tekanan Darah Penderita Hipertensi. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 3(2), 399–406. <http://jurnal.globalhealthsciencegroup.com/index.php/JPPP>