



Kombucha Herbal Pegagan-Melinjo: Optimasi Formulasi, Metode Ekstraksi, dan Mekanisme Sinergis Antioksidan

Nurritzka Kurniawati^{1*}, Yanuar As'hari Cahyaningrum¹, Laela Febriana¹,
Ilham Budi Kusuma¹, dan Muhimmatul Mukharomah¹

¹Department of Pharmacy, Stikes Bhakti Husada Mulia

*Corresponding author: nurritzkak@gmail.com

Received: 29 September 2025 / Accepted: 24 November 2025

Available online: 30 November 2025

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan formulasi kombucha herbal menggunakan daun pegagan (*Centella asiatica* L.) dan melinjo (*Gnetum gnemon* L.) serta mengevaluasi efek sinergisnya terhadap aktivitas antioksidan. Dua belas formulasi dikembangkan dengan variasi basis teh (teh hijau dan teh hitam), ekstraksi (infus dan maserasi), dan komposisi herbal (tunggal dan kombinasi). Proses fermentasi dilakukan selama 14 hari, dan aktivitas antioksidan diukur menggunakan metode DPPH. Hasilnya menunjukkan variasi aktivitas antioksidan yang signifikan di antara formulasi, dengan nilai IC₅₀ berkisar antara 8,70 hingga 22,60 µg/mL. Kombinasi teh hijau dengan ekstrak daun pegagan dan melinjo (Formulasi FF) menunjukkan aktivitas antioksidan terkuat (IC₅₀ 8,70 µg/mL), yang 1,6 kali lebih kuat daripada asam askorbat (IC₅₀ 14,23 µg/mL) sebagai standar. Keempat formulasi teratas dengan aktivitas antioksidan tertinggi mengandung kombinasi kedua herbal tersebut menegaskan efek sinergis yang jernih. Metode maserasi secara konsisten menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih unggul dibandingkan dengan metode infus. Temuan ini menunjukkan bahwa formulasi kombucha herbal yang dioptimalkan memiliki potensi besar sebagai minuman fungsional berkadar antioksidan tinggi, dengan kombinasi pegagan dan daun melinjo yang menunjukkan peningkatan sinergis yang signifikan terhadap senyawa bioaktif.

Kata Kunci: kombucha; pegagan; daun melinjo; aktivitas antioksidan; minuman fungsional.

1. Pendahuluan

Gaya hidup modern yang tidak seimbang, disertai pola makan yang kurang sehat, telah berkontribusi terhadap peningkatan stres oksidatif dalam tubuh manusia. Berdasarkan tren kesehatan global saat ini, angka kematian di era modern lebih banyak disebabkan oleh penyakit degeneratif seperti kanker, diabetes, dan penyakit kardiovaskular dibandingkan penyakit menular[1]. Fenomena ini meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya konsumsi bahan pangan yang kaya antioksidan, termasuk melalui minuman fungsional berbasis bahan alami[2], [3].

Indonesia dikenal sebagai negara mega biodiversitas dengan kekayaan sumber daya alam hayati yang melimpah, termasuk berbagai jenis tanaman obat tradisional. Namun demikian, pemanfaatan potensi tanaman lokal tersebut dalam bidang kesehatan dan pangan fungsional masih belum optimal. Salah satu contoh tanaman lokal yang banyak dijumpai di Indonesia adalah pegagan (*Centella asiatica*) dan melinjo (*Gnetum gnemon*). Kedua tanaman ini diketahui memiliki berbagai aktivitas farmakologis yang penting, seperti antivirus [4], antidiabetes[5], antiinflamasi[6], dan antioksidan[7] [8]. Aktivitas tersebut terkait erat dengan kandungan senyawa bioaktif di dalamnya,

seperti flavonoid, alkaloid, steroid, dan senyawa fenolik, yang berperan dalam mekanisme perlindungan sel terhadap stres oksidatif maupun gangguan metabolik[9][10].

Kombucha, sebagai minuman fermentasi probiotik, telah diakui secara global manfaat kesehatannya, termasuk aktivitas antioksidan yang potensial[11]. Minuman ini menunjukkan berbagai macam efek farmakologis, seperti membantu menurunkan tekanan darah, memberikan perlindungan terhadap penyakit metabolik, menunjukkan aktivitas hepatoprotektif, memiliki potensi antikanker, serta membantu mengurangi hiperglikemia pada penderita diabetes melitus tipe 2[12]. Namun demikian, pemanfaatan tanaman lokal seperti pegagan dan melinjo dalam bentuk inovatif masih terbatas, khususnya sebagai bahan baku minuman fungsional yang bernilai tambah. Padahal kombinasi senyawa aktif dari kedua tanaman tersebut berpotensi memberikan efek sinergis dalam meningkatkan nilai fungsional produk [13].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk : (1) mengoptimasi formulasi kombucha herbal dengan variasi jenis teh, metode ekstraksi, dan komposisi herbal; (2) menganalisis

Doi:

efek sinergisme antara pegagan dan melinjo terhadap aktivitas antioksidan; (3) mengevaluasi pengaruh metode ekstraksi terhadap potensi antioksidan kombucha herbal. Hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya berkontribusi dalam pengembangan minuman fungsional berbasis sumber daya lokal, tetapi juga membuka peluang inovasi produk bernilai tambah tinggi [14], yang dapat menjawab tantangan kesehatan masyarakat modern.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis efek sinergistik formulasi kombucha herbal sebagai minuman fungsional. Desain penelitian mencakup optimasi formulasi dengan variabel independen berupa jenis teh, metode ekstraksi herbal, dan kombinasi herbal. Sedangkan variabel dependen berupa aktivitas antioksidan nilai IC₅₀.

2.1 Alat dan Bahan

Alat : Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Waterbath (FAITHFUL), corong (IWAKI), beaker glass (IWAKI), spektrofotometer UV- Vis (thermoscientific), blender, sendok, oven (memmerh), cawan porselen (HERMA), aluminium foil, pipet tetes, corong pisah, mikropipet (FAITHFUL), rotary evaporator (IKA @HB10), batang pengaduk, kertas saring, timbangan analitik (OHAUS), pH meter (Laqua).

Bahan : Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Daun pegagan (*Centella asiatica* L.) segar yang diperoleh dari Wonogiri, Jawa Tengah; Daun melinjo (*Gnetum gnemon* L.) segar dari Ponorogo, Jawa Timur; Teh hijau (*Camellia sinensis* var. *sinensis*); Teh hitam (*Camellia sinensis* var. *assamica*), glukosa, Etanol 70%, Starter Kombucha, SCOBY, Asam askorbat standar, DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) grade analisis, Aquadest.

2.2 Cara Kerja

2.2.1 Preparasi Ekstrak Herbal

Ekstrak herbal disiapkan menggunakan dua metode, metode infusa: simplisia kering sebanyak 10–20 gram dimasukkan ke dalam air suling yang telah dididihkan sebanyak 500 mL. campuran kemudian diaduk dan dibiarkan terendam selama 30 menit pada suhu 70–80 °C dengan wadah tertutup untuk mencegah penguapan. Setelah itu larutan disaring menggunakan kertas Whatman No. 1. Filtrat yang diperoleh merupakan ekstrak infusa yang siap digunakan. [15].

Metode maserasi: simplisia kering ditimbang sebanyak 1 kg dimasukkan ke dalam pelarut etanol 70 % (1:10 b/v) proses maserasi dilakukan dalam wadah tertutup selama 3 hari pada suhu ruang. Setelah perendaman selesai filtrat diuapkan menggunakan evaporator dan waterbath pada suhu 60 °C untuk mengeliminasi pelarut etanol dan diperoleh ekstrak kental [16].

2.2.2 Formulasi dan Fermentasi Kombucha

Sebanyak 12 formulasi dikembangkan seperti tercantum pada tabel 1. Medium teh (hitam/hijau) diseduh dengan konsentrasi dengan

konsentrasi 1% (b/v), ditambahkan gula sukrosa 10% (b/v), dan didinginkan hingga suhu kamar (25±2°C). Ekstrak herbal ditambahkan sesuai formulasi, kemudian diinokulasi dengan starter kombucha 10% (v/v) dan SCOBY. Fermentasi dilakukan dalam wadah kaca tertutup kain kasa selama 14 hari pada suhu ruang [18].

Tabel 1. Rancangan Formulasi Kombucha Herbal

Kode	Teh	Herbal	Ekstraksi	Komposisi Herbal (% b/v)
A	HT	Pegagan	Infusa	1%
AA	HT	Pegagan	Maserasi	1%
B	HT	Melinjo	Infusa	1%
BB	HT	Melinjo	Maserasi	1%
C	HJ	Pegagan	Infusa	1%
CC	HJ	Pegagan	Maserasi	1%
D	HJ	Melinjo	Infusa	1%
DD	HJ	Melinjo	Maserasi	1%
E	HT	P + M	Infusa	0.5% + 0.5%
EE	HT	P + M	Maserasi	0.5% + 0.5%
F	HJ	P + M	Infusa	0.5% + 0.5%
FF	HJ	P + M	Maserasi	0.5% + 0.5%

Keterangan Tabel:

- P + M: Kombinasi Pegagan dan Melinjo
- HT : Teh Hitam
- HJ : Teh Hijau

2.2.3 Analisis Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan metode DPPH [18] dengan modifikasi. Larutan DPPH dibuat dalam konsentrasi 100 ppm dengan pelarut etanol. Larutan standar asam askorbat dibuat dalam variasi konsentrasi 5, 10, 15, 20 dan 25 ppm. Sampel kombucha dari setiap formulasi diencerkan dengan variasi konsentrasi 10%, 12.5%, 17.5%, dan 20%. Seluruh pengukuran untuk standar dan sampel dilakukan dalam tiga ulangan (triplo). Sebanyak 1 mL masing-masing larutan standar atau sampel dicampurkan dengan 4 mL DPPH (perbandingan 1:4). Campuran diinkubasi dalam ruang gelap selama 30 menit, dan absorbansinya diukur pada panjang gelombang 517 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam nilai IC₅₀. Kurva standar asam askorbat digunakan sebagai pembanding. Data yang diperoleh dari pengulangan dianalisis untuk mendapatkan nilai rata-rata dan standar deviasi.

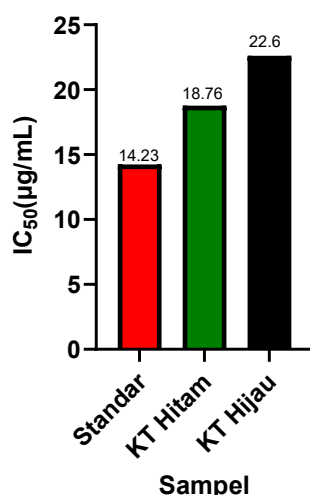
3. Hasil dan Pembahasan

Kombucha dikenal sebagai minuman fungsional yang kaya senyawa bioaktif dengan berbagai manfaat kesehatan, antara lain aktivitas antioksidan, antimikroba, serta potensi kardioprotektif [18], [20]. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa jenis substrat yang digunakan baik teh hitam maupun teh hijau berkontribusi terhadap kapasitas antioksidan [21]. Dalam penelitian ini dikembangkan dua belas formulasi (12) kombucha dengan tambahan herbal lokal yaitu pegagan (*Centella asiatica*) dan melinjo (*Gnetum gnemon*). Kedua tanaman ini dipilih karena

mengandung berbagai metabolit sekunder seperti senyawa fenolik, flavonoid, dan triterpenoid yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan tinggi [4],[22],[23]. Selain itu ketersediaan melimpah di Indonesia menjadikan keduanya berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku minuman fungsional.

3.1 Aktivitas antioksidasi kombucha kontrol

Aktivitas Antioksidan (IC_{50}) Kontrol dan Standar



Gambar 1. Nilai IC_{50} Standar (Asam Askorbat), KT Hitam (Kontrol Teh Hitam) dan KT Hijau (Kontrol Teh Hijau)

Kontrol yang digunakan dalam penelitian ini teh hitam dan teh hijau tanpa campuran herbal dan asam askorbat murni sebagai standar. Nilai IC_{50} asam askorbat diperoleh sebesar 14,23 µg/mL yang menunjukkan aktivitas antioksidan sangat kuat[24]. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa kedua kombucha 17ebagia memiliki aktivitas antioksidan lebih rendah dibandingkan dengan standar. Kombucha teh hijau menunjukkan nilai IC_{50} sebesar 18,76 µg/mL, sedangkan kombucha teh hitam sebesar 22,60 µg/mL (Gambar 1). Hal ini menegaskan bahwa teh hijau memiliki kapasitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan teh hitam. Perbedaan tersebut sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa teh hijau mempertahankan kandungan polifenol terutama katekin dalam jumlah tinggi, sedangkan pada teh hitam 17ebagian besar katekin mengalami oksidasi enzimatis selama proses fermentasi dan dikonversi menjadi theaflavin dan thearubigin[21], [25].

3.2 Perbandingan Aktivitas Antioksidan Antar Formulasi

Aktivitas antioksidan kedua belas formulasi kombucha herbal pegagan dan melinjo menunjukkan kemampuan penghambat radikal bebas menggunakan metode DPPH, dengan nilai IC_{50} yang tinggi berkisar antara 8.70-22.60 µg/mL (Tabel 2). Variasi yang mencapai hampir tiga kali lipat ini menunjukkan bahwa jenis teh, penambahan herbal, serta metode ekstraksi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kapasitas antioksidan. Nilai IC_{50} yang lebih rendah

menandakan kemampuan antioksidan lebih tinggi, sehingga formulasi dengan kombinasi teh hijau, pegagan, dan melinjo (FF) menunjukkan aktivitas paling kuat (8,70 µg/mL). Meskipun analisis senyawa spesifik tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian ini, aktivitas antioksidan yang kuat ini sangat mungkin dipengaruhi oleh profil fitokimia sinergis dari bahan bakunya. Teh hijau diketahui kaya akan katekin yang merupakan pendonor elektron yang poten[25]. Kontribusi pegagan didukung oleh temuan Rashid et al [26] yang menyatakan bahwa fraksi terkonsentrasi dari pegagan mengandung fenolik dan flavonoid dalam jumlah tinggi dan menunjukkan aktivitas radikal DPPH yang poten dengan korelasi positif yang signifikan antara kandungan flavonoid dengan aktivitas antioksidan. Sementara itu, melinjo berkontribusi melalui stillbenoid seperti gnetin C dan resveratrol [27].

Tabel 2. Nilai IC_{50} Formulasi Kombucha Herbal

Peringkat	Kode Formulasi*	IC_{50} (µg/mL)
1	FF	8,70
2	EE	9,60
3	F	10,54
4	E	11,17
5	DD	15,09
6	CC	15,31
7	D	15,16
8	C	16,40
9	BB	14,86
10	AA	13,66
11	B	19,48
12	A	22,55

*FF: Teh Hijau + Ekstrak Pegagan+Melinjo;
EE : Teh Hitam + Ekstrak Pegagan+Melinjo;
F : Teh Hijau + Infusa Pegagan+Melinjo;
E : Teh Hitam + Infusa Pegagan+Melinjo;
DD: Teh Hijau + Ekstrak Melinjo;
CC: Teh Hijau + Ekstrak Pegagan;
D: Teh Hijau + Infusa Melinjo;
C: Teh Hijau + Infusa Pegagan;
BB: Teh Hitam + Ekstrak Melinjo;
AA: Teh Hitam + Ekstrak Pegagan;
B: Teh Hitam + Infusa Melinjo;
A: Teh Hitam + Infusa Pegagan.

Mekanisme antioksidan dari senyawa-senyawa ini secara umum melibatkan pemberian atom hydrogen (H) atau pelepasan elektron untuk menetralkan radikal bebas DPPH, sehingga menghentikan reaksi berantai oksidasi[28]. Kombinasi berbagai senyawa tersebut dalam formulasi FF diduga menghasilkan efek sinergis, yang memungkinkan transfer elektron atau hidrogen yang lebih efisien yang tercermin dari nilai IC_{50} yang rendah.

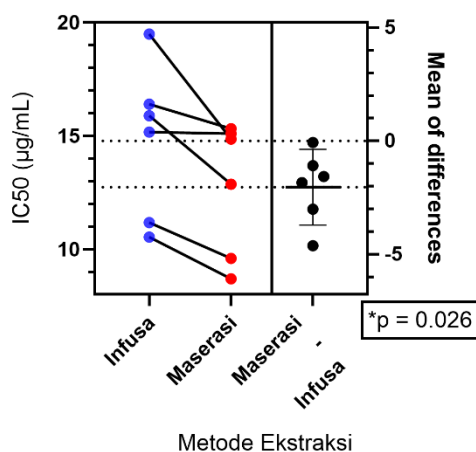
Analisis yang lebih lanjut memperlihatkan pola yang konsisten dimana formulasi dengan kombinasi herbal (E, EE, F, FF) secara signifikan mengungguli formulasi herbal tunggal. Formulasi FF (IC_{50} 8,70 µg/mL) yang merupakan kombinasi herbal pegagan dan melinjo menunjukkan peningkatan aktivitas antioksidan yang nyata dibandingkan dengan formulasi herbal tunggal seperti DD (IC_{50} 15,09

Doi:

$\mu\text{g/mL}$) dan CC (IC_{50} 15,31 $\mu\text{g/mL}$). Pola serupa teramati pada kelompok teh hitam dimana EE (IC_{50} 9,60 $\mu\text{g/mL}$) lebih unggul dibandingkan AA (IC_{50} 13,66 $\mu\text{g/mL}$) dan BB (IC_{50} 14,86 $\mu\text{g/mL}$). Temuan ini mengindikasikan adanya efek sinergis antara senyawa bioaktif dalam pegagan melinjo, dimana kombinasi keduanya menghasilkan aktivitas antioksidan lebih besar daripada jumlah masing-masing komponen secara terpisah[26].

Penelitian ini menguji dua jenis ekstraksi yaitu infusa dan maserasi, untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap aktivitas antioksidan yang diukur melalui nilai IC_{50} . Analisis statistik menggunakan dan *two-way ANOVA* menunjukkan hasil yang signifikan ($p = 0,0259$; $p < 0,05$), yang menyatakan terdapat perbedaan yang bermakna antara kedua metode ekstraksi. Metode maserasi menghasilkan nilai IC_{50} yang rata-rata 2.033 $\mu\text{g/mL}$ lebih rendah dibandingkan metode infusa (Gambar 2).

Perbandingan IC_{50} : Infusa vs Maserasi



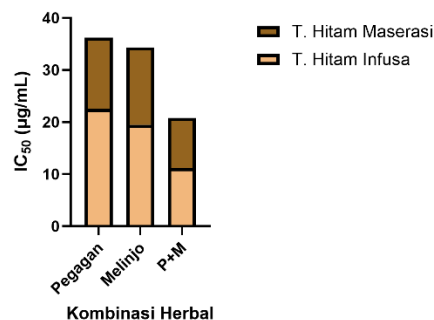
Gambar 2. Perbandingan nilai IC_{50} metode Infusa dan Maserasi

Keunggulan metode maserasi ini dapat dijelaskan melalui karakteristik kedua metode ekstraksi. Metode maserasi dengan pelarut etanol 70% mampu menarik spektrum senyawa antioksidan yang lebih luas, termasuk senyawa fenolik polar dan semipolar seperti flavonoid, tanin, dan saponin dari kedua herbal [17]. Sementara metode infusa dengan air sebagai pelarut hanya mengekstrak senyawa-senyawa polar seperti asam fenol dan glikosida tertentu. Sementara metode infusa dengan air sebagai pelarut hanya mengekstrak senyawa-senyawa polar seperti asam fenol dan glikosida tertentu. Akibatnya, ekstrak hasil maserasi tidak hanya mengandung senyawa polar tetapi juga diperkaya dengan senyawa semi polar yang memiliki kapasitas antioksidan tinggi yang tidak terekstrak secara optimal pada metode infusa. Perbedaan kemampuan ekstraksi ini berdampak langsung pada komposisi senyawa bioaktif dalam ekstrak yang akhirnya mempengaruhi aktivitas antioksidan kombucha hasil fermentasi.

Korelasi yang tinggi ($r = 0.8825$) membuktikan efektivitas desain penelitian berpasangan, dimana

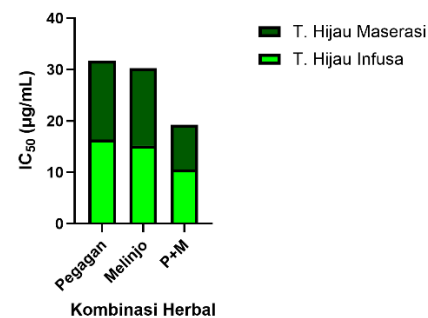
setiap formulasi dengan metode infusa memiliki pasangan yang identik dengan metode maserasi. Desain ini meminimalkan variabilitas dari faktor lain seperti jenis teh dan komposisi herbal, sehingga hasil uji *paired t-test* dapat diandalkan. Temuan ini konsisten dengan penelitian Zhang et al[27] yang melaporkan bahwa maserasi merupakan metode optimal untuk ekstraksi senyawa bioaktif dari tanaman obat, karena mampu menarik baik senyawa hidrofilik maupun lipofilik sekaligus menjaga stabilitas senyawa aktif selama proses ekstraksi.

Efek Sinergi Kombinasi Pegagan dan Melinjo



Gambar 3. Efek Sinergi Kombinasi Herba pada Kombucha Teh Hitam

Efek Sinergi Kombinasi Pegagan dan Melinjo



Gambar 3. Efek Sinergi Kombinasi Herba pada Kombucha Teh Hijau

Berdasarkan hasil uji aktivitas antioksidan, kombucha herbal pegagan dan melinjo menunjukkan kemampuan antioksidan paling kuat dibandingkan kombucha herbal tunggal untuk teh hitam (Gambar 3) dan teh hijau (Gambar 4). Terdapat empat (4) formulasi teratas dengan aktivitas antioksidan tertinggi seluruhnya merupakan kombinasi pegagan dan melinjo, dengan formulasi FF (Teh Hijau + Ekstrak Pegagan+Melinjo) menempati peringkat pertama memiliki IC_{50} terendah (8,70 $\mu\text{g/mL}$), tetapi kekuatannya 1,6 kali lipat lebih besar daripada asam askorbat murni. Menunjukkan potensi aplikasi kombucha herbal kombinasi pegagan melinjo sebagai minuman fungsional. Karakteristik fisiko-kimia semua kombucha memiliki rentang pH 3,9-4,7 menunjukkan pH dalam kondisi aman untuk dikonsumsi[28], [29], aktivitas antioksidan yang exceptional ini mengindikasikan bahwa

Doi:

senyawa bioaktif dari herbal dan metabolit khamir berperan lebih dominan daripada asam asetat dalam memberikan efek antioksidan. Temuan ini menunjukkan potensi aplikasi kombucha herbal kombinasi pegagan-melinjo sebagai minuman fungsional dengan profil sensori yang mungkin lebih ringan namun dengan potensi antioksidan yang sangat tinggi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa formulasi FF (Teh Hijau + Ekstrak Pegagan dan Melinjo) merupakan formulasi terbaik dengan aktivitas antioksidan tertinggi (IC₅₀ 8,70 µg/mL) yang 1,6 kali lebih kuat dibandingkan asam askorbat. Terdapat efek sinergis yang jelas antara pegagan dan melinjo dalam meningkatkan aktivitas antioksidan kombucha. Metode ekstraksi maserasi terbukti lebih unggul daripada infusa.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Penelitian Dana Pemula (PDP) Tahun Anggaran 2025.

Daftar Pustaka

- [1] W. Geneva, *Noncommunicable diseases country profiles 2018*. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO., 2018. doi: 10.1002/9781119097136.part5.
- [2] B. Boddu, V. R. Cheedarala, B. R. Chandu, and G. Budagala, "Free radicals, antioxidants and functional foods: impact on human health," *Int. J. Curr. Innov. Adv. Res.*, pp. 11–18, 2024, doi: 10.47957/ijciar.v7i2.172.
- [3] L. A. Pham-Huy, H. He2, and C. Pham-Huy, "Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health," *Int. J. Biomed. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 33–48, 2008, doi: 10.1016/B978-0-12-820595-2.00003-5.
- [4] N. Kurniawati, S. Erikania, and N. H. Mar'ah, "Exploring Centella asiatica-derived Compounds as Inhibitors of Chikungunya Virus nsP2 Protease: Insights into Pharmacokinetics Prediction," *Malaysian J. Pharm.*, vol. 10, no. 1, pp. 19–22, 2024, doi: 10.52494/maljpharmv10i04.
- [5] N. Kurniawati, L. Nur Hayati, Susilowati, and N. H. Mar'ah, "Kadar Total Flavonoid Dan Aktivitas Antidiabetes Daun Gnetum gnemon L.: Studi In Silico," *Pharmacoscrypt*, vol. 8, no. 1, pp. 291–307, 2025.
- [6] J. H. Park *et al.*, "Anti-inflammatory effect of titrated extract of Centella asiatica in phthalic anhydride-induced allergic dermatitis animal model," *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 18, no. 4, pp. 1–14, 2017, doi: 10.3390/ijms18040738.
- [7] M. H.-O.- Rashid *et al.*, "Antioxidant, cytotoxic, antibacterial and thrombolytic activities of Centella asiatica L.: possible role of phenolics and flavonoids," *Clin. Phytoscience*, vol. 9, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.1186/s40816-023-00353-8.
- [8] Z. H. Yan, X. Y. Shi, and H. Jiang, "Phytochemistry, Pharmacology, and Clinical Applications of Centella Asiatica (L.) Urban," *World J. Tradit. Chinese Med.*, vol. 9, no. 4, pp. 369–398, 2023, doi: 10.4103/2311-8571.376900.
- [9] M. A. Triputra and A. Yanuar, "Analysis of compounds isolated from gnetum gnemon L. Seeds as potential ace inhibitors through molecular docking and molecular dynamics simulations," *J. Young Pharm.*, vol. 10, no. 2, pp. s32–s39, 2018, doi: 10.5530/jyp.2018.2s.7.
- [10] S. He and X. Yan, "From Resveratrol to Its Derivatives: New Sources of Natural Antioxidant," *Curr. Med. Chem.*, vol. 20, no. 8, pp. 1005–1017, 2013, doi: 10.2174/0929867311320080004.
- [11] H. Kitwetcharoen *et al.*, "Kombucha Healthy Drink—Recent Advances in Production, Chemical Composition and Health Benefits," 2023. doi: 10.3390/fermentation9010048.
- [12] R. N. DuMez-Kornegay, L. S. Baker, A. J. Morris, W. L. M. DeLoach, and R. H. Downen, "Kombucha Tea-associated microbes remodel host metabolic pathways to suppress lipid accumulation," *PLoS Genet.*, vol. 20, no. 3 March, 2024, doi: 10.1371/journal.pgen.1011003.
- [13] N. Anantachoke, R. Duangrat, T. Sutthiphakul, D. Ochaikul, and S. Mangmool, "Kombucha Beverages Produced from Fruits, Vegetables, and Plants: A Review on Their Pharmacological Activities and Health Benefits," 2023. doi: 10.3390/foods12091818.
- [14] T. Kaewkod, S. Bovonsombut, and Y. Tragoolpua, "Efficacy of kombucha obtained from green, oolong and black teas on inhibition of pathogenic bacteria, antioxidation, and toxicity on colorectal cancer cell line," *Microorganisms*, vol. 7, no. 12, pp. 1–18, 2019, doi: 10.3390/microorganisms7120700.
- [15] R. Luthfiyanti *et al.*, "Techno-Economic Analysis of The Ciplukan (Physalis Angulata Linn) Functional Drink Industry," *BIO Web Conf.*, vol. 69, pp. 1–10, 2023, doi: 10.1051/bioconf/20236903015.
- [16] K. K. Indonesia, *Farmakope Indonesia Edisi VI*. 2020.
- [17] A. Nn, "A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation," *Med. Aromat. Plants*, vol. 04, no. 03, pp. 3–8, 2015, doi: 10.4172/2167-0412.1000196.
- [18] S. A. Villarreal-Soto, S. Beaufort, J. Bouajila, J.-P. Souchard, and P. Taillandier, "Understanding Kombucha Tea Fermentation A Review," 2018.
- [19] P. Carloni *et al.*, "Antioxidant activity of white, green and black tea obtained from the same tea cultivar," *Food Res. Int.*, vol. 53, no. 2, pp. 900–908, 2013, doi: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.057.
- [20] R. Jayabalan, R. V Malbaša, E. S. Lončar, J. S. Vitas, and M. Sathishkumar, "A Review on

Doi:

- Kombucha Tea-Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus.," *Compr. Rev. food Sci. food Saf.*, vol. 13, no. 4, pp. 538–550, Jul. 2014, doi: 10.1111/1541-4337.12073.
- [21] R. R. Cardoso *et al.*, "Kombuchas from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities," *Food Res. Int.*, vol. 128, no. November 2019, p. 108782, 2020, doi: 10.1016/j.foodres.2019.108782.
- [22] T. A. R. Mary E. Kelley, Claire Ramsay Wan, Beth Broussard, Anthony Crisafio, Sarah Cristofaro, Stephanie Johnson, "Centella asiatica – Phytochemistry and mechanisms of neuroprotection and cognitive enhancement," *Schizophr. Res.*, vol. 171, no. 1–3, pp. 62–67, 2016, doi: 10.1007/s11101-017-9528-y.Centella.
- [23] D. Wazir, S. Ahmad, R. Muse, M. Mahmood, and M. Y. Shukor, "Antioxidant activities of different parts of *Gnetum gnemon* L.," *J. Plant Biochem. Biotechnol.*, vol. 20, no. 2, pp. 234–240, 2011, doi: 10.1007/s13562-011-0051-8.
- [24] W. Brand-Williams, M. E. Cuvelier, and C. Berset, "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity," *LWT - Food Sci. Technol.*, vol. 28, no. 1, pp. 25–30, 1995, doi: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).
- [25] S. Sang, J. D. Lambert, C.-T. Ho, and C. S. Yang, "The chemistry and biotransformation of tea constituents.," *Pharmacol. Res.*, vol. 64, no. 2, pp. 87–99, Aug. 2011, doi: 10.1016/j.phrs.2011.02.007.
- [26] H. Wagner and G. Ulrich-Merzenich, "Synergy research: Approaching a new generation of phytopharmaceuticals," *Phytomedicine*, vol. 16, no. 2–3, pp. 97–110, 2009, doi: 10.1016/j.phymed.2008.12.018.
- [27] Q.-W. Zhang, L.-G. Lin, and W.-C. Ye, "Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review.," *Chin. Med.*, vol. 13, p. 20, 2018, doi: 10.1186/s13020-018-0177-x.
- [28] J. F. de Miranda *et al.*, "Kombucha: A review of substrates, regulations, composition, and biological properties," *J. Food Sci.*, vol. 87, no. 2, pp. 503–527, 2022, doi: 10.1111/1750-3841.16029.
- [29] S. Lilis and S. Imas, "Kombucha: fisikokimia dan studi kritis tingkat kehalalan," *War. Akab*, vol. 46, no. 1, pp. 21–27, 2022.