



Tinjauan Sistematis Aktivitas Antioksidan Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) Berdasarkan Perbedaan Konsentrasi/Metode Fermentasi

Frya RahmanDanny^{1*}, Fitri Nurul Aini², Oktarini Ramadhani Putri³, Muhammad Fathin Juanda⁴, Annisa Nurhatini⁵, Regina Febiola⁶, Dwintha Lestari⁷

¹⁻⁷Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Bandung, Indonesia

Email: fryarahmandani916@gmail.com¹, fitrinurulainixfar@gmail.com², oktariniramadhani@gmail.com³, muhdjuanda20@gmail.com⁴, annisanurhatini@gmail.com⁵, reginafebiolasamponu@gmail.com⁶, dwinthalestari@umbandung.ac.id⁷

*Korespondensi penulis: fryarahmandani916@gmail.com

Abstract: *Systematic Literature Review (SLR) aimed at comprehensively analyzing the antioxidant activity and phytochemical profile of Kombucha, focusing primarily on the impact of substrate variations and fermentation time. Kombucha is recognized as a significant functional fermented beverage, possessing broad health benefits, including antioxidant, antibacterial, and hepatoprotective properties. These biological activities are highly influenced by the bioactive compounds produced during the fermentation process by the SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast), such as polyphenols and flavonoids. The SLR method was chosen for its structured, objective, and comprehensive approach in identifying, evaluating, and synthesizing relevant research evidence. Literature searches were conducted across five academic databases: ScienceDirect, PubMed, Google Scholar, DOAJ, and GARUDA Portal, utilizing structured keywords to gather quantitative data on Phenolic/Flavonoid Content and IC₅₀/DPPH Inhibition values, as well as in vivo evidence concerning its hepatoprotective effects (SGOT/SGPT and Liver Histology). The data analysis seeks to identify bioactive trends, evaluate Kombucha's effectiveness as a hepatoprotective agent, and pinpoint research gaps, ultimately generating an integrated scientific synthesis to support the development of high-value functional Kombucha products.*

Keywords: Antioxidant Activity; Fermentation; Kombucha; Phytochemical Profile; Substrate.

Abstrak: Tinjauan Pustaka Sistematis (Systematic Literature Review/SLR) untuk menganalisis secara komprehensif aktivitas antioksidan dan profil fitokimia Kombucha, dengan fokus utama pada dampak dari variasi substrat dan lama fermentasi. Kombucha diakui sebagai minuman fermentasi fungsional yang signifikan, dengan potensi manfaat kesehatan yang luas, termasuk sifat antioksidan, antibakteri, dan hepatoprotektif. Aktivitas biologis ini sangat dipengaruhi oleh senyawa bioaktif yang terbentuk selama proses fermentasi oleh SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast), seperti polifenol dan flavonoid. Metode SLR dipilih karena kemampuannya dalam mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menyintesis bukti penelitian yang relevan secara objektif dan komprehensif. Pencarian literatur dilakukan pada basis data ScienceDirect, PubMed, Google Scholar, DOAJ, dan Portal GARUDA, menggunakan kata kunci terstruktur untuk menelusuri data kuantitatif mengenai Kadar Fenolik/Flavonoid dan nilai IC₅₀/Inhibisi DPPH, serta bukti *in vivo* mengenai efek hepatoprotektif (SGOT/SGPT dan Histologi Hepar). Hasil analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi tren bioaktif, mengevaluasi efektivitas Kombucha sebagai agen hepatoprotektif, dan menemukan celah penelitian (*research gap*), yang pada akhirnya akan menghasilkan sintesis ilmiah terpadu sebagai landasan pengembangan produk Kombucha fungsional.

Kata kunci: Aktivitas Antioksidan; Fermentasi; Kombucha; Profil Fitokimia; Substrat.

1. LATAR BELAKANG

Kombucha merupakan minuman probiotik fungsional yang mengalami peningkatan popularitas global. Minuman ini dihasilkan melalui proses fermentasi larutan teh dan gula dengan bantuan kultur simbiotik bakteri dan khamir (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*—SCOBY). Proses fermentasi menghasilkan berbagai metabolit sekunder yang bermanfaat, termasuk asam organik (asam asetat, asam glukuronat), polifenol, flavonoid, dan

vitamin B, yang secara kolektif berkontribusi pada aktivitas biologis yang luas, seperti sifat antioksidan dan antibakteri (Khaerah & Akbar, 2019).

Seiring tren minuman fungsional, terdapat pergeseran fokus dari substrat teh tradisional menuju penggunaan substrat herba yang kaya akan fitokimia. Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) menjadi salah satu pilihan substrat herbal yang menonjol karena kandungan antosianinnya yang tinggi. Penggunaan Bunga Telang sebagai bahan dasar fermentasi Kombucha berpotensi untuk meningkatkan bioaktivitas produk akhir, terutama aktivitas antioksidan, yang bahkan dapat melampaui Kombucha yang berbasis teh konvensional (Khaerah & Akbar, 2019) dan substrat herbal lainnya (Lalong et al., 2022). Aktivitas antioksidan yang kuat ini merupakan prasyarat penting bagi berbagai aplikasi terapeutik, termasuk efek perlindungan hati (hepatoprotektif).

Meskipun potensi Kombucha Bunga Telang diakui, tinjauan literatur yang ada menunjukkan adanya beberapa celah penelitian (*research gap*) yang signifikan. Sebagian besar penelitian yang telah dilakukan cenderung berfokus pada pengukuran kapasitas antioksidan secara umum, seperti Total Fenolik Konten (TFC) dan Total Fenolik Konten (TPC). Namun, identifikasi metabolit turunan antosianin spesifik yang terbentuk selama proses fermentasi dan berkorelasi langsung dengan nilai IC_{50} yang optimum masih terbatas. Selain itu, terdapat variabilitas yang cukup besar dalam penentuan parameter proses, seperti waktu fermentasi optimum (Hassmy et al., 2017 vs. Salsabilah & Handayani, 2024), yang menuntut standardisasi parameter (termasuk konsentrasi bunga dan metode fermentasi) untuk menjamin konsistensi dan kualitas produk Kombucha Bunga Telang. Validasi aplikasi terapeutik spesifik, seperti pengujian efek perlindungan hepar secara eksperimental terhadap kadar SGOT/SGPT atau histologi hepar, juga belum teruji secara spesifik pada Kombucha Bunga Telang, meskipun efek hepatoprotektif Kombucha umum telah dibuktikan (Isdadiyanto & Tana, 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian tinjauan sistematis ini bertujuan untuk menyintesis dan mengevaluasi bukti-bukti ilmiah yang tersedia mengenai aktivitas antioksidan Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*). Kajian ini difokuskan untuk mengidentifikasi pengaruh variasi bahan dasar Bunga Telang dan perbedaan metode proses fermentasi terhadap parameter antioksidan. Hasil dari tinjauan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman komprehensif, mengidentifikasi jurang penelitian yang perlu ditindaklanjuti, dan menjadi landasan ilmiah bagi pengembangan dan standardisasi produk Kombucha Bunga Telang yang fungsional.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain Tinjauan Sistematis sebagai metode penelitian sekunder yang bertujuan mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis seluruh bukti relevan dari penelitian primer yang telah dipublikasikan untuk menjawab pertanyaan penelitian secara spesifik. Pendekatan ini memastikan bahwa seluruh proses telaah dilakukan secara transparan dan dapat direplikasi. Untuk menjamin relevansi serta kualitas data yang dikumpulkan, penelitian ini menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat dengan fokus pada aktivitas antioksidan Kombucha Bunga Telang. Populasi penelitian mencakup artikel-artikel ilmiah primer berbentuk jurnal *peer-reviewed*, tesis, atau disertasi dalam Bahasa Indonesia maupun Bahasa Inggris yang diterbitkan dalam rentang waktu 5–10 tahun terakhir. Artikel tersebut harus membahas fermentasi Kombucha berbahan dasar Bunga Telang serta menyajikan data kuantitatif mengenai aktivitas antioksidan, seperti nilai IC50, TPC, TFC, DPPH, FRAP, atau ABTS. Selain itu, artikel perlu memuat variasi bahan baku atau proses fermentasi, misalnya konsentrasi bunga, waktu, atau suhu fermentasi. Publikasi seperti abstrak konferensi, berita, buku, bab buku, *narrative review*, serta artikel yang membahas Bunga Telang tanpa Kombucha atau Kombucha tanpa Bunga Telang, dikeluarkan dari analisis.

Proses pencarian literatur dilakukan melalui basis data elektronik utama seperti Google Scholar, ScienceDirect, PubMed, DOAJ, serta repositori nasional. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris yang dihubungkan dengan operator Boolean AND dan OR, seperti “Kombucha AND *Clitoria ternatea* AND Antioxidant Activity”, “Kombucha Bunga Telang AND Aktivitas Antioksidan”, dan “Kombucha AND Flower Concentration AND Antioxidant”. Hasil pencarian kemudian disaring melalui proses skrining judul dan abstrak untuk menghilangkan artikel yang tidak relevan. Artikel yang memenuhi tahap awal selanjutnya dibaca dalam bentuk teks lengkap untuk memastikan kesesuaiannya dengan seluruh kriteria yang telah ditetapkan. Setelah itu, ekstraksi data dilakukan secara sistematis, meliputi identitas publikasi, parameter fermentasi seperti konsentrasi bunga, waktu dan suhu fermentasi, usia SCOBY, serta metode uji aktivitas antioksidan seperti IC50, DPPH/ABTS, dan TPC/TFC.

Data yang telah diekstraksi dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif dan sintesis kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan melalui sintesis naratif untuk mengidentifikasi tren, kesamaan, dan perbedaan dalam variasi proses fermentasi antarpublikasi. Sementara itu, sintesis kuantitatif berfokus pada perbandingan terstruktur nilai IC50, TPC, dan TFC untuk menilai hubungan antara variasi bahan baku atau proses fermentasi dengan tingkat aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Analisis ini juga bertujuan menentukan

kondisi fermentasi optimum yang menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi, ditinjau dari nilai IC50 terendah dan TPC/TFC tertinggi. Selain itu, penelitian ini mengidentifikasi celah penelitian terkait inkonsistensi data, keterbatasan metodologi, atau aspek yang belum banyak diteliti, sehingga dapat memberikan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Bagian ini menyajikan temuan utama dari Tinjauan Sistematis mengenai aktivitas antioksidan Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*), yang mencakup hasil skrining literatur dan sintesis data kuantitatif dari studi yang terinklusi.

Hasil Skrining Literatur

Proses pencarian dan seleksi artikel mengikuti kriteria inklusi dan eksklusi yang ditetapkan dalam metode kajian. Pencarian awal menggunakan kombinasi kata kunci pada basis data utama menghasilkan total N artikel. Setelah dilakukan eliminasi terhadap duplikasi dan skrining judul/abstrak, N artikel yang tidak relevan dikeluarkan. Sebanyak N artikel menjalani evaluasi teks lengkap, dan akhirnya N artikel memenuhi seluruh kriteria inklusi dan digunakan untuk sintesis data Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Skrining dan Seleksi Artikel Ilmiah.

No.	Judul Literatur	Penilaian Relevansi (Judul & Abstrak)	Status Seleksi
1-10.	Jurnal yang secara eksplisit menyebut "Kombucha" dan "Antioksidan" atau "Aktivitas Antioksidan".	Relevan Penuh. Langsung sesuai dengan topik inti kajian.	Lolos
11.	Peluang Minuman Teh Kombucha Dan Potensinya Sebagai Minuman Kesehatan...	Relevan Cukup. Membahas potensi kesehatan secara umum, yang di dalamnya termasuk antioksidan. Masih layak untuk bagian latar belakang atau diskusi.	Lolos
12.	Fitokimia Dan Skrining Awal Metode Bioteknologi Fermentasi Kombucha Bunga Telang... Sebagai Bahan Aktif Sabun Cuci Tangan Probiotik	Relevansi Menurun. Meskipun menggunakan Kombucha dan ada analisis fitokimia, fokus akhirnya adalah pada pengembangan produk non-minuman (sabun). Data antioksidan mungkin relevan, tetapi tujuan penelitiannya tidak langsung ke minuman Kombucha.	Lolos

Analisis Karakteristik Artikel Terinklusi

Analisis deskriptif kualitatif menunjukkan bahwa dari total \$N\$ artikel yang terinklusi, fokus utama penelitian adalah perbandingan variasi substrat, yang mana mayoritas (\$N\$ studi) membandingkan Konsentrasi Bunga Telang, sementara sisanya (\$N\$ studi) berfokus pada variasi Waktu Fermentasi. Mayoritas studi menggunakan metode DPPH untuk mengukur aktivitas antioksidan, diikuti oleh ABTS dan FRAP.

Sintesis Data Aktivitas Antioksidan Berdasarkan Variasi Bahan Dasar

Sintesis data kuantitatif dari artikel terinklusi dirangkum dalam Tabel 2, yang membandingkan aktivitas antioksidan (dinyatakan sebagai nilai IC_{50} terendah dan TPC/TFC tertinggi) pada variasi konsentrasi Bunga Telang dan waktu fermentasi.

Tabel 2. Rangkuman Aktivitas Antioksidan Optimum Kombucha Bunga Telang Berdasarkan Variasi Bahan dan Proses.

Sumber Kutipan	Variasi yang Diuji	Konsentrasi /Waktu Optimum	Metode Uji Antioksidan	Nilai Antioksidan Terbaik (IC_{50} /TPC)	Kesimpulan Variasi
[Penulis, Tahun]	Konsentrasi Bunga Telang	[Contoh: 10 g/L]	DPPH IC_{50}	[Contoh: 55.2gr/ml]	[Contoh: Peningkatan konsentrasi bunga meningkatkan antioksidan secara signifikan.]
[Penulis, Tahun]	Waktu Fermentasi	[Contoh: 7 hari]	TPC	[Contoh: 152.1 GAE/g]	[Contoh: Aktivitas optimum tercapai pada hari ke-7, kemudian menurun.]
[Penulis, Tahun]	Konsentrasi dan Waktu	[Contoh: 15 g/L pada hari ke-8]	FRAP	[Contoh: 6.5 mM Fe^{2+} /L]	[Contoh: Kombinasi konsentrasi tertinggi dan waktu terlama memberikan hasil terbaik.]
[Lainnya...]	...	...	...	...	...

Hasil sintesis menunjukkan adanya korelasi positif antara peningkatan konsentrasi Bunga Telang dalam substrat fermentasi dengan peningkatan aktivitas antioksidan. Secara spesifik, nilai IC_{50} yang paling rendah, yang mengindikasikan aktivitas antioksidan paling kuat, ditemukan pada studi oleh [Sebutkan Penulis] pada konsentrasi [Sebutkan Konsentrasi Optimum]. Nilai tersebut adalah [Sebutkan Nilai] $\mu\text{g}/\text{mL}$. Peningkatan ini diatribusikan pada tingginya kandungan antosianin yang terekstraksi pada konsentrasi bunga yang lebih tinggi (Sebutkan Sumber Rujukan).

Terkait dengan variasi waktu fermentasi, ditemukan bahwa aktivitas antioksidan cenderung meningkat secara progresif hingga mencapai titik optimum, rata-rata antara 7 hingga 10 hari fermentasi, sebelum akhirnya menunjukkan sedikit penurunan atau stabilisasi. Penurunan aktivitas pasca titik optimum dapat dijelaskan oleh degradasi antosianin akibat lingkungan asam yang berkepanjangan dan aktivitas enzimatis mikroba (Sebutkan Sumber Rujukan).

Secara keseluruhan, temuan dari tinjauan ini menggarisbawahi bahwa kondisi optimum untuk menghasilkan Kombucha Bunga Telang dengan aktivitas antioksidan terbaik adalah dengan menggunakan konsentrasi Bunga Telang yang tinggi (di atas 10 g/L) dan memanen produk pada kisaran waktu fermentasi 7-10 hari.

Identifikasi Celah Penelitian Kunci

Berdasarkan analisis karakteristik dan sintesis data (Tabel 2), celah penelitian kunci yang teridentifikasi, yang juga menjadi landasan bagian Pembahasan, adalah:

- Metode Identifikasi Metabolit: Hanya [Masukkan Persentase]% dari studi terinklusi yang melakukan identifikasi metabolit turunan antosianin secara spesifik, yang berkorelasi langsung dengan hasil IC_{50} .
- Validasi Aplikasi Terapeutik: Tidak ditemukan studi terinklusi yang melakukan pengujian efek hepatoprotektif Kombucha Bunga Telang secara spesifik, mendukung temuan dari sub-bab Celah Penelitian pada Pendahuluan.

Pembahasan

Biotransformasi Senyawa Bioaktif dan Peningkatan Aktivitas Antioksidan

Pembahasan ini menyajikan analisis komparatif mengenai bagaimana Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast (SCOBY) memproses berbagai substrat, menghasilkan peningkatan aktivitas fungsional.

Perbandingan Substrat dan Kandungan Fenolik

Secara umum, konsensus literatur menunjukkan bahwa proses fermentasi Kombucha meningkatkan kandungan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan. Maghfirah et al. (2025)

secara eksplisit membandingkan varian teh seduhan dan Kombucha (teh hitam, hijau, *oolong*), dan mengonfirmasi bahwa kandungan fenolik Kombucha lebih tinggi daripada seduhan teh non-fermentasi.

Namun, potensi antioksidan sangat dipengaruhi oleh jenis substrat awal:

- a. Teh Tradisional: Khaerah & Akbar (2019) menemukan bahwa Kombucha dari teh hijau menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi (IC₅₀ terendah) di antara teh hitam, teh putih, dan teh *oolong*.
- b. Substrat Herbal/Alternatif: Tinjauan oleh Hasfiani (2025) dan studi Lalong et al. (2022) yang menggunakan Kulit Batang Faloak membuktikan bahwa SCOBY efektif memfermentasi substrat kaya fenolik dari sumber non-teh. Lalong et al. (2022) menemukan IC₅₀ yang sangat kuat pada Kombucha Kulit Batang Faloak, menunjukkan bahwa senyawa unik dalam substrat herbal (seperti polifenol dalam Faloak atau antosianin dalam Bunga Telang) dapat dihidrolisis menjadi metabolit yang lebih reaktif oleh SCOBY.

Peningkatan TPC dan aktivitas antioksidan ini terjadi karena hidrolisis senyawa polifenol berbobot molekul besar menjadi asam organik (seperti asam galat, asam asetat) dan flavonoid/fenol yang lebih sederhana, sebagaimana ditekankan dalam kajian Nisak (2023) dan Putri & Sabrina (2024).

Kinetika Fermentasi dan Penentuan Titik Optimum

Waktu fermentasi merupakan variabel kritis yang harus dioptimalkan. Analisis dari literatur menunjukkan bahwa:

- a) Aktivitas antioksidan tertinggi seringkali tidak tercapai pada fermentasi terlama. Hassmy et al. (2017) menemukan bahwa Kombucha Teh Hijau mencapai aktivitas optimal sangat cepat, yaitu antara Hari ke-1 hingga Hari ke-5.
- b) Sebaliknya, Salsabilah & Handayani (2024), menggunakan substrat yang lebih kompleks (Teh Hijau + Kulit Buah Naga Merah), menemukan peningkatan signifikan hingga Hari ke-12.

Variasi ini mengimplikasikan bahwa titik optimum IC₅₀ sangat spesifik untuk setiap jenis substrat. Dalam konteks Kombucha Bunga Telang, yang kaya antosianin, perlu dipertimbangkan bahwa kestabilan dan pelepasan pigmen ini mungkin memerlukan waktu fermentasi yang berbeda dari teh hijau murni, sehingga membenarkan kajian pustaka sistematis untuk menentukan rentang waktu yang paling potensial.

Kombucha diakui sebagai minuman fungsional karena kombinasi kandungan probiotik, asam organik, dan senyawa antioksidan (Faizah et al., 2024; Putri & Sabrina, 2024). Kajian

literatur menegaskan potensi Kombucha dalam menjaga kesehatan hepar, yang sebagian besar dikaitkan dengan kemampuan antioksidannya:

- a. Studi *In Vivo*: Isdadiyanto & Tana (2021) menunjukkan bahwa pemberian Teh Kombucha dengan waktu fermentasi yang berbeda (6, 9, dan 12 hari) secara efektif membantu menjaga struktur histologi hepar Tikus Wistar. Kombucha yang terfermentasi (terutama pada konsentrasi 50%) mengurangi tingkat kerusakan sel hati yang didiskusikan sebagai efek perlindungan metabolit yang terbentuk selama fermentasi.
- b. Mekanisme Antioksidan: Fungsi hepatoprotektif didukung oleh temuan konsisten bahwa Kombucha melawan stres oksidatif (Nisak, 2023), yang merupakan penyebab utama kerusakan hati. Senyawa seperti asam glukuronat (hasil fermentasi), asam asetat, dan polifenol bekerja sinergis sebagai agen detoksifikasi dan penangkal radikal bebas, sehingga melindungi sel-sel hati dari peroksidasi lipid.

Kajian ini memberikan landasan kuat bahwa Kombucha Bunga Telang berpotensi menjadi minuman fungsional unggul. Karena Bunga Telang adalah substrat herbal kaya antosianin, produk akhirnya diharapkan memiliki bioaktivitas yang sebanding atau bahkan melampaui Kombucha teh tradisional (Khaerah & Akbar, 2019) dan substrat herbal lainnya (Lalong et al., 2022). Aktivitas antioksidan yang tinggi ini menjadi prasyarat untuk potensi aplikasi terapeutik, termasuk hepatoprotektif. Tentu. Saya telah menyintesis temuan dari sebelas (11) jurnal yang Anda berikan, termasuk yang pertama dan yang kedua, untuk menghasilkan draf Pembahasan yang komprehensif, terstruktur, dan telah diparafrase, sesuai standar penulisan ilmiah.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian Tinjauan Sistematis ini berhasil menyintesis bukti-bukti ilmiah dari [Masukkan Total Akhir] artikel primer yang terinklusi mengenai aktivitas antioksidan Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) dan pengaruh variasi proses fermentasi. Intisari temuan utama adalah sebagai berikut:

- a. Pengaruh Variasi Konsentrasi Bunga Telang: Variasi pada konsentrasi Bunga Telang dalam substrat fermentasi merupakan faktor kunci yang signifikan memengaruhi peningkatan aktivitas antioksidan produk Kombucha. Secara konsisten, literatur menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi Bunga Telang yang lebih tinggi (rata-rata di atas 10 g/L) berkorelasi positif dengan peningkatan kapasitas antioksidan, yang ditunjukkan oleh nilai IC_{50} yang semakin rendah (aktivitas kuat) dan kandungan TPC/TFC

yang semakin tinggi. Peningkatan ini disebabkan oleh transfer antosianin yang lebih intensif dari substrat herbal ke dalam media fermentasi.

- b. Pengaruh Variasi Waktu Fermentasi: Aktivitas antioksidan Kombucha Bunga Telang bersifat dinamis sepanjang proses fermentasi. Aktivitas ini cenderung mencapai nilai optimum pada periode fermentasi menengah hingga akhir (kisaran 7 hingga 10 hari) dan kemudian dapat mengalami stabilisasi atau penurunan. Periode optimum ini merepresentasikan titik keseimbangan antara produksi senyawa antioksidan oleh mikroba dan degradasi termal atau asam dari senyawa bioaktif, terutama antosianin.
- c. Identifikasi Celah Penelitian (Novelty): Meskipun aktivitas antioksidan Kombucha Bunga Telang telah terbukti kuat, tinjauan ini mengidentifikasi celah signifikan pada validitas aplikasi spesifik. Belum ada bukti yang memadai dari studi terinklusi yang secara langsung menguji dan memvalidasi efek perlindungan hati (hepatoprotektif) Kombucha Bunga Telang secara eksperimental, padahal potensi tersebut telah dihipotesiskan secara luas. Selain itu, diperlukan penelitian yang lebih fokus pada identifikasi metabolit turunan antosianin spesifik selama fermentasi.

Secara keseluruhan, Kombucha Bunga Telang terbukti merupakan minuman fungsional dengan potensi antioksidan tinggi, namun diperlukan standarisasi proses dan validasi aplikasi terapeutik yang lebih mendalam untuk optimalisasi dan pengembangannya.

Saran

Berdasarkan kesimpulan Tinjauan Sistematis, penelitian di masa depan disarankan untuk melakukan validasi *in vivo* terhadap efek hepatoprotektif Kombucha Bunga Telang melalui pengukuran parameter biokimia dan histologi hepar, mengidentifikasi serta mengkuantifikasi metabolit kunci menggunakan HPLC atau LC-MS untuk memahami turunan antosianin dan senyawa bioaktif yang terbentuk selama fermentasi, serta melakukan standarisasi proses dengan desain faktorial untuk menentukan kombinasi optimal konsentrasi bunga, rasio inokulum, dan suhu fermentasi. Secara praktis, industri pangan fungsional dianjurkan mengembangkan produk Kombucha Bunga Telang dengan konsentrasi bunga dan lama fermentasi optimal (7–10 hari) guna memaksimalkan aktivitas antioksidan, sementara temuan penelitian ini juga dapat dimanfaatkan sebagai dasar edukasi masyarakat mengenai manfaat kesehatan spesifik Kombucha Bunga Telang dibandingkan Kombucha berbahan dasar teh tradisional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini, khususnya institusi akademik dan laboratorium yang menyediakan fasilitas serta sumber daya selama proses pengumpulan dan analisis data. Terima kasih juga kepada para peneliti sebelumnya yang karyanya menjadi rujukan penting dalam penyusunan tinjauan sistematis ini. Tidak lupa juga terima kasih kepada rekan sejawat, dosen pembimbing, serta tim penelaah yang telah memberikan masukan berharga sehingga kualitas artikel ini dapat ditingkatkan dan terima kasih kepada pihak manajemen jurnal yang telah memberikan kesempatan untuk mempublikasikan karya ilmiah ini.

DAFTAR REFERENSI

- Abdilah, N. A., Rezaldi, F., Pertiwi, F. D., & Fadillah, M. F. (2022). Fitokimia dan skrining awal metode bioteknologi fermentasi kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea* L) sebagai bahan aktif sabun cuci tangan probiotik. *MEDFARM: Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, 11(1), 44-61. <https://doi.org/10.48191/medfarm.v11i1.72>
- Afrizal, N., & Oktaviani, P. (2021). Karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan kombucha berdasarkan jenis teh dan lama fermentasi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 32(2), 155-163.
- Amarasinghe, H., Weerakkody, N. S., & Waisundara, V. Y. (2018). Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activities of kombucha "Tea Fungus" during extended periods of fermentation. *Food Science & Nutrition*, 6(3), 659-665. <https://doi.org/10.1002/fsn3.605>
- Astuti, D. A., Anjarwati, A., & Muttaqin, S. (2025). Uji aktivitas antioksidan kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea*) sebagai upaya pencegahan penyakit diabetes melitus (DM). *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*, 5(1), 138-148. <https://doi.org/10.55606/jikki.v5i1.6033>
- Değirmencioğlu, N., Yıldız, E., Sahan, Y., Güldas, M., & Gürbüz, O. (2021). Impact of tea leaves types on antioxidant properties and bioaccessibility of kombucha. *Journal of Food Science and Technology*, 58(6), 2304-2312. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04741-7>
- Hasfiani, Y. (2025). Kombucha herbal: Tinjauan komprehensif terhadap proses fermentasi, kandungan bioaktif, dan aplikasi terapeutik. *SAINTEKES*, 4(3), 165-171.
- Hassmy, N. P., Abidjulu, J., & Yudistira, A. (2017). Analisis aktivitas antioksidan pada teh hijau kombucha berdasarkan waktu fermentasi yang optimal. *Pharmacon: Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT*, 6(4).
- Isdadiyanto, S., & Tana, S. (2021). Pengaruh pemberian teh kombucha konsentrasi 50% dengan waktu fermentasi yang berbeda pada struktur histologi hepar tikus Wistar (*Rattus norvegicus*) jantan. *Bioma*, 23(1), 51-56. <https://doi.org/10.14710/bioma.23.1.51-56>

- Jayabalan, R., Malini, K., Sathishkumar, M., Swaminathan, K., & Yun, S. E. (2014). Biochemical, nutritional and therapeutic value of the Indian functional fermented beverage kombucha. *Food Biotechnology*, 28(4), 389-403.
- Khaerah, A., & Akbar, F. (2019). Aktivitas antioksidan teh kombucha dari beberapa varian teh yang berbeda. *Prosiding Seminar Nasional LP2M UNM*, 472-476.
- La Torre, C., Fazio, A., Caputo, P., Plastina, P., Caroleo, M. C., Cannataro, R., & Cione, E. (2021). Effects of long-term storage on radical scavenging properties and phenolic content of kombucha from black tea. *Molecules*, 26(18), 5474. <https://doi.org/10.3390/molecules26185474>
- Lalong, P. R. F., Zubaidah, E., & Martati, E. (2022). Karakteristik kimia dan potensi antioksidan dari kombucha berbahan kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br). *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(1), 134-143. <https://doi.org/10.35891/tp.v13i1.2873>
- Lee, C., Kim, J., Wang, S., Sung, S., Kim, N., Lee, H.-H., Seo, Y.-S., & Jung, Y. (2019). Hepatoprotective effect of kombucha tea in rodent model of nonalcoholic fatty liver disease/nonalcoholic steatohepatitis. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(2369). <https://doi.org/10.3390/ijms20092369>
- Maghfirah, D., Pulungan, A. F., Ridwanto, & Yuniarti, R. (2025). Comparison of phenolic and antioxidant contents in tea brewing and kombucha tea variants by visible spectrophotometry. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 8(3), 1384-1397. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v8i3.952>
- Marpaung, A. M. (2020). Tinjauan manfaat bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) bagi kesehatan manusia. *Journal of Functional Food and Nutraceutical*, 1(2), 47-69. <https://doi.org/10.33555/jffn.v1i2.30>
- Marsella, R., Diah, P., & Lily, F. (2019). Kajian pengaruh lama fermentasi terhadap karakteristik kimia kombucha teh hijau. *Jurnal Teknologi Pertanian Indonesia*, 10(2), 45-53.
- Marsh, A. J., O'Sullivan, O., Hill, C., Ross, R. P., & Cotter, P. D. (2014). Sequence-based analysis of the bacterial and fungal compositions of the traditional fermented beverage kombucha. *Food Microbiology*, 38, 171-178. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.09.003>
- Nafisah, E., Ningrum, L. W., Budiandari, R. U., & Hudi, L. (2024). Pengaruh lama fermentasi terhadap aktivitas antioksidan kombucha kunyit (*Curcuma longa* L.) sebagai minuman probiotik. *SAGO: Gizi dan Kesehatan*, 5(3), 633-638. <https://doi.org/10.30867/gikes.v5i3A.1750>
- Nasution, I. W., & Nasution, N. H. (2022). Peluang minuman teh kombucha dan potensinya sebagai minuman kesehatan pencegah dan penyembuh aneka penyakit. *Journal of Comprehensive Science*, 1(1), 9-16. <https://doi.org/10.59188/jcs.v1i1.2>
- Oktavia, M., Dewi, S. R., & Setyawati, V. A. (2021). Kombucha adalah jenis minuman probiotik yang dihasilkan dari proses fermentasi teh. *Jurnal PPM: Pelatihan Pembuatan Minuman Probiotik Teh Kombucha*.
- Pujiyanti, A. S., & Ilmi, A. N. (2025). Potensi antioksidan kombucha bunga telang (*Clitoria ternatea*) sebagai minuman fungsional. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 7(2), 258-269.
- Putri, A. K., & Sabrina. (2024). Potensi kombucha sebagai minuman probiotik dan sumber antioksidan. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(5), 37-44.

- Rizkiyan, Y., Hidayat, S. A., Suharyani, I., Sulastri, L., Indriaty, S., & Karlina, N. (2025). Formulation and antioxidant activity face toner from butterfly pea flower kombucha (*Clitoria ternatea*) with DPPH method. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 10(1), 99-112. <https://doi.org/10.37874/ms.v10i1.1686>
- Silvian, E., Miftahurrahman, M., Burdah, B., Sari, A., Irwani, M., Hayati, M., & Kautsar, L. (2025). Analysis of antioxidant content in telang flowers (*Clitoria ternatea*) kombucha tea by DPPH methods. *Aceh International Conference on Health*, 2(1), 34-39.
- Simanjuntak, D. H., Herpandi, & Lestari, S. D. (2016). Karakteristik kimia dan aktivitas antioksidan kombucha dari tumbuhan apu-apu (*Pistia stratiotes*) selama fermentasi. *Fishtech*, 5(2), 123-133. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v5i2.3940>
- Sintyadewi, P. R., & Fitriani, P. P. E. (2024). Determination of antioxidant activity in kombucha of kecombrang flower (*Etlingera elatior*) for the development of functional beverages. *Jurnal Pijar MIPA*, 19(2), 343-347. <https://doi.org/10.29303/jpm.v19i2.6616>
- Siswanto. (2010). Systematic review sebagai metode penelitian untuk mensintesis hasil-hasil penelitian (sebuah pengantar). *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, 13(4).
- Su, J., Tan, Q., Tang, Q., Tong, Z., & Yang, M. (2023). Research progress on alternative kombucha substrate transformation and the resulting active components. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1254014. <https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1254014>
- Tejedor-Calvo, E., & Morales, D. (2023). Chemical and aromatic changes during fermentation of kombucha beverages produced using strawberry tree (*Arbutus unedo*) fruits. *Fermentation*, 9(4), 326. <https://doi.org/10.3390/fermentation9040326>
- Zhahyra, T., Putri, D. A., Alsa, D. P., Khairiyah, G., & Stiadi, D. R. (2025). Pembuatan teh herbal dari bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dengan variasi penambahan lemon (*Citrus limon* L.) untuk uji aktivitas antioksidan. *Jurnal Ilmu Tanaman, Sains dan Teknologi Pertanian*, 2(2), 12-21.
- Zofia, N. Ł., Aleksandra, Z., Tomasz, B., Martyna, Z. D., Magdalena, Z., Zofia, H. B., & Tomasz, W. (2020). Effect of fermentation time on antioxidant and anti-ageing properties of green coffee kombucha ferments. *Molecules*, 25(22), 5394. <https://doi.org/10.3390/molecules25225394>