

EKSPLORASI EFEK ANTIBAKTERI KOMBUCHA KONSENTRASI GULA 20%, 30%, 40% DIBANDINGKAN DENGAN ANTIBIOTIK PENICILLIN TERHADAP *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* (ATCC 6538)

Sasanti Dewi¹, Florence Pribadi², Olivia Tantana³
sasantidewi01@student.ciputra.ac.id¹, florence.pribadi@ciputra.ac.id²,
olivia.tantana@ciputra.ac.id³
Universitas Ciputra

ABSTRAK

Kombucha sebagai minuman fermentasi tradisional diketahui menghasilkan senyawa bioaktif seperti asam organik dan polifenol yang berpotensi sebagai agen antibakteri, sementara *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 merupakan bakteri patogen dengan kemampuan resistensi yang semakin mengkhawatirkan, termasuk terhadap antibiotik beta-laktam seperti penisillin. Penelitian eksperimental laboratorium ini bertujuan untuk menganalisis efek antibakteri kombucha dengan variasi konsentrasi gula 20%, 30%, dan 40% dibandingkan dengan penisillin terhadap bakteri tersebut. Metode yang digunakan adalah difusi cakram Kirby-Bauer, dimana bakteri yang telah diinokulasi pada media Mueller Hinton agar diberi perlakuan cakram yang telah direndam dalam larutan uji, diinkubasi 24 jam pada suhu 37°C dan diameter zona hambat yang terbentuk diukur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terbentuk zona hambat pada semua konsentrasi kombucha yang diuji, sementara kelompok kontrol positif penisillin menghasilkan zona hambat yang jelas. Disimpulkan bahwa kombucha dengan konsentrasi gula 20%, 30%, dan 40% tidak menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 dan tidak dapat menyamai efikasi antibiotik penisillin.

Kata Kunci: Kombucha, Aktivitas Antibakteri, *Staphylococcus Aureus* ATCC 6538, Konsentrasi Gula, Penisillin.

ABSTRACT

Kombucha, a traditional fermented drink, is known to produce bioactive compounds such as organic acids and polyphenols, which have potential as antibacterial agents. Staphylococcus aureus ATCC 6538 is a pathogenic bacterium whose resistance capability is a mounting worry, including resistance to beta-lactam antibiotics such as penicillin. This laboratory experimental research aims to analyze the antibacterial effect of kombucha with varying sugar concentrations 20%, 30%, and 40% compared to penicillin on these bacteria. The method employed was the Kirby-Bauer disc diffusion assay, the bacteria were inoculated on Mueller Hinton Agar media treated with discs being soaked in the test solution, incubated for 24 hours at 37°C and the diameter of the inhibition zone formed was measured. The results showed that no inhibition zone was formed at all tested kombucha concentrations, while the positive control group with penicillin produced a clear inhibition zone. It was concluded that kombucha with sugar concentrations of 20%, 30%, and 40% did not show antibacterial activity against Staphylococcus aureus ATCC 6538 and did not match the efficacy of penicillin antibiotics.

Keywords: Kombucha, Antibacterial Activity, *Staphylococcus Aureus* ATCC 6538, Sugar Concentration, Penicillin.

PENDAHULUAN

Kombucha adalah minuman tradisional yang terbuat dari fermentasi teh dengan menggunakan hubungan simbiosis antara Acetic Acid Bacteria (AAB) dan ragi. Kombucha menghasilkan sembilan kelompok senyawa kimia yaitu alkohol, asam, lakton, senyawa heterosiklik terkondensasi, ester, aldehida, asam lemak, dan alkaloid yang berasal dari

metabolit bioaktif. Kombucha juga menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) dan *Escherichia coli* (*E. coli*), dimana organisme tersebut paling rentan terhadap aktivitas antimikroba dari sediaan kombucha (Al-Mohammadi et al., 2021).

Setelah dilakukan fermentasi, kombucha menghasilkan berbagai senyawa bioaktif yang penting, seperti glukosa, fruktosa, asam organik (asam asetat, glukonat, dan Laktat), etanol, 14 jenis asam amino, vitamin, dan enzim pencernaan. Adanya penurunan pH yang signifikan serta peningkatan konsentrasi asam organik yang disebabkan oleh adanya proses fermentasi oleh AAB dengan ragi, yang dapat berperan sebagai agen antibakteri alami yang efektif terhadap berbagai bakteri patogen (Le et al., 2024; Zhou et al., 2022).

Melalui metabolisme pada usus, sel AAB akan menghasilkan zat-zat yang dapat merusak pertumbuhan spesies lain. Asam asetat dalam kombucha menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *E. coli*. Mekanisme antibakteri kombucha juga didukung oleh produksi senyawa bioaktif selama proses fermentasi yang tidak hanya meningkatkan aktivitas antioksidan tetapi juga dapat menciptakan efek penghambatan pertumbuhan bakteri patogen, menciptakan minuman yang bermanfaat untuk menjaga kesehatan (Kuzu et al., 2023).

Staphylococcus aureus merupakan bakteri kokus gram positif, non-motil, katalase positif yang ditemukan sebagai kelompok seperti anggur di bawah mikroskop. *Staphylococcus* tersebar luas di lingkungan dan terutama ditemukan sebagai mikroflora komensal pada kulit mamalia dan burung serta selaput lendir, terutama pada rongga hidung, pada 20-40% populasi umum. Sebagai patogen oportunistik, bakteri *S. aureus* dapat menyebabkan penyakit ringan hingga berat dan dapat mengancam jiwa dalam kondisi yang menguntungkan, seperti infeksi virus dan pasien yang mengalami gangguan kekebalan (Pal et al., 2023).

Di antara patogen gram-positif, *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) dan methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) memainkan peran penting yang bertanggung jawab atas berbagai infeksi, seperti infeksi kulit, pernapasan, dan infeksi sendi tulang, serta endokarditis, bakteremia, dan sindrom syok toksik. Kemampuan *S. aureus* untuk menghasilkan biofilm membuat strain ini dapat menyebabkan kontaminasi pada perangkat medis, infeksi pada luka, fibrosis kistik, dan otitis media.

Bakteri *Staphylococcus aureus* dengan strain ATCC 6538 memiliki indeks hidrofobitas tertinggi dengan indeks 80,23% dan mempunyai profil lipid yang kaya akan asam lemak bercabang serta asam lemak tak jenuh, lipid hidrofobik dapat meningkatkan rigiditas membran, sehingga menghambat antibiotik yang bersifat hidrofilik seperti beta-laktam kedalam sel.

Resistensi antibiotik juga berkaitan dengan sumber infeksi tempat strain diisolasi, hal ini dapat mencerminkan kemampuan potensial mereka untuk menciptakan biofilm, yang pemberantasannya telah terbukti tidak mudah melalui perawatan antibiotik umum dan respon adaptif utama sel terhadap antimikroba adalah menjaga fluiditas membrannya pada nilai yang konstan, terlepas dari kondisi lingkungan yang merugikan. Stabilisasi tersebut merupakan respon utama bakteri terhadap senyawa aktif membran atau perubahan kondisi lingkungan, sehingga mencegah hilangnya sifat fisika-kimia dari lapisan lipid (Bisignano et al., 2019).

Resistensi antibiotik pada MRSA yang semakin kompleks, termasuk kemampuan adaptasi membran sel dan pembentukan biofilm menjadikan eksplorasi senyawa antimikroba alami seperti kombucha. Kombucha dengan kandungan asam organik dan senyawa bioaktifnya, berpotensi menghambat pertumbuhan MRSA melalui mekanisme yang berbeda dari antibiotik konvensional, sehingga dapat menjadi pendekatan tambahan

dalam mengatasi infeksi yang resisten. Hingga saat ini masih belum banyak penelitian mengenai potensi kombucha sebagai antibakteri terhadap *S. aureus*, sehingga diperlukan penelitian untuk membuktikan khasiatnya. Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, ditemukan tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis potensi antibakteri kombucha dengan berbagai konsentrasi gula (20%, 30%, 40%) terhadap *Staphylococcus aureus* melalui uji difusi cakram (Kirby-Bauer).

METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorik (in-vitro) yang dilakukan dalam kondisi terkendali di laboratorium. Peneliti melakukan kegiatan uji coba efektivitas di laboratorium Mikrobiologi Universitas Ciputra Surabaya dan dilaksanakan di bulan Oktober - Desember 2025. Populasi yang digunakan pada penelitian berupa isolat bakteri *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538). Penelitian ini menggunakan metode purposive sampling untuk memperoleh sampel berupa koloni *Staphylococcus aureus* tunggal berbentuk bulat. Perhitungan sampel dalam penelitian eksperimental ini dilakukan dengan menggunakan rumus Federer dan menggunakan faktor koreksi sehingga menghasilkan 6 sampel dalam tiap kelompok.

Bahan penelitian yang digunakan diantaranya adalah kombucha berbahan dasar teh yang difermentasi dengan konsentrasi gula 20%, 30%, 40%, dan antibiotik beta-laktam sebagai kontrol positif, akuades steril sebagai kontrol negatif, SCOBY (kultur awal kombucha) sebagai starter didapatkan dari Indo kombucha, bakteri uji berupa bakteri gram positif yaitu *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 didapatkan dari PT. Intralab Ekatama, dan media MHA (Muller Hinton Agar). Penelitian ini menggunakan alat-alat seperti timbangan digital, termometer, gelas ukur, spatula, corong, kompor, panci stainless steel, Erlenmeyer 500 mL, toples kaca, kain katun, pisau, karet gelang, sarung tangan, beaker glass, pipet tetes, aluminium foil, penangas air, Laminar Air Flow (LAF), mikropipet 1000 mikroliter, cawan petri, jangka sorong analitik, bluetip, yellowtip, ose, bunsen, inkubator, korek api, masker medis, plastik sterilisasi, loyang, dan autoklaf.

Dalam penelitian ini menggunakan data kuantitatif yaitu dengan diameter zona hambat pada pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, yang termasuk dalam skala rasio dan dianalisis menggunakan statistik inferensial. Jenis penelitian ini adalah penelitian komparatif karena akan membandingkan efektivitas antibakteri antara kelompok perlakuan. Selanjutnya melakukan identifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* strain ATCC 6538, kemudian akan ditempatkan secara acak ke dalam kelompok yang masing-masing diberikan perlakuan berupa kombucha dengan konsentrasi gula 20%, 30%, 40% serta antibiotik beta-laktam sebagai pembanding. Setelah jangka waktu tertentu, diameter zona hambat diukur dan dibandingkan antar kelompok.



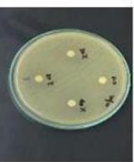

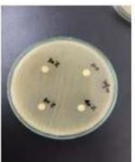

Untuk membandingkan diameter zona hambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* antar kelompok perlakuan yaitu kombucha konsentrasi gula 20%, 30%, 40%, antibiotik beta-laktam, dan aquades, akan digunakan uji statistik One Way ANOVA pada tingkat kepercayaan 95% jika data berdistribusi normal dan jika data tidak berdistribusi normal maka analisis dilanjutkan dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis. Pada uji normalitas data, akan dilakukan menggunakan uji Shapiro-Wilk dikarenakan jumlah sampel dalam tiap kelompok ≤ 50 dengan tingkat signifikan $P0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik, sehingga hipotesis tidak dapat diterima.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam bentuk kajian eksperimental laboratorik. Instrumen penelitian berupa media Mueller Hinton Agar, cakram difusi, dan lembar pencatatan hasil pengukuran, yang digunakan untuk menilai diameter zona hambat *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) setelah pemberian perlakuan kombucha dengan konsentrasi gula 20%, 30%, dan 40%, antibiotik penicillin sebagai kontrol positif, serta aquades sebagai kontrol negatif. Persiapan untuk melakukan penelitian diawali dengan pembuatan Kombucha diawali dengan menyeduh teh hijau sebanyak 6-8 gram dan diseduh dalam air sebanyak 1 liter hingga mendidih, setelah mendidih pisahkan air teh kedalam botol kaca sesuai dengan konsentrasi gula yang akan dibuat. Perhitungan gula yang akan digunakan dihitung dengan menggunakan rumus 1 liter = 1000 ml yang berarti masing-masing konsentrasi seperti $20\% \times 1000 = 200$, $30\% \times 1000 = 300$, dan $40\% \times 1000 = 400$ sehingga gula yang diperlukan sebanyak 200, 300, dan 400 gram, lalu masukkan gula kedalam masing-masing botol dan aduk hingga merata. Tunggu teh hingga dingin, tuangkan starter kombucha sebanyak 100 ml dan masukkan SCOBY kedalam masing-masing botol, tutup botol dengan menggunakan kain atau karet botol agar tidak mudah terkontaminasi dan tunggu fermentasi selama 7-14 hari, hingga pH turun menjadi 3. Dilanjutkan dengan pembuatan suspensi bakteri dengan mengambil koloni menggunakan jarum ose, kemudian menyetarakan kekeruhannya dengan standar McFarland 0,5 ($1,5 \times 10^8$ CFU/mL). Suspensi bakteri tersebut selanjutnya diusapkan secara merata pada permukaan media Mueller-Hinton Agar (MHA) menggunakan kapas steril agar kepadatan bakteri seragam di seluruh permukaan media, cakram kertas steril diletakkan di atas permukaan agar, lalu setiap cakram ditetesi 20 μ L larutan teh kombucha probiotik dengan konsentrasi yang sudah ditentukan. Cawan petri kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24–48 jam. Pertumbuhan bakteri diamati dengan melihat ada atau tidaknya zona bening di sekitar cakram. Zona bening menunjukkan adanya hambatan pertumbuhan bakteri, sedangkan tidak adanya zona bening menunjukkan bahwa bakteri tetap tumbuh. Pengukuran diameter zona hambat dilakukan menggunakan jangka sorong dan hasilnya dibandingkan dengan kontrol positif dan kontrol negatif. Zona hambat yang muncul kemudian digunakan sebagai dasar untuk menentukan apakah kombinasi konsentrasi kombucha memiliki kemampuan menghambat atau tidak terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*.

Tabel 1. Hasil uji zona hambat kombucha dengan konsentrasi gula 20%, 30%, dan 40% terhadap *Staphylococcus aureus*

		
Plate I Kombucha konsentrasi gula 20%, 30%, 40% (diameter zona hambat 0)	Plate II Kombucha konsentrasi gula 20%, 30%, 40% (diameter zona hambat 0)	Plate III Kombucha konsentrasi gula 20%, 30%, 40% (diameter zona hambat 0)
		
Plate IV Kombucha konsentrasi gula 20%, 30%, 40% (diameter zona hambat 0)	Plate V Kombucha konsentrasi gula 20%, 30%, 40% (diameter zona hambat 0)	Plate VII Kombucha konsentrasi gula 20%, 30%, 40% (diameter zona hambat 0)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi kombucha tidak memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, tidak terlihat terbentuknya zona hambat pada seluruh konsentrasi yang diuji baik 20%, 30%, maupun 40% yang telah diinkubasi selama 24 jam. Dan setelah melakukan uji coba sebanyak 6 kali ulangan dengan menyetarakan kekeruhan menggunakan standarisasi 0,5 McFarland tidak didapatkan hasil, selanjutnya dilakukan pengujian ulang dengan menggunakan McFarland 0,2 dan diberikan kombucha dengan masing-masing konsentrasi gula 20%, 30%, dan 40%. Setelah diinkubasi selama 24 jam juga tidak didapati adanya zona hambat pada percobaan ketujuh.

Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk menilai efektivitas kombucha dengan konsentrasi gula 20%, 30%, dan 40% dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. Konsentrasi dinyatakan efektif apabila menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan kelompok kontrol negatif melalui nilai selisih rerata (mean difference) yang positif, serta memiliki perbedaan bermakna atau tidak menunjukkan perbedaan signifikan ketika dibandingkan dengan kelompok kontrol positif berupa antibiotik penisillin. Temuan ini menunjukkan bahwa hipotesis awal mengenai keberadaan metabolit aktif seperti asam organik, etanol, dan polifenol yang bersifat antibakteri tidak terbukti dalam penelitian ini. Ketiadaan zona hambat mengindikasikan bahwa kandungan senyawa aktif dalam kombucha mungkin belum mencapai kadar yang cukup untuk mengganggu membran sel bakteri maupun proses metabolisme mikroba, atau senyawa tersebut tidak mampu berdifusi dengan baik ke dalam medium. Tidak terdapat adanya diameter zona hambat di antara ketiga konsentrasi juga memperlihatkan bahwa peningkatan kadar gula fermentasi tidak memberikan pengaruh terhadap kemampuan kombucha dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus*. Ketika dibandingkan dengan kontrol positif berupa penisillin, perbedaannya sangat jelas karena penisillin tetap menghasilkan zona hambat yang luas dan konsisten. Keadaan ini menegaskan bahwa metode difusi cakram hanya mendeteksi aktivitas antibakteri yang benar-benar dapat berdifusi ke medium, dan dalam penelitian ini, kombucha tidak menunjukkan kemampuan tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombucha pada berbagai konsentrasi tidak menghasilkan zona hambat terhadap *Staphylococcus aureus*. Hasil ini berbeda dengan penelitian (Al-Mohammadi et al., 2021) yang menunjukkan bahwa dalam menekan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *E. coli* pada media BHI broth dengan menggunakan berbagai substrat jus buah, yaitu apel, jambu biji, stroberi, dan tomat. Pada penelitian tersebut, pertumbuhan bakteri pada kelompok kontrol meningkat tajam hingga hampir 9 siklus log dalam 72 jam. Namun, perlakuan KFB pada konsentrasi 2% dan 4% mampu menurunkan jumlah sel secara signifikan ($p \leq 0.05$), dengan selisih log CFU/mL antara kontrol dan perlakuan mencapai hampir 10 siklus log setelah 48–72 jam. Bahkan, tidak ditemukan pertumbuhan *S. aureus* setelah 48 jam dan *E. coli* setelah 72 jam pada perlakuan KFB 4%, sementara KFB 2% berhasil menghambat pertumbuhan kedua bakteri setelah 96 jam inkubasi. Keberhasilan efek antimikroba pada penelitian tersebut dapat dipengaruhi oleh penggunaan substrat berupa jus buah yaitu jus apel, jambu biji, stroberi, dan tomat menyediakan kandungan gula, vitamin, mineral, serta fitokimia alami yang secara signifikan meningkatkan aktivitas fermentasi dan memperkaya produksi metabolit antimikroba, seperti asam organik, etanol, dan senyawa fenolik.

Penelitian yang telah dilakukan oleh (Effendi et al., 2014) melaporkan bahwa kombucha mampu menghambat *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi tertentu. Tergantung dengan fermentasinya, fermentasi yang baik biasanya menghasilkan asam laktat, asam asetat, dan senyawa aktif lain yang berfungsi menghambat bakteri. Jika fermentasi tidak berjalan optimal, maka senyawa antibakterinya akan berkurang dan

kombucha menjadi kurang efektif dalam menekan pertumbuhan *S. aureus*. Selain itu, pH kombucha yang kurang asam juga dapat membuat bakteri tetap mampu bertahan. Karakteristik bakteri uji juga dapat memengaruhi hasil. Strain *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 sering menunjukkan ketahanan yang lebih stabil terhadap perubahan lingkungan, termasuk paparan asam dan metabolit hasil fermentasi. Hal ini membuat bakteri tersebut masih dapat tumbuh walaupun terkena kombucha. Metode difusi agar yang digunakan dalam penelitian juga dapat menyebabkan zona hambat tidak terlihat jika senyawa antibakteri dalam kombucha tidak mampu berdifusi dengan baik ke dalam media. Bila kandungan aktif kombucha tidak menyebar merata, maka hasil pengukuran dapat menunjukkan tidak adanya zona hambat meskipun sebenarnya terdapat sedikit aktivitas antibakteri. Berdasarkan hasil tersebut, penelitian menunjukkan bahwa efektivitas kombucha sangat bergantung pada kualitas fermentasi, jumlah LAB, pH, dan kandungan metabolitnya. Kombucha tidak selalu bersifat antibakteri jika syarat fermentasi tidak terpenuhi. Penelitian menegaskan bahwa kualitas fermentasi harus distandarisasi sebelum menilai potensi antibakteri kombucha. Temuan ini memberikan gambaran bahwa perbedaan proses fermentasi dan sifat bakteri uji dapat menjadi penyebab utama mengapa kombucha dalam penelitian tidak mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*.

Hasil penelitian sejalan dengan temuan oleh (Ismu Chofidah et al., 2019) yang membuktikan bahwa kombucha rosela dengan konsentrasi gula 20% menunjukkan tidak adanya zona hambat (0 mm) terhadap *Staphylococcus aureus*. Kegagalan pembentukan zona hambat ini mencerminkan bahwa konsentrasi 20% memiliki kadar gula yang rendah menyebabkan bakteri masih tetap tumbuh sehingga belum mampu untuk menekan pertumbuhan bakteri Gram-positif tersebut. Kombucha pada tahap awal fermentasi atau pada konsentrasi ekstrak yang rendah biasanya memiliki kadar asam organik, polifenol, flavonoid, dan senyawa antibakteri lainnya yang masih minimal sehingga tidak cukup kuat untuk merusak struktur dinding sel *S. aureus* yang tebal dan berlapis peptidoglikan. Lamanya fermentasi (hanya 7 hari) dapat berkontribusi terhadap minimnya produksi metabolit aktif pada konsentrasi rendah. Kombucha dengan fermentasi pendek biasanya belum memiliki akumulasi asam asetat dan senyawa aktif lain dalam jumlah optimal, sehingga pada konsentrasi rendah, kemampuan antibakterinya menjadi tidak terdeteksi. Dengan demikian, kegagalan daya hambat pada konsentrasi 20% dapat dijelaskan oleh kombinasi antara kadar senyawa antimikroba yang rendah, karakteristik dinding sel *S. aureus* yang kuat, serta potensi lama fermentasi yang belum memadai.

Hasil penelitian oleh (Barbosa et al., 2022) turut memperkuat hasil penelitian karena menunjukkan bahwa kombucha yang diberikan perlakuan tidak difilter, difilter, maupun dinetralkan tidak memiliki zona hambat (0,0 mm) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (ATCC 33591). Hasil perlakuan menunjukkan bahwa semua bentuk kombucha yang diuji tidak mampu memberikan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* bahkan setelah pH kombucha dinetralkan, aktivitas antibakteri tetap tidak muncul, yang menandakan bahwa baik keasaman kombucha maupun komponen bioaktif lainnya tidak mampu memberikan efek penghambatan terhadap bakteri. Tidak terbentuknya zona hambat dapat dijelaskan oleh karakteristik *S. aureus* yang memiliki struktur dinding sel Gram-positif yang lebih tebal dan cenderung lebih resisten terhadap komponen antibakteri ringan seperti asam organik dan polifenol dalam kombucha. Selain itu, konsentrasi senyawa antibakteri alami yang terdapat dalam kombucha pada penelitian jurnal ini tampaknya tidak cukup kuat untuk menimbulkan kerusakan membran maupun menghambat metabolisme sel bakteri tersebut. Hasil mengonfirmasi bahwa aktivitas antibakteri kombucha tidak bersifat universal dan dapat berbeda-beda tergantung spesies bakteri yang diuji.

Penelitian yang dilakukan oleh (Susilowati A., 2024), telah menunjukkan efektivitas Kersen Fruit Kombucha (KFK) dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dapat dianggap tidak optimal jika dibandingkan dengan standar antibakteri farmakologis. KFK konsentrasi 35% menghasilkan zona hambat sebesar 13.07 mm yang tergolong kategori kuat, nilai ini masih secara signifikan lebih rendah dibandingkan kontrol positif cotrimoxazole (14.72 mm). Kegagalan relatif semakin terlihat pada kebutuhan konsentrasi yang sangat tinggi untuk mencapai efek bermakna, dimana KFK 15% dan 25% hanya menghasilkan zona hambat 8.63 mm dan 9.57 mm yang termasuk kategori lemah hingga sedang. Mekanisme kerja antibakteri yang bergantung pada penurunan pH oleh asam asetat juga merupakan kelemahan fundamental, karena *Staphylococcus aureus* dikenal mampu beradaptasi dengan kondisi asam dan kemampuan tersebut dapat dinetralkan dengan mudah ketika bakteri berada dalam lingkungan yang mampu menstabilkan perubahan pH seperti kondisi tubuh. Temuan bahwa tidak ada perbedaan signifikan secara statistik antara ketiga konsentrasi KFK semakin menguatkan ketidakefektifan kombucha sebagai agen antibakteri andalan untuk *Staphylococcus aureus*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Rahmi Fadhilah et al., 2023) mengenai karakteristik dasar substrat teh yang digunakan dapat menganalisis bagaimana perbedaan fundamental dalam proses pengolahan teh hijau dan teh hitam, dimana teh hijau melalui proses pelayuan tanpa oksidasi yang mempertahankan gula sederhana dan senyawa polifenol seperti katekin, sementara teh hitam mengalami oksidasi penuh yang mengubah komposisi kimianya berdampak langsung pada hasil fermentasi kombucha. Perbedaan substrat ini terbukti menghasilkan lingkungan fermentasi yang berbeda secara kualitatif, teh hijau menghasilkan kombucha dengan kadar asam total lebih tinggi (0,4924%) dan pH lebih rendah (2,37) dibandingkan kombucha teh hitam (asam total 0,4584%, pH 2,57). pH yang didukung oleh kandungan polifenol dan katekin yang lebih tinggi dan stabil pada suasana asam dalam teh hijau kombucha, secara langsung berkorelasi dengan aktivitas antibakteri yang lebih unggul, yang terlihat dari zona hambat lebih besar (17.1 mm) terhadap MRSA dibandingkan teh hitam kombucha (14 mm). Inti keberhasilan terletak pada pemilihan jenis substrat teh yang mempengaruhi profil metabolit selama fermentasi dan pada akhirnya menyeting efektivitas antibakteri dari produk akhir kombucha. Berdasarkan analisis terhadap jurnal tersebut, keberhasilan penelitian pada aktivitas antibakteri kombucha secara optimal sangat dipengaruhi oleh karakteristik spesifik bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) yang digunakan sebagai substrat utama. Keunikan dari penelitian terletak pada pemanfaatan secara komprehensif profil fitokimia bunga kecombrang yang kaya akan senyawa bioaktif, termasuk flavonoid, alkaloid, steroid/terpenoid, dan saponin, yang berperan sebagai prekursor penting dalam sintesis senyawa antibakteri selama proses fermentasi. Kandungan flavonoid dan saponin dalam bunga kecombrang secara khusus memberikan kontribusi signifikan terhadap mekanisme penghambatan bakteri, dimana flavonoid bekerja dengan merusak integritas membran sel bakteri, sementara saponin berperan dalam mengganggu permeabilitas dinding sel mikroba. Proses fermentasi oleh kultur SCOBY tidak hanya mengoptimalkan ketersediaan senyawa-senyawa bioaktif tersebut, tetapi juga menghasilkan metabolit sekunder tambahan seperti asam organik yang bersinergi meningkatkan efek antibakteri.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai uji efek antibakteri kombucha dengan variasi konsentrasi gula 20%, 30%, dan 40% dibandingkan dengan antibiotik penisilin terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 tidak efektif sebagai agen antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 dalam penelitian ini, dan

penggunaannya tidak dapat diandalkan untuk menggantikan peran antibiotik penisilin. Hal ini ditandai dengan tidak terbentuknya zona hambat di sekitar cakram difusi, yang menunjukkan bahwa senyawa bioaktif dalam kombucha hasil fermentasi pada penelitian ini tidak mampu menghambat pertumbuhan bakteri uji. Antibiotik penisilin terbukti secara signifikan lebih efektif dibandingkan dengan semua variasi kombucha dengan konsentrasi gula 20%, 30%, dan 40%. Hasil ini menegaskan bahwa dalam konteks penelitian ini, kombucha tidak dapat menyamai efikasi antibiotik konvensional (penisilin) dalam menghambat *Staphylococcus aureus*. Perlu dilakukan optimasi waktu fermentasi kombucha dan standarisasi kondisi fermentasi untuk memastikan konsistensi produksi senyawa antibakteri. Meskipun dalam penelitian ini kombucha tidak menunjukkan efek antibakteri yang signifikan, potensinya sebagai sumber senyawa bioaktif tetap perlu dieksplorasi lebih lanjut, mungkin dalam bentuk kombinasi dengan antibiotik atau formulasi yang lebih stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Abaci, N., Senol Deniz, F. S., & Orhan, I. E. (2022). Kombucha – an ancient fermented beverage with desired bioactivities: A narrowed review. *Food Chemistry X*, 14, 100302. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100302>
- Al-Mohammadi, A.-R., Ismaiel, A. A., Ibrahim, R. A., Moustafa, A. H., Abou Zeid, A., & Enan, G. (2021). Chemical constitution and antimicrobial activity of kombucha fermented beverage. *Molecules*, 26(16), 5026. <https://doi.org/10.3390/molecules26165026>
- antioxidant activity of the kombucha beverage derived from white, green, black and red tea. *Antioxidants*, 9(5), 447. <https://doi.org/10.3390/antiox9050447>
- Antolak, H., Piechota, D., & Kucharska, A. (2021). Kombucha tea—A double power of bioactive compounds from tea and symbiotic culture of bacteria and yeasts (SCOBY). *Antioxidants*, 10(10), 1541. <https://doi.org/10.3390/antiox10101541>
- Aulesa, C., & Góngora, C. (2024). Assessing kombucha: A systematic review of health effects in human. *Journal of CAM Research Progress*, 3, 2–8. <https://doi.org/10.33790/jcrp1100115>
- Barbosa, C. D., Rodrigues Santos, W. C., Da Costa, E. C., Costa, I. M., Alvarenga, V. O., & Lacerda, I. A. C. (2022). Evaluation of antibacterial activity of black and green tea kombucha. *Scientia Plena*, 18, 1–9. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2022.091502>
- Batista, P., Rodrigues Penas, M., Vila-Real, C., Pintado, M., & Oliveira-Silva, P. (2023). Kombucha: Challenges for health and mental health. *Foods*, 12(18), 3378. <https://doi.org/10.3390/foods12183378>
- Bishop, P., Pitts, E. R., Budner, D., & Thompson-Witrick, K. A. (2022). Kombucha: Biochemical and microbiological impacts on the chemical and flavor profile. *Food Chemistry Advances*, 1, 100025. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100025>
- Bisignano, C., Ginestra, G., Smeriglio, A., La Camera, E., Crisafi, G., Franchina, F. A., ... Mandalari, G. (2019). Study of the lipid profile of ATCC and clinical strains of *Staphylococcus aureus* in relation to their antibiotic resistance. *Molecules*, 24(7), 1276. <https://doi.org/10.3390/molecules24071276>
- Cardoso, R. R., Neto, R. O., dos Santos D’Almeida, C. T., do Nascimento, T. P., Pressete, C. G., Azevedo, L., ... Barros, F. A. R. (2020). Kombuchas from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities. *Food Research International*, 128, 108782. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108782>
- Charoenrak, S., Charumanee, S., Sirisa-ard, P., Kumdhithahutsawakul, L., Kiatkarun, S., Pathom-Aree, W., & Bovonsombut, S. (2023). Nanobacterial cellulose from kombucha fermentation as a potential protective carrier of *Lactobacillus plantarum*. *Polymers*, 15(6), 1356. <https://doi.org/10.3390/polym15061356>
- Cheung, G. Y. C., Bae, J. S., & Otto, M. (2021). Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*. *Virulence*, 12(1), 547–569. <https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1878688>
- Choudhuri, A. (2022). A review on pathogenesis and regulatory mechanisms of infections

from

- Effendi, F., Roswien, A. P., & Stefani, E. (2014). Uji aktivitas antibakteri teh kombucha probiotik terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Fitofarmaka: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 4(2), 1–9. <https://doi.org/10.33751/jf.v4i2.185>
- Fadhilah, F. R., Pakpahan, S., Rezaldi, F., Kusmiran, E., Cantika, E., Julinda, O., & Muhammad, R. (2024). Potensi antimikroba pada teh kombucha bunga kecombrang (*Etlingera elatior*). *The Indonesian Journal of Infectious Diseases*, 10(1), 24. <https://doi.org/10.32667/ijid.v10i1.186>
- Harrison, K., & Curtin, C. (2021). Microbial composition of SCOBY starter cultures used by commercial kombucha brewers in North America. *Microorganisms*, 9(5), 1060. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9051060>
- Huang, X., Xin, Y., & Lu, T. (2022). A systematic, complexity-reduction approach to dissect the kombucha tea microbiome. *eLife*, 11, e76401. <https://doi.org/10.7554/eLife.76401>
- Jakubczyk, K., Kałduńska, J., Kochman, J., & Janda, K. (2020). Chemical profile and
- Nyiew, K., Kwong, P. J., & Yow, Y. (2022). An overview of antimicrobial properties of kombucha. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(2), 1024–1053. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12892>
- Safitri, W. N., & Irdawati. (2020). Antibacterial activities of kombucha tea from some types of variations of tea on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Bioscience*, 4(2), 197–206. <https://doi.org/10.24036/0202042105679-0-00>
- Staphylococcus aureus*. *International Journal of Science, Engineering and Management*, 9, 48–59.
- Tran, T., Grandvalet, C., Verdier, F., Martin, A., Alexandre, H., & Tournet-Maréchal, R. (2020). Microbial dynamics between yeasts and acetic acid bacteria in kombucha. *Foods*, 9(7), 963. <https://doi.org/10.3390/foods9070963>
- Zhou, D.-D., Saimaiti, A., Luo, M., Huang, S.-Y., Xiong, R.-G., Shang, A., Gan, R.-Y., & Li, H.-B. (2022). Fermentation with tea residues enhances antioxidant activities and polyphenol contents in kombucha beverages. *Antioxidants*, 11(1), 155. <https://doi.org/10.3390/antiox11010155>.