

Pengaruh Efektivitas Madu, Albumin Ekstrak Ikan Gabus Dan Madu Albumin Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri Escherichia Coli

The Effect Of The Effectiveness Of Honey, Snakehead Fish Extract Albumin, And Honey Albumin In Inhibiting The Growth Of Escherichia Coli Bacteria

Dhamar Heksa Anggaet Saputra ¹, Sukma Sahadewa ², Nur Khamidah ³, Kartika Ishartadiati ⁴

¹Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran
Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Corresponding Author:

email author: dhamarheksa@gmail.com ¹

Sukma.sahadewa@uwks.ac.id ²

nurkhamidah@uwks.ac.id ³

kartika.ishartadiati@uwks.ac.id ⁴

ARTICLE HISTORY

Received [14 Juli 2026]

Revised [25 Oktober 2026]

Accepted [28 Oktober 2026]

Kata Kunci :

Madu, Albumin Ikan Gabus,
Madu Albumin, Escherichia
coli, Antibakteri.

Keywords :

Honey, Snakehead Fish
Albumin, Honey Albumin,
Escherichia coli, Antibacteria.

This is an open access

article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)
license



ABSTRAK

Diare akibat Escherichia coli tetap menjadi masalah kesehatan dan membutuhkan alternatif bahan alami sebagai terapi pendamping. Membandingkan efektivitas madu multiflora, albumin ekstrak ikan gabus, dan madu albumin terhadap pertumbuhan Escherichia coli. Eksperimen in vitro dilakukan dengan metode sumuran pada kelompok kontrol negatif, madu, albumin, dan madu albumin, masing-masing sembilan pengulangan; diameter zona hambat dianalisis menggunakan Kruskal-Wallis dan uji lanjut. Hasil Penelitian: Rata-rata zona hambat madu albumin 27,01 mm, madu 26,46 mm, albumin 2,65 mm, dan kontrol negatif 0 mm; terdapat perbedaan antar kelompok ($p < 0,001$). Madu albumin dan madu efektif menghambat Escherichia coli, sedangkan albumin menunjukkan hambatan lemah; madu albumin tertinggi secara deskriptif, tetapi tidak berbeda signifikan dibandingkan madu.

ABSTRACT

Escherichia coli-related diarrhea remains a health problem and requires natural adjunctive alternatives. Objective: To compare the effectiveness of multiflora honey, snakehead fish albumin extract, and honey-albumin against Escherichia coli growth. This in vitro experiment used the well diffusion method in negative control, honey, albumin, and honey-albumin groups, each with nine replications; inhibition zone diameters were analyzed using the Kruskal-Wallis test and post hoc comparisons. The mean inhibition zones were 27.01 mm for honey-albumin, 26.46 mm for honey, 2.65 mm for albumin, and 0 mm for negative control, with a significant difference among groups ($p < 0.001$). Honey-albumin and honey effectively inhibited Escherichia coli, whereas albumin showed weak inhibition; honey-albumin had the highest descriptive value but did not differ significantly from honey.

PENDAHULUAN

Diare masih menjadi persoalan kesehatan masyarakat karena dapat menimbulkan dehidrasi, penurunan kualitas hidup, dan kematian, terutama pada kelompok usia rentan. Secara klinis, diare ditandai oleh peningkatan frekuensi buang air besar dengan konsistensi feses cair atau lembek, yang dapat disertai mual, muntah, kram perut, dan kehilangan cairan. Salah satu agen infeksi yang sering dikaitkan dengan diare adalah Escherichia coli, terutama ketika bakteri tersebut masuk melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi akibat sanitasi, higiene pangan, atau pengolahan bahan makanan yang kurang baik (Alfionita, 2020; Olianovi & Pasaribu, 2017). Dalam konteks Indonesia, hambatan penanganan diare tidak hanya berkaitan dengan aspek klinis, tetapi juga dengan distribusi layanan kesehatan, ketersediaan air bersih, sanitasi, dan infrastruktur kesehatan yang belum merata (Devi et al., 2022; Fitrah et al., 2024; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2024).

Pendekatan pengendalian diare yang disebabkan oleh bakteri tidak dapat hanya bertumpu pada terapi kuratif, tetapi perlu didukung oleh pencarian bahan alami yang berpotensi menjadi terapi pendamping. Madu telah banyak dikaji karena mengandung komponen antibakteri, antara lain hidrogen peroksida, gula berkadar tinggi, pH rendah, flavonoid, dan asam fenolik. Kombinasi mekanisme tersebut memungkinkan madu menghambat pertumbuhan bakteri melalui kerusakan dinding sel, tekanan osmotik, gangguan metabolisme, dan gangguan sintesis struktur dinding sel (Kunat-Budzynska et al., 2023; Stefanis et al., 2023; Yuliati, 2017). Di sisi lain, albumin ekstrak ikan gabus (Channa striata) dikenal sebagai sumber protein dan albumin yang mendukung pemulihan jaringan dan berpotensi memengaruhi respons imun serta aktivitas antimikroba (Silaban & Nurjanah, 2024; Suardi et al., 2020).

Meskipun madu dan albumin ikan gabus telah dikaji secara terpisah, penelitian yang membandingkan secara langsung efektivitas madu, albumin ekstrak ikan gabus, dan kombinasi madu

albumin terhadap *Escherichia coli* masih terbatas. Kesenjangan ini penting karena efektivitas suatu bahan antibakteri tidak hanya ditentukan oleh keberadaan senyawa aktif, tetapi juga oleh interaksi antar komponen, kemampuan berdifusi pada media agar, dan karakteristik dinding sel bakteri gram negatif. Dengan demikian, perbandingan langsung dalam kondisi laboratorium yang sama diperlukan agar kekuatan daya hambat masing-masing bahan dapat dibaca secara lebih proporsional.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian komparatif tiga perlakuan berbasis bahan alami, yaitu madu multiflora, albumin ekstrak ikan gabus, dan madu albumin, terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dengan parameter diameter zona hambat. Hasil penelitian diharapkan tidak hanya menunjukkan bahan mana yang memiliki daya hambat tertinggi, tetapi juga memberi dasar ilmiah untuk menilai apakah kombinasi madu albumin memberikan keunggulan yang bermakna dibandingkan penggunaan bahan tunggal. Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan efektivitas madu, albumin ekstrak ikan gabus, dan madu albumin dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.

LANDASAN TEORI

Escherichia coli dan Diare

Escherichia coli merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang, bersifat anaerob fakultatif, dan termasuk famili Enterobacteriaceae. Bakteri ini dapat hidup sebagai flora normal, tetapi beberapa strain memiliki faktor virulensi yang menyebabkan gangguan gastrointestinal. Struktur dinding sel gram negatif yang memiliki membran luar dan lipopolisakarida membuat *Escherichia coli* relatif memiliki perlindungan tambahan terhadap senyawa antimikroba tertentu (Cahyani, 2019).

Secara patogenik, *Escherichia coli* penyebab diare dapat berperan melalui beberapa mekanisme, antara lain perlekatan pada mukosa usus, produksi enterotoksin, invasi epitel, atau pembentukan pola agregatif. Manifestasi klinis yang umum muncul meliputi diare cair, nyeri perut, mual, muntah, demam, dan dehidrasi. Faktor risiko infeksi mencakup konsumsi makanan atau minuman terkontaminasi, sanitasi yang buruk, higiene pribadi yang rendah, serta kondisi imunitas yang lemah (Raharjo & Setyarini, n.d.; Wibawa et al., 2023).

Madu sebagai Bahan Antibakteri

Madu merupakan bahan alami yang dihasilkan lebah dari nektar bunga dan memiliki komposisi kimia yang kompleks. Kandungan utama madu adalah karbohidrat, terutama glukosa dan fruktosa, dengan kadar air relatif rendah. Karakter tersebut menyebabkan tekanan osmotik tinggi sehingga air dari sel bakteri dapat tertarik keluar dan menghambat pertumbuhan mikroba. Selain itu, madu memiliki pH asam yang kurang sesuai bagi pertumbuhan optimal *Escherichia coli* (Prabowo et al., 2019; Wulandari, 2017).

Aktivitas antibakteri madu juga didukung oleh hidrogen peroksida yang terbentuk melalui aktivitas enzim glukosa oksidase. Senyawa ini dapat menimbulkan kerusakan oksidatif pada sel bakteri. Komponen fenolik dan flavonoid dalam madu turut berkontribusi melalui gangguan pada dinding sel, membran, dan proses metabolisme mikroba. Pada beberapa penelitian, madu multiflora dilaporkan memiliki potensi antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Hasan et al., 2020; Suwito et al., 2024; Yuliati, 2017).

Albumin Ekstrak Ikan Gabus dan Madu Albumin

Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan ikan air tawar yang dikenal memiliki kandungan protein dan albumin relatif tinggi. Albumin berperan dalam menjaga tekanan osmotik, transport molekul, serta mendukung pemulihan jaringan. Dalam konteks antimikroba, ekstrak ikan gabus mengandung senyawa bioaktif seperti asam amino esensial dan mineral yang diduga dapat memengaruhi membran sel, pembentukan biofilm, dan stres oksidatif bakteri (Silaban & Nurjanah, 2024; Suardi et al., 2020).

Madu albumin merupakan kombinasi madu multiflora dan albumin ekstrak ikan gabus. Produk yang digunakan dalam penelitian ini juga mengandung *Moringa oleifera* folium dan *Curcuma xanthorrhiza* rhizoma. Kelor mengandung saponin yang dapat mengganggu integritas membran sel, sedangkan temulawak mengandung senyawa bioaktif seperti xanthorrhizol dan kurkuminoid yang dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri melalui hambatan sintesis dinding sel dan pembentukan biofilm (Khairun et al., 2019; Silalahi, 2017). Secara teoretis, kombinasi beberapa mekanisme tersebut dapat memperkuat daya hambat terhadap *Escherichia coli*, meskipun efektivitasnya tetap perlu dibuktikan melalui pengujian empiris.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental laboratorium dengan pendekatan posttest-only control group design. Pengujian dilakukan secara in vitro untuk menilai pengaruh pemberian madu, albumin ekstrak ikan gabus, dan madu albumin terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. Parameter utama yang diamati adalah diameter zona hambat yang terbentuk pada media agar setelah perlakuan. Desain ini dipilih karena memungkinkan perbandingan langsung antar kelompok perlakuan dalam kondisi yang terkendali.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Wijaya Kusuma Surabaya pada Januari-Februari 2025. Populasi penelitian adalah bakteri *Escherichia coli*. Sampel uji terdiri atas empat kelompok, yaitu kontrol negatif tanpa perlakuan, kelompok madu multiflora, kelompok albumin ekstrak ikan gabus, dan kelompok madu albumin. Setiap kelompok dilakukan sembilan pengulangan sehingga total terdapat 36 unit pengamatan. Madu multiflora diperoleh dari petani madu di Kecamatan Trawas, Kabupaten Mojokerto, sedangkan albumin ekstrak ikan gabus dan madu albumin diperoleh dari Klinik Pratama Paradise, Surabaya.

Bahan yang digunakan meliputi media agar, kultur *Escherichia coli*, madu multiflora, albumin ekstrak ikan gabus, madu albumin, akuades, dan larutan klorin 0,5% untuk sterilisasi. Alat penelitian meliputi pinset, pipet atau mikropipet, cotton swab steril, inkubator, gelas beker, penggaris, dan jangka sorong. Seluruh prosedur dilakukan dengan prinsip aseptik sesuai standar kerja laboratorium mikrobiologi. Prosedur penelitian diawali dengan menyiapkan media agar, kemudian *Escherichia coli* diinokulasikan pada permukaan media menggunakan cotton swab steril. Setelah itu dibuat sumuran pada bagian tengah media, lalu masing-masing perlakuan ditetaskan sesuai label kelompok. Media diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Setelah inkubasi, diameter zona hambat di sekitar sumuran diukur menggunakan penggaris dan jangka sorong dalam satuan milimeter.

Data yang diperoleh berupa diameter zona hambat dianalisis secara deskriptif dan inferensial menggunakan SPSS. Uji Shapiro-Wilk digunakan untuk menilai normalitas karena jumlah pengulangan kurang dari 50. Uji Levene digunakan untuk menilai homogenitas varians. Karena data tidak memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, perbandingan antar kelompok dianalisis dengan uji Kruskal-Wallis. Analisis lanjutan dilakukan dengan uji pairwise comparison menggunakan penyesuaian Bonferroni untuk mengetahui pasangan kelompok yang berbeda secara bermakna.

Variabel bebas dalam penelitian ini terdiri atas madu multiflora, albumin ekstrak ikan gabus, dan madu albumin, sedangkan variabel terikat adalah pertumbuhan *Escherichia coli* yang dinilai melalui diameter zona hambat. Definisi operasional diringkas untuk memastikan setiap perlakuan, alat ukur, dan skala data dapat dipahami secara praktis tanpa mengulang definisi teoretis yang tidak diperlukan dalam artikel jurnal.

Tabel 1. Definisi Operasional Variabel Penelitian

Variabel	Definisi operasional	Alat ukur	Skala
Madu multiflora	Bahan alami kental dari nektar beberapa jenis bunga yang diberikan pada sumuran media agar.	Pipet/mikropipet	Nominal
Albumin ekstrak ikan gabus	Protein albumin dari ekstrak <i>Channa striata</i> yang diberikan sebagai perlakuan uji.	Pipet/mikropipet	Nominal
Madu albumin	Kombinasi madu multiflora dan albumin ekstrak ikan gabus yang diuji sebagai perlakuan kombinasi.	Pipet/mikropipet	Nominal
<i>Escherichia coli</i>	Bakteri uji yang pertumbuhannya dinilai berdasarkan diameter zona hambat pada media agar.	Jangka sorong/penggaris	Rasio

Sumber: Data penelitian disarikan dari rancangan operasional skripsi (2025).

HASIL DAN PEMBAHASAN

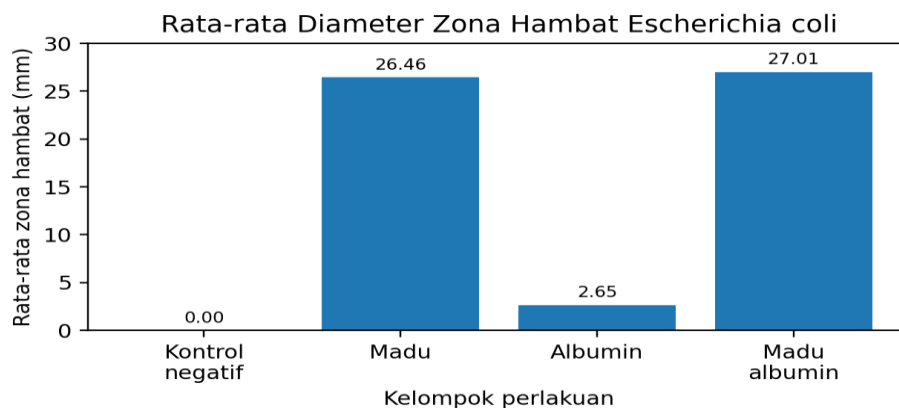
Hasil Penelitian

Pengamatan dilakukan setelah media yang telah diberi perlakuan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Zona hambat terbentuk jelas pada kelompok madu dan madu albumin, sedangkan kelompok albumin menunjukkan diameter yang jauh lebih kecil. Kontrol negatif tidak menunjukkan zona hambat. Hasil ini menunjukkan bahwa hambatan pertumbuhan *Escherichia coli* terutama muncul pada kelompok yang mengandung madu.

Tabel 2. Diameter Zona Hambat Pertumbuhan *Escherichia coli* pada Setiap Kelompok

Pengulangan	Kontrol negatif	Madu	Albumin	Madu albumin
1	0 mm	24,2 mm	7,3 mm	26,7 mm
2	0 mm	27,3 mm	3,5 mm	27,2 mm
3	0 mm	26,9 mm	1,5 mm	27,2 mm
4	0 mm	27,3 mm	1,6 mm	27,2 mm
5	0 mm	26,3 mm	1,1 mm	26,9 mm
6	0 mm	27,3 mm	3,3 mm	26,8 mm
7	0 mm	26,8 mm	2,9 mm	26,7 mm
8	0 mm	26,4 mm	1,1 mm	27,2 mm
9	0 mm	25,7 mm	1,6 mm	27,2 mm
Rata-rata	0 mm	26,46 mm	2,65 mm	27,01 mm

Sumber: Data primer diolah (2025).



Gambar 1. Rata-rata Diameter Zona Hambat Setiap Kelompok Perlakuan

Secara deskriptif, madu albumin memiliki rata-rata zona hambat paling besar, yaitu 27,01 mm. Nilai ini sedikit lebih tinggi dibandingkan madu multiflora sebesar 26,46 mm. Albumin ekstrak ikan gabus hanya menghasilkan rata-rata zona hambat 2,65 mm, sedangkan kontrol negatif tidak menunjukkan daya hambat. Pola ini mengindikasikan bahwa komponen madu menjadi faktor dominan dalam pembentukan zona hambat, sementara albumin sebagai bahan tunggal belum menunjukkan efek antibakteri yang kuat terhadap *Escherichia coli* pada kondisi uji ini.

Hasil uji asumsi menunjukkan bahwa data kelompok albumin dan madu albumin tidak berdistribusi normal berdasarkan uji Shapiro-Wilk, sedangkan uji homogenitas menunjukkan varians tidak homogen. Oleh karena itu, analisis perbandingan dilakukan menggunakan uji nonparametrik Kruskal-Wallis. Ringkasan hasil statistik disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan Uji Normalitas, Homogenitas, dan Kruskal-Wallis

Uji statistik	Kelompok/parameter	Nilai utama	Sig.
Shapiro-Wilk	Madu	Statistic = 0,893; df = 9	0,216
Shapiro-Wilk	Albumin	Statistic = 0,773; df = 9	0,010
Shapiro-Wilk	Madu albumin	Statistic = 0,742; df = 9	0,004
Levene	Based on mean	Levene statistic = 5,731; df1 = 3; df2 = 32	0,003
Kruskal-Wallis	Zona hambat	H = 30,136; df = 3	<0,001

Sumber: Data primer diolah (2025).

Uji Kruskal-Wallis menunjukkan adanya perbedaan bermakna antar kelompok perlakuan ($p < 0,001$). Temuan ini menegaskan bahwa madu, albumin, madu albumin, dan kontrol negatif tidak menghasilkan pola hambatan yang sama terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*. Untuk memperjelas sumber perbedaan, dilakukan uji lanjut pairwise dengan penyesuaian Bonferroni sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Lanjut Pairwise Comparison

Perbandingan kelompok	Test statistic	Std. test statistic	Sig.	Adj. Sig.
Kontrol negatif - Albumin	9,000	1,830	0,067	0,404
Kontrol negatif - Madu albumin	22,333	4,540	<0,001	<0,001
Kontrol negatif - Madu	22,667	4,608	<0,001	<0,001
Albumin - Madu albumin	-13,333	-2,711	0,007	0,040
Albumin - Madu	13,667	2,779	0,005	0,033
Madu albumin - Madu	0,333	0,068	0,946	1,000

Sumber: Data primer diolah (2025).

Uji lanjut menunjukkan bahwa madu dan madu albumin berbeda nyata dibandingkan kontrol negatif. Madu dan madu albumin juga berbeda nyata dibandingkan albumin, yang berarti kedua perlakuan berbasis madu memiliki daya hambat yang jauh lebih kuat daripada albumin ekstrak ikan gabus sebagai bahan tunggal. Namun, perbandingan madu albumin dengan madu tidak menunjukkan perbedaan bermakna setelah penyesuaian Bonferroni. Oleh sebab itu, keunggulan madu albumin atas madu perlu dipahami sebagai keunggulan deskriptif berdasarkan rata-rata zona hambat, bukan sebagai perbedaan statistik yang kuat pada jumlah pengulangan dalam penelitian ini.

Pembahasan

Temuan utama penelitian ini menunjukkan bahwa madu multiflora dan madu albumin memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* secara kuat, sedangkan albumin ekstrak ikan gabus menghasilkan daya hambat rendah. Hasil tersebut sejalan dengan landasan teori bahwa madu memiliki beberapa mekanisme antibakteri yang bekerja secara simultan. Hidrogen peroksida dapat merusak komponen sel bakteri, pH asam menghambat kondisi optimal pertumbuhan *Escherichia coli*, kadar gula tinggi menciptakan tekanan osmotik, dan senyawa fenolik-flavonoid dapat mengganggu struktur dinding sel serta metabolisme bakteri (Kunat-Budzynska et al., 2023; Stefanis et al., 2023; Yuliati, 2017).

Kuatnya zona hambat pada kelompok madu juga dapat dikaitkan dengan karakter madu multiflora. Madu yang berasal dari beragam sumber nektar berpotensi memiliki komposisi senyawa bioaktif yang lebih bervariasi dibandingkan madu monoflora. Variasi tersebut dapat memperkaya aktivitas antioksidan dan antibakteri, walaupun efektivitasnya tetap bergantung pada asal botani, kadar air, kandungan gula, pH, dan kandungan senyawa fenolik. Hasil ini mendukung temuan Hasan et al. (2020) dan Suwito et al. (2024) yang menunjukkan bahwa madu memiliki potensi antibakteri terhadap bakteri gram negatif seperti *Escherichia coli*.

Rendahnya zona hambat albumin ekstrak ikan gabus perlu ditafsirkan secara hati-hati. Albumin ikan gabus memang memiliki manfaat biologis dalam pemulihan jaringan, kandungan protein, dan dukungan terhadap proses penyembuhan. Akan tetapi, efek antibakteri langsung pada media agar dapat berbeda dari fungsi biologisnya di dalam tubuh. Protein atau senyawa bioaktif dalam albumin mungkin tidak berdifusi optimal pada media agar, konsentrasinya belum cukup untuk menghasilkan efek hambat yang kuat, atau kurang efektif menghadapi struktur dinding sel *Escherichia coli* sebagai bakteri gram negatif. Kondisi ini menjelaskan mengapa albumin menunjukkan rata-rata zona hambat rendah meskipun secara teoritis memiliki potensi sebagai bahan pendukung pemulihan dan imunitas (Silaban & Nurjanah, 2024; Suardi et al., 2020).

Madu albumin menghasilkan rata-rata zona hambat tertinggi. Secara konseptual, hal ini dapat dijelaskan oleh kombinasi beberapa komponen aktif. Madu memberikan tekanan osmotik, pH rendah, hidrogen peroksida, serta senyawa fenolik; albumin ikan gabus berkontribusi melalui protein dan

asam amino; kelor mengandung saponin yang dapat mengganggu membran sel; sementara temulawak mengandung komponen bioaktif yang dikaitkan dengan hambatan pembentukan dinding sel dan biofilm (Khairun et al., 2019; Silalahi, 2017). Kombinasi ini memberi dasar biologis bagi terbentuknya zona hambat besar pada kelompok madu albumin.

Namun, uji lanjut menunjukkan bahwa madu albumin tidak berbeda bermakna dibandingkan madu. Temuan ini memperlihatkan bahwa efek tambahan dari albumin dan komponen lain dalam produk kombinasi belum terbukti meningkatkan daya hambat secara statistik pada kondisi penelitian ini. Dengan kata lain, madu albumin memang memiliki rata-rata zona hambat paling tinggi, tetapi dominasi mekanisme antibakteri kemungkinan tetap berasal dari komponen madu. Implikasi ilmiahnya adalah klaim sinergi perlu didukung oleh pengujian lanjutan, misalnya dengan konsentrasi bertingkat, perbandingan bahan tunggal yang lebih terstandar, serta analisis minimum inhibitory concentration dan minimum bactericidal concentration.

Kebaruan logis dari penelitian ini terletak pada penempatan madu, albumin ekstrak ikan gabus, dan madu albumin dalam satu rancangan komparatif. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa tidak semua bahan alami dengan potensi biologis menghasilkan efek antibakteri langsung yang sama. Albumin ikan gabus dapat bernilai sebagai bahan pendukung pemulihan, tetapi efek hambat langsung terhadap *Escherichia coli* jauh lebih rendah daripada madu. Di sisi lain, madu albumin menunjukkan potensi tinggi, tetapi belum menunjukkan keunggulan statistik terhadap madu tunggal. Temuan ini memberikan koreksi penting agar penggunaan bahan alami sebagai terapi pendamping tidak hanya didasarkan pada asumsi manfaat umum, tetapi pada bukti mekanisme dan efektivitas spesifik.

Secara aplikatif, penelitian ini mendukung pengembangan bahan berbasis madu sebagai kandidat pendamping dalam pengendalian infeksi terkait *Escherichia coli*. Meski demikian, hasil in vitro tidak dapat langsung diterjemahkan sebagai efektivitas klinis. Kondisi tubuh manusia melibatkan pH lambung, enzim pencernaan, metabolisme, absorpsi, keamanan dosis, dan interaksi dengan terapi lain. Oleh sebab itu, hasil penelitian ini sebaiknya diposisikan sebagai dasar awal untuk penelitian farmakologis dan mikrobiologis lanjutan, bukan sebagai rekomendasi terapi mandiri tanpa evaluasi klinis.

Implikasi Temuan

Implikasi teoretis dari penelitian ini adalah perlunya membedakan antara potensi biologis suatu bahan dan aktivitas antibakteri langsung yang terukur pada model laboratorium. Albumin ekstrak ikan gabus memiliki nilai biologis dalam proses pemulihan jaringan, tetapi aktivitas tersebut tidak otomatis setara dengan kemampuan membentuk zona hambat yang besar pada uji sumuran. Sebaliknya, madu yang memiliki kombinasi tekanan osmotik, pH rendah, hidrogen peroksida, serta senyawa fenolik menunjukkan efek antibakteri yang lebih nyata pada media uji.

Implikasi praktisnya, bahan berbasis madu dapat dipertimbangkan sebagai fokus pengembangan produk pendamping yang berhubungan dengan pengendalian bakteri enterik. Namun, penggunaan istilah terapi pendamping perlu ditekankan karena hasil penelitian belum membuktikan efektivitas klinis pada manusia. Produk madu albumin tidak dapat diposisikan sebagai pengganti antibiotik atau terapi medis standar, tetapi dapat menjadi kandidat awal untuk riset formulasi, keamanan, dan efektivitas yang lebih lanjut.

Dari sisi metodologis, temuan ini menunjukkan pentingnya penggunaan pembanding yang memadai. Kontrol negatif membuktikan bahwa zona hambat muncul karena perlakuan, sedangkan perbandingan antara madu, albumin, dan madu albumin membantu membedakan kontribusi bahan tunggal dan kombinasi. Dengan demikian, rancangan komparatif seperti ini dapat menjadi model awal bagi penelitian bahan alam lain agar klaim sinergi tidak hanya didasarkan pada komposisi produk, tetapi pada perbedaan efek yang dapat diuji secara statistik.

Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian ini perlu ditekankan agar interpretasi hasil tidak melampaui bukti yang tersedia. Pertama, penelitian hanya menggunakan satu jenis bakteri, yaitu *Escherichia coli*, sehingga hasil belum dapat digeneralisasi terhadap semua patogen penyebab diare. Kedua, metode sumuran in vitro hanya menggambarkan interaksi bahan uji dengan bakteri pada media agar, bukan kondisi biologis kompleks di dalam tubuh. Faktor pH lambung, enzim pencernaan, absorpsi, metabolisme, dan respons imun tidak dapat direpresentasikan sepenuhnya melalui rancangan ini.

Ketiga, bahan uji yang digunakan belum distandarisasi berdasarkan kadar senyawa aktif seperti flavonoid, saponin, kurkuminoid, atau kadar albumin. Perbedaan asal bahan, proses produksi,

dan komposisi produk dapat memengaruhi kekuatan zona hambat. Keempat, jumlah pengulangan masih terbatas, meskipun telah memenuhi kebutuhan rancangan eksperimen dasar. Kelima, penelitian belum mengukur MIC dan MBC, sehingga belum dapat ditentukan konsentrasi minimal yang paling efisien dan aman untuk menghambat atau membunuh bakteri.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, madu multiflora dan madu albumin memiliki aktivitas antibakteri yang kuat terhadap pertumbuhan *Escherichia coli*, sedangkan albumin ekstrak ikan gabus menunjukkan daya hambat yang rendah. Madu albumin menghasilkan rata-rata zona hambat paling tinggi sebesar 27,01 mm, diikuti madu sebesar 26,46 mm, albumin sebesar 2,65 mm, dan kontrol negatif sebesar 0 mm. Uji Kruskal-Wallis menunjukkan perbedaan bermakna antar kelompok perlakuan ($p < 0,001$), dan uji lanjut menunjukkan bahwa madu serta madu albumin berbeda nyata dibandingkan albumin dan kontrol negatif. Akan tetapi, perbedaan antara madu albumin dan madu tidak bermakna secara statistik, sehingga keunggulan madu albumin perlu dipahami sebagai kecenderungan deskriptif yang masih membutuhkan pembuktian lanjutan. Keterbatasan penelitian ini terletak pada penggunaan satu jenis bakteri, metode *in vitro*, jumlah pengulangan yang terbatas, belum adanya standardisasi kadar zat aktif, serta belum dilakukannya uji MIC, MBC, dan uji *in vivo*.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan menguji madu, albumin ekstrak ikan gabus, dan madu albumin terhadap bakteri penyebab diare lainnya seperti *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, atau patogen enterik lain agar cakupan temuan lebih luas. Pengujian konsentrasi bertingkat melalui metode MIC dan MBC diperlukan untuk menentukan konsentrasi minimal yang masih efektif menghambat atau membunuh bakteri. Selain itu, standardisasi kandungan zat aktif pada madu, albumin, dan madu albumin perlu dilakukan agar hasil penelitian lebih mudah direplikasi. Uji *in vivo* dan kajian keamanan juga diperlukan sebelum produk berbasis madu albumin dipertimbangkan sebagai terapi pendamping dalam praktik klinis. Bagi institusi pendidikan dan akademisi, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan riset mikrobiologi, farmasi, dan kedokteran yang lebih terarah mengenai pemanfaatan bahan alami sebagai kandidat antibakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfionita, N. (2020). Uji keefektifan ekstrak etil asetat akar kaik-kaik (*Uncaria cordata* (Lour.) Merr.) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.
- Cahyani, R. P. (2019). Pengaruh rendaman kulit pisang kepok (*Musa balbisiana*) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* [Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surabaya].
- Devi, Y. P., Herdayati, M., Nihar, M. H., Khoiriyah, I. E., Rahayu, P., & Helmi, A. Z. (2022). How is the effect of health services on toddler diarrhea?: Ecological analysis in Indonesia. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 16(1).
- Fitrah, N. E., Neherta, M., & Sari, I. M. (2024). Analisis faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian diare pada anak balita. *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, 14(1), 183-194.
- Hasan, A. E. Z., Herawati, H., Purnomo, P., & Amalia, L. (2020). Fisikokimia madu multiflora asal Riau dan potensinya sebagai antibakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Chemistry Progress*, 13(2).
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). Laporan Kinerja Kesehatan 2023. https://p2p.kemkes.go.id/wp-content/uploads/2024/02/Lapkin-2023-P2PM_16022024.pdf
- Khairun, N. B., Riyan, W., & Annisa, A. P. (2019). Potensi terapi *Moringa oleifera* (kelor) pada penyakit degeneratif. *JK Unila*, 3(1).
- Kunat-Budzynska, M., Rysiak, A., Wiater, A., Graz, M., Andrejko, M., Budzynski, M., Brys, M. S., Sudzinski, M., Tomczyk, M., Gancarz, M., & Rusinek, R. (2023). Chemical composition and antimicrobial activity of new honey varieties. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 2458.

- Olianovi, N., & Pasaribu, D. M. R. (2017). Menghitung *Escherichia coli* fekal dari air cucian selada di pasar wilayah Kecamatan Grogol. *Jurnal Kedokteran Meditek*.
- Prabowo, S., Yuliani, P. Y., Prayitno, Y. A., Lestari, K., & Kusesvara, A. (2019). Penentuan karakteristik fisiko-kimia beberapa jenis madu menggunakan metode konvensional dan metode kimia. *Journal of Tropical AgriFood*, 1(2), 66-73.
- Raharjo, D., & Setyarini, W. (n.d.). Deteksi tipe baru dari bakteri *Escherichia coli* pada pasien anak secara molekuler. Universitas Airlangga. <https://unair.ac.id/deteksi-tipe-baru-dari-bakteri-escherichia-coli-pada-pasien-anak-secara-molekuler/>
- Silaban, R., & Nurjanah, N. (2024). Karakteristik albumin ikan gabus (*Channa striata*) dan potensinya sebagai penyembuh luka. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 23(1), 21-34.
- Silalahi, M. (2017). *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. (pemanfaatan dan bioaktivitasnya). *Jurnal Dinamika Pendidikan*, 10(3), 248-260.
- Stefanis, C., Stavropoulou, E., Giorgi, E., Voidarou, C., Constantinidis, T. C., Vrioni, G., & Tsakris, A. (2023). Honey's antioxidant and antimicrobial properties: A bibliometric study. *Antioxidants*, 12(2), 414.
- Suardi, S., Bahri, S., Sumarni, N. K., & Rahim, E. A. (2020). Perbandingan kadar albumin ikan gabus (*Channa striata*) dari proses perebusan dan pengukusan dengan menggunakan uji Biuret. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 6(1), 67-73.
- Suwito, W., Andriani, I. A., Rohmayanti, T., Haris, H., & Karimy, M. F. (2024). Aktivitas madu sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* O157:H7. *Jurnal Sain Veteriner*, 42(1).
- Wibawa, P. A. M., Nudu, S. R. H., Darwis, H. A., & Kirana, I. P. B. P. (2023). Subtipe diarrheagenic *Escherichia coli* dan keterkaitannya dengan traveler's diarrhea. *Essence*, 21(1), 23-28.
- Wulandari, D. D. (2017). Analisa kualitas madu (keasaman, kadar air, dan kadar gula pereduksi) berdasarkan perbedaan suhu penyimpanan. *Jurnal Kimia Riset*, 2(1), 16-22.
- Yuliati, Y. (2017). Uji efektivitas larutan madu sebagai antibakteri terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosae* dengan metode disk diffusion. *Jurnal Profesi Medika: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 11(1).