

Efek Antimikroba Kombinasi Ekstrak Daun *Isotoma longiflora* (L). C. Presl dan Bunga *Clitoria ternatea* terhadap *S. aureus* dan *Fusarium* sp. sebagai Faktor Pemicu Resiko Infeksi Konjungtiva secara *In Vitro*

Noor Hujjatusnaini^{1*}, Ridha Nirmalasari¹, Astuti Muh Amin², Nor Mila¹, Luthfi Aulia Rahman¹, Utin Tria Marshanda¹, Annisa Maharani Awaluddin¹, Ayu Tiara Putri¹, Fatri Najwa¹, Mila¹

¹Program Studi Tadris Biologi, FTIK, IAIN Palangka Raya, Palangka Raya, Indonesia

²Program Studi Tadris Biologi, FTIK, IAIN Ternate, Maluku Utara, Indonesia

Email: noor.hujjatusnaini@iain-palangkaraya.ac.id

ABSTRAK

Infeksi konjungtiva sering disebabkan oleh berbagai mikroorganisme patogen, termasuk *Staphylococcus aureus* dan *Fusarium* sp. *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai agen antimikroba. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efek antimikroba dari kombinasi ekstrak *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Fusarium* sp., yang berpotensi menyebabkan infeksi konjungtiva secara *in vitro*. Kombinasi ekstrak kedua tanaman dibuat dalam formulasi 1:1, dengan mencampurkan 50% ekstrak *Isotoma longiflora* dan 50% *Clitoria ternatea*. Formulasi kombinasi ini diuji pada konsentrasi 50%, 60%, 70%, 80%, dan 90%, dengan waktu pengamatan selama 72 jam. Hasil uji statistik menggunakan One-Way ANOVA menunjukkan pengaruh signifikan dari kombinasi ekstrak terhadap pertumbuhan kedua mikroba ($p=0,001$; $p<0,05$). Kombinasi ekstrak *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* memiliki efektivitas penghambatan lebih tinggi terhadap *Staphylococcus aureus* dibandingkan *Fusarium* sp., terutama pada konsentrasi 50%. Diduga dipengaruhi kandungan senyawa seperti flavonoid, tanin, dan saponin yang merusak dinding sel dan membran bakteri. Sebaliknya, efektivitas penghambatan terhadap *Fusarium* sp. relatif lebih rendah karena struktur dinding sel jamur yang lebih kompleks. Simpulan bahwa efek kombinasi ekstrak *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* lebih besar sebagai antibakteri bakteri Gram-positif seperti *S. aureus*, dibandingkan terhadap *Fusarium* sp., sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk memvalidasi temuan dalam penelitian ini.

Kata Kunci: *Clitoria ternatea*, *Isotoma longiflora*, *S. aureus*, *Fusarium* sp.

ABSTRACT

Conjunctival infections are often caused by various pathogenic microorganisms, including *Staphylococcus aureus* and *Fusarium* sp. *Isotoma longiflora* and *Clitoria ternatea* are known to contain secondary metabolites with potential as antimicrobial agents. This study aimed to test the antimicrobial effects of a combined extract of *Isotoma longiflora* and *Clitoria ternatea* against *Staphylococcus aureus* and *Fusarium* sp., which can potentially cause conjunctival infections, in vitro. The combined extract of the two plants was formulated in a 1:1 ratio, mixing 50% *Isotoma longiflora* extract and 50% *Clitoria ternatea*. This combination was tested at concentrations of 50%, 60%, 70%, 80%, and 90%, with an observation period of 72 hours. Statistical testing using One-Way ANOVA showed a significant effect of the combined extract on the growth of both microorganisms ($p=0.001$; $p<0.05$). The combined extract of *Isotoma longiflora* and *Clitoria ternatea* exhibited a higher inhibitory effect against *Staphylococcus aureus* than *Fusarium* sp., especially at the 50% concentration. This effect is thought to be influenced by compounds such as flavonoids, tannins, and saponins that can damage bacterial cell walls and membranes. Conversely, the inhibition effect on *Fusarium* sp. was relatively lower, possibly due to the more complex structure of fungal cell walls. In conclusion, the combined extract of *Isotoma longiflora* and *Clitoria ternatea* demonstrates a stronger antibacterial effect against Gram-positive bacteria like *Staphylococcus aureus* compared to *Fusarium* sp., indicating a need for further research to validate these findings.

Keywords: *Clitoria ternatea*, *Isotoma longiflora*, *S. aureus*, *Fusarium* sp.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara keanekaragaman hayati yang berlimpah seperti flora dan fauna yang tersebar luas di daratan, lautan maupun daerah pesisir. Fakta ini dibuktikan oleh jenis tanaman yang tumbuh subur, terutama di hutan Kalimantan, yang salah satunya berkhasiat obat (Lestari *et al.*, 2021). Pemanfaatan tanaman berkhasiat obat ini telah lama diterapkan oleh masyarakat sebagai bahan pencegahan dan penyembuhan berbagai macam penyakit, salah satunya penyakit infeksi (Nada *et al.*, 2023). Penyakit infeksi disebabkan oleh berbagai mikroorganisme yang bersifat patogen yang muncul karena kondisi lingkungan yang buruk dan udara yang

lembab (Zulita, *et al* 2018). Saat ini masyarakat lebih cenderung menyukai pengobatan menggunakan tanaman obat tradisional. Karena tanaman berkhasiat obat memiliki harga yang relatif murah dan mudah dijumpai, serta minim efek samping yang diberikan (Taufiq, 2020).

Salah satu tanaman berkhasiat obat yang dipercaya dapat mengatasi berbagai macam penyakit infeksi diantaranya adalah daun *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea*. *Isotoma longiflora* adalah tanaman yang sudah lama diketahui oleh masyarakat Indonesia, terutama masyarakat Dayak di Kalimantan Tengah, sebagai obat alami yang dapat mengobati berbagai penyakit seperti termasuk asma, bronkhitis, radang tenggorokan, obat anti-

kanker, obat mata, anti-inflamasi, dan analgesik (Indah *et al.*, 2021), diantaranya penyakit asma, bronkhitis, radang tenggorokan, obat anti kanker, obat mata, anti-inflamasi, dan analgesic (Arsyad *et al.*, 2020). *Isotoma longiflora* mengandung senyawa kimia aktif diantaranya seperti alkaloid, saponin, flavonoid, dan polifenol. Senyawa ini memiliki kemampuan untuk bertindak sebagai anti-inflamasi dan mengurangi angiogenesis yang terjadi pada kornea mata akibat paparan zat kimia basa. (Arsyad *et al.*, 2020).

Clitoria ternatea adalah tanaman hias yang sering dilihat di lingkungan sekitar dan biasanya digunakan untuk mengobati berbagai penyakit, seperti pereda nyeri, penyakit jantung, radang tenggorokan, penyakit kulit, gula darah, dan penyakit pada mata (Putri & Baharza, 2023). *Clitoria ternatea* mengandung bahan senyawa aktif seperti, polifenol, flavonoid, glikosida, protein, alkoid, antrakuinon, antosianin, dan antosiani, sehingga dapat mengobati penyakit infeksi konjungtiva (Febrianti *et al.*, 2022).

Infeksi konjungtiva disebabkan oleh mikroorganisme yaitu bakteri patogenik yang menyerang kulit manusia serta membran mukosa pada hidung, bahkan saraf yang dapat mengganggu penglihatan (mata) sebagai inangnya (Aprilia *et al.*, 2022; Zaini, (2021) melaporkan bahwa ekstrak *Clitoria*

ternatea dapat menghambat pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa* sebagai pemicu infeksi konjungtiva. Hal tersebut juga sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Mareintika, 2021). menyatakan bahwa ekstrak *Isotoma longiflora* dapat menghambat penyakit konjungtivis yang ditunjukkan oleh terbentuknya daya hambat terhadap bakteri *S. aureus*.

S. aureus merupakan salah satu bakteri gram positif yang berbentuk bulat (Dewi *et al.*, 2023). Bakteri tersebut menginfeksi manusia melalui saluran hidung dan kulit manusia dan menjadi salah satu penyebab peningkatan jumlah penyakit seperti infeksi kulit (Rianti *et al.*, 2022), endokarditis (Rahmadani *et al.*, 2017), *pneumonia*, *meningitis*, *osteomyelitis*, *sepsis* dan *toxic shock syndrome* (Rahmadani, *et al.*, 2017; Amelia & Burhanuddin, 2018).

Fusarium sp. merupakan salah satu jamur yang bersifat patogen bagi banyak tumbuhan, namun bersifat saprofit pada tanah (Sholihah *et al.*, 2019). Jamur jenis ini menimbulkan penyakit pada tanaman melalui luka akar, sehingga patogen berkembang dalam jaringan tanaman (Sholihah *et al.*, 2019). Selain menginfeksi tanaman, *Fusarium* sp. juga dapat menginfeksi manusia melalui kulit, aliran darah, paru-paru dan mata manusia (Douglas *et al.*, 2016).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui efek antimikroba kombinasi ekstrak *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* terhadap *S. aureus* dan *Fusarium* sp., yang berpotensi memicu infeksi konjungtiva. Kombinasi ekstrak diuji pada berbagai konsentrasi (50%, 60%, 70%, 80%, dan 90%) untuk mengevaluasi kemampuan ekstrak dalam menghambat pertumbuhan kedua mikroorganisme, serta menganalisis perbedaan masa inkubasi pertumbuhan *S. aureus* dan *Fusarium* sp.

II. METODE

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi IAIN Palangka Raya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen untuk menguji efek antimikroba kombinasi ekstrak *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* terhadap *S. aureus* dan jamur patogen *Fusarium* sp. sebagai pemicu infeksi konjungtiva. Ekstrak diuji pada konsentrasi 50%, 60%, 70%, 80%, dan 90%, dengan mengamati kecepatan tumbuh spesifik dan waktu generasi mikroorganisme tersebut selama inkubasi selama 3x24 jam.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya neraca analitik

(Ohaus), autoklaf berkapasitas 20 liter (Hirayama), Laminar Air Flow (LAF) kelas II tipe A2 dengan filter HEPA (Esco), inkubator dengan pengaturan suhu hingga 37°C dan 25°C (Memmert), jangka sorong dengan akurasi hingga 0,1 mm (Mitutoyo), serta paper disk steril berdiameter 6 mm (Oxoid). Bahan yang digunakan adalah *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* yang diperoleh dari Kabupaten Kotawaringin Timur Kalimantan Tengah, aquadest, *chloramphenicol*, biakan murni bakteri *S. aureus* dan biakan murni jamur *Fusarium* sp yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi IAIN Palangkaraya.

C. Preparasi Sampel

Uji aktivitas antimikroba secara *in vitro* dimulai dengan persiapan media kultur Nutrient Agar (NA) untuk *S. aureus* dan *Potato Dextrose Agar* (PDA) untuk *Fusarium* sp. Media ini disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah media siap, diinokulasikan mikroba dengan metode *streak plate* pada permukaan media agar.

Tahapan preparasi kombinasi ekstrak daun *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* dimulai dengan persiapan ekstrak tunggal. Daun kering dari *Isotoma longiflora* diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96%, kemudian ekstrak disaring dan

dikeringkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 40-50°C hingga diperoleh ekstrak kental yang stabil. Ekstrak ini disimpan dalam botol vial steril di tempat sejuk. Proses serupa dilakukan untuk bunga *Clitoria ternatea*, diekstraks hingga menjadi ekstrak kental, dan disimpan dalam botol vial steril untuk menjaga kestabilan senyawa aktifnya.

Tahap berikutnya adalah pembuatan formula kombinasi ekstrak dengan hanya 1 perbandingan antara ekstrak *Isotoma Longiflora* dan *Clitoria ternatea*. Larutan kombinasi ekstrak daun *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* dengan konsentrasi 100% disiapkan terlebih dahulu dengan melarutkan ekstrak dari kedua tumbuhan tersebut dalam pelarut berupa etanol, dalam jumlah yang sama. Larutan stok ini disiapkan sebagai dasar untuk pengenceran ke konsentrasi yang lebih rendah, sesuai konsentrasi target dalam penelitian.

Prosedur berikutnya adalah pengenceran larutan stok untuk menghasilkan kombinasi ekstrak dengan konsentrasi 50%, 60%, 70%, 80%, dan 90%. Untuk konsentrasi 50%, 50 mL larutan stok (100%) ditambahkan 50 mL pelarut sehingga total volume mencapai 100 mL. Untuk konsentrasi 60%, 60 mL larutan stok ditambahkan 40 mL pelarut. Pada konsentrasi 70%, 70 mL larutan stok dicampur dengan 30 mL pelarut.

Konsentrasi 80% dibuat dengan mencampurkan 80 mL larutan stok dengan 20 mL pelarut. Terakhir, untuk konsentrasi 90%, dibuat dengan mencampurkan 90 mL larutan stok dengan 10 mL pelarut, sehingga volume total pada setiap konsentrasi mencapai 100 mL.

Setelah semua konsentrasi kombinasi ekstrak (50%, 60%, 70%, 80%, dan 90%) selesai dipreparasi, larutan-larutan ini disimpan dalam botol steril berwarna gelap dan ditempatkan di suhu rendah atau dalam lemari pendingin untuk menjaga stabilitas senyawa aktifnya. Kombinasi ekstrak dengan berbagai konsentrasi ini siap digunakan untuk uji aktivitas antimikroba terhadap *S. aureus* dan *Fusarium* sp., setiap konsentrasi diuji efektivitasnya dalam menghambat pertumbuhan mikroba.

Untuk menguji aktivitas antimikroba ekstrak, metode difusi cakram (Kirby-Bauer) digunakan dengan cara mencelupkan cakram kertas steril ke dalam larutan kombinasi ekstrak pada konsentrasi yang berbeda-beda. Cakram yang mengandung ekstrak dengan control positif (+) dan negatif (-) ditempatkan di atas permukaan media yang telah diinokulasi dengan mikroba. Setelah itu, media diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam untuk *S. aureus* dan pada suhu 25°C selama 48 jam untuk *Fusarium* sp.

Selama masa inkubasi, ekstrak akan berdifusi ke dalam media dan, jika memiliki aktivitas antimikroba, akan menghambat pertumbuhan mikroba di sekitarnya, membentuk zona hambat. Diameter zona hambat di sekitar cakram diukur sebagai indikator efektivitas antimikroba ekstrak pada masing-masing konsentrasi. Data zona hambat ini dianalisis untuk menilai potensi antimikroba dari kombinasi ekstrak daun *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* terhadap *S. aureus* dan *Fusarium* sp.

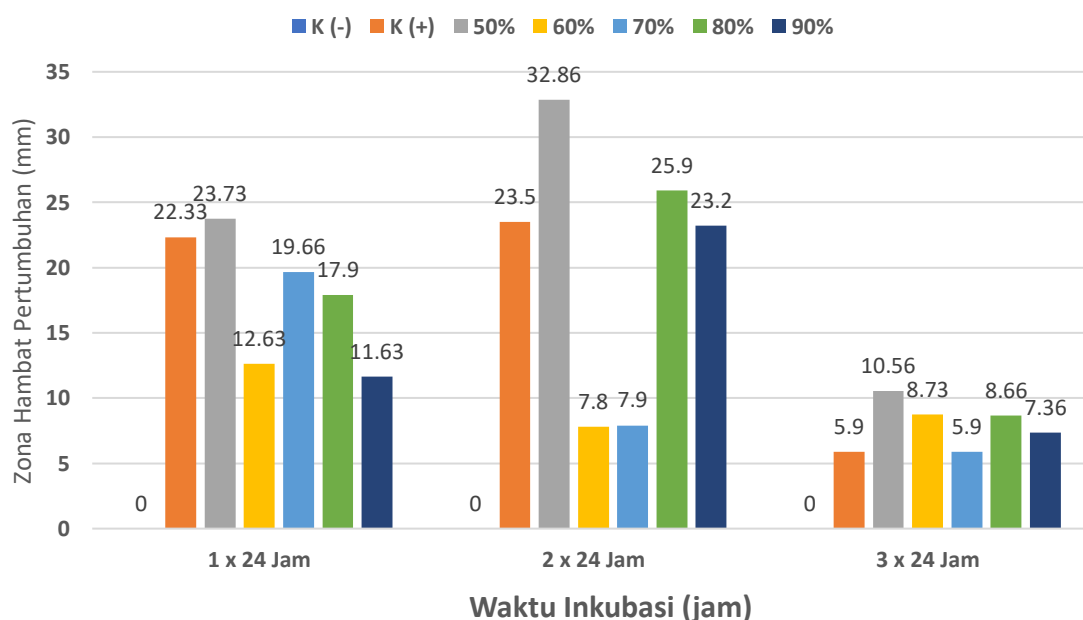
Setelah diberi perlakuan, kemudian diinkubasi kembali selama 3x24 jam, setiap 1x24 jam dilakukan perhitungan besarnya zona hambat pada masing-masing biakan.

D. Analisis Data

Data efek antimikroba ekstrak *Isotoma longiflora* dan ekstrak *Clitoria ternatea* terhadap pertumbuhan *S. aureus* dan *Fusarium* sp yang diperoleh dan terdistribusi normal selanjutnya dilakukan uji statistik *One Way ANOVA*, dan dilanjutkan dengan Uji Duncan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian terkait efek antimikroba kombinasi ekstrak *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* terhadap *S. aureus* dan *Fusarium* sp sebagai faktor pemicu infeksi konjungtiva ditunjukkan oleh diameter zona hambat, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kemampuan adaptasi *S. aureus*

Berdasarkan grafik pada Gambar 1 di atas tampak pengaruh berbagai konsentrasi kombinasi ekstrak daun

Isotoma longiflora dan bunga *Clitoria ternatea* terhadap zona hambat pertumbuhan mikroorganisme pada tiga

waktu inkubasi berbeda: 1 x 24 jam, 2 x 24 jam, dan 3 x 24 jam. Inkubasi yang lebih lama (hingga 3x24 jam) dilakukan untuk memastikan bahwa efek penghambatan ekstrak dapat diamati secara maksimal, terutama jika ekstrak memiliki efek yang lambat atau membutuhkan waktu untuk berinteraksi dengan sel mikroorganisme (Dwi *et al.*, 2024). Pada inkubasi 1 x 24 jam, kontrol positif (K+) memiliki zona hambat tertinggi sebesar 23,73 mm, sementara kontrol negatif (K-) tidak menunjukkan zona hambat sama sekali. Konsentrasi 50% dari kombinasi ekstrak menghasilkan zona hambat sebesar 22,33 mm, mendekati kontrol positif, menunjukkan efektivitas yang cukup tinggi meskipun dengan konsentrasi yang rendah. Konsentrasi lainnya, yaitu 60%, 70%, 80%, dan 90%, memiliki zona hambat yang lebih rendah dibandingkan kontrol positif, dengan nilai masing-masing 12,63 mm, 19,66 mm, 17,9 mm, dan 11,63 mm.

Pada inkubasi 2 x 24 jam, konsentrasi 50% memberikan zona hambat terbesar sebesar 32,86 mm, bahkan lebih tinggi daripada kontrol positif yang mencapai 23,5 mm. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas kombinasi ekstrak meningkat pada inkubasi yang lebih lama pada konsentrasi ini. Konsentrasi 70% dan 80% juga menunjukkan zona hambat yang cukup tinggi, yaitu 25,9 mm dan 23,2 mm, menunjukkan efektivitas yang meningkat

pada konsentrasi sedang pada waktu inkubasi ini. Konsentrasi 90% menunjukkan zona hambat yang lebih rendah, yaitu 11,63 mm, yang mengindikasikan adanya penurunan efektivitas pada konsentrasi yang tinggi.

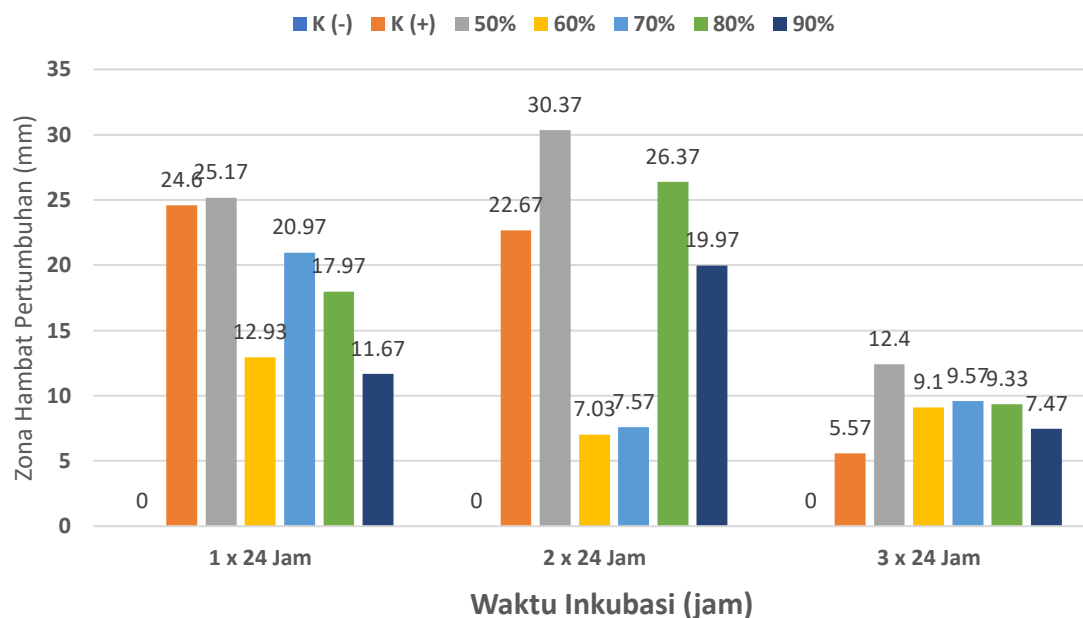
Pada inkubasi 3 x 24 jam, zona hambat umumnya mengalami penurunan di semua konsentrasi dan juga kontrol positif, menunjukkan adanya penurunan efektivitas seiring bertambahnya waktu inkubasi. Penurunan zona hambat pada inkubasi 3 x 24 jam dapat terjadi karena beberapa faktor. Misalnya waktu inkubasi yang lebih lama, mikroorganisme dapat mulai beradaptasi dan mengembangkan resistensi terhadap senyawa antimikroba yang ada dalam ekstrak. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa setelah masa inkubasi tertentu, mikroba tidak hanya dihambat tetapi juga dapat mulai tumbuh kembali, mengakibatkan penyempitan zona hambat (Martha *et al.*, 2023). Konsentrasi 50% dan 70% masih menunjukkan zona hambat yang relatif tinggi, masing-masing 10,56 mm dan 8,66 mm, meskipun lebih rendah dibandingkan waktu inkubasi sebelumnya. Konsentrasi 90% juga mengalami penurunan signifikan dalam zona hambat menjadi 7,36 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa efektivitas kombinasi ekstrak paling optimal pada konsentrasi 50% dengan waktu inkubasi 2 x 24 jam, menghasilkan zona hambat tertinggi.

Konsentrasi yang lebih tinggi tidak selalu meningkatkan efektivitas, yang mungkin disebabkan oleh interaksi spesifik dalam ekstrak yang menghambat efektivitas pada konsentrasi tinggi.

Hal tersebut dipengaruhi oleh Perbedaan struktur sel mikroorganisme sangat berpengaruh terhadap respons terhadap senyawa antimikroba. *S. aureus* memiliki struktur sel bakteri Gram positif dengan dinding sel tebal yang terdiri dari peptidoglikan, berbeda dari struktur sel jamur yang memiliki komposisi utama kitin dan glukan (Silhavy *et al.*, 2010; Latgé, 2007). Struktur dinding sel yang berbeda ini membuat senyawa-senyawa antimikroba tertentu lebih efektif dalam merusak atau menghambat pertumbuhan bakteri dibandingkan jamur (Brown *et al.*, 2012). Sebaliknya, *Fusarium* sp., sebagai jamur, memiliki dinding sel yang terdiri dari polisakarida kompleks seperti kitin dan glukan yang memberikan perlindungan berbeda terhadap agen antimikroba (Bowman & Free, 2006). Senyawa-senyawa antimikroba mungkin perlu berinteraksi dengan struktur sel yang unik ini untuk efektif menghambat pertumbuhannya. Selain perbedaan struktur sel, faktor lingkungan dan ekologi juga mempengaruhi aktivitas antimikroba karena setiap mikroorganisme memiliki

kondisi pertumbuhan yang optimal yang berbeda-beda, seperti pH, suhu, dan kelembaban (Stewart & Franklin, 2008). Faktor ini mempengaruhi efektivitas antimikroba, sebab mikroorganisme beradaptasi dengan lingkungannya dan bisa memiliki mekanisme perlindungan yang berbeda dalam kondisi tertentu (Van Dijck *et al.*, 2002).

Kombinasi ekstrak dari daun *Isotoma longiflora* dan bunga *Clitoria ternatea* menciptakan kondisi yang kurang mendukung bagi pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. dibandingkan dengan bakteri *Staphylococcus aureus*. Ini berarti bahwa senyawa aktif dalam ekstrak tersebut lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. daripada *S. aureus*. Interaksi antara senyawa-senyawa aktif dari kedua tumbuhan tersebut mungkin menghasilkan sinergi atau potensi yang lebih besar terhadap bakteri daripada jamur (Bunga *et al.*, 2021), atau sebaliknya. Setiap strain bakteri atau jamur dapat memiliki sensitivitas yang berbeda terhadap senyawa-senyawa tertentu. Oleh karena itu, efek inhibisi mungkin bervariasi tergantung pada varian mikroorganisme yang digunakan dalam uji coba (Ardiansyah *et al.*, 2021). Pola pertumbuhan rerata zona hambat *Fusarium* sp. dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Rerata kemampuan adaptasi jamur *Fusarium* sp.

Berdasarkan Gambar 2 di atas menunjukkan bahwa *Fusarium* sp. memberikan respon berbeda terhadap ekstrak kombinasi *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* pada berbagai konsentrasi. Pada kontrol positif (+) dan konsentrasi 50%, terbentuk zona hambat yang kuat, menandakan efektivitas tinggi ekstrak dalam menghambat jamur. Namun, pada konsentrasi 60%, zona hambat menurun secara signifikan, dan meningkat kembali dengan ukuran sedang pada konsentrasi 70% dan 80%. Konsentrasi 90% menunjukkan zona hambat yang lebih kecil dibanding kontrol positif (+) dan konsentrasi 50%, sedangkan pada kontrol negatif (-), tidak ada zona hambat. Hal ini mengindikasikan bahwa ekstrak tersebut mampu menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp., meskipun efektivitasnya

bervariasi di setiap konsentrasi. Variasi ini dapat disebabkan oleh kemampuan adaptasi jamur terhadap konsentrasi ekstrak, di mana senyawa bioaktif dalam ekstrak bekerja dengan merusak dinding sel jamur atau mengganggu proses metabolisme (Septiana, 2017; Suparman, 2018).

Peningkatan zona penghambatan yang terjadi dipengaruhi oleh banyak faktor. kemungkinan dipengaruhi oleh beragam faktor, diantaranya adalah waktu kontak yang lebih panjang, aksi kombinasi senyawa, pertimbangan fisiologi jamur, dan kemungkinan faktor lingkungan yang turut mempengaruhi.

Peningkatan durasi inkubasi dapat memberikan kesempatan yang lebih besar bagi senyawa aktif dalam ekstrak gabungan *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* untuk berinteraksi dengan *Fusarium* sp..

Hal ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa lamanya waktu inkubasi berpengaruh terhadap aktivitas senyawa bioaktif, termasuk kemampuan menghambat mikroorganisme (Hardiningtyas *et al.*, 2020). Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa durasi inkubasi juga mempengaruhi konsentrasi dan efektivitas senyawa aktif pada ekstrak tumbuhan, yang berdampak langsung pada aktivitas antimikroba (Sari *et al.*, 2019).

Proses ini memiliki potensi untuk meningkatkan efektivitas sifat antimikroba dalam menghambat pertumbuhan jamur. Saat ekstrak kombinasi *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* diperkenalkan ke dalam lingkungan pertumbuhan *Fusarium* sp, senyawa-senyawa aktifnya mulai berdifusi atau terserap oleh struktur sel jamur. Pada jangka waktu yang lebih lama ini, jamur memiliki kesempatan lebih besar untuk mengakses dan memproses senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak. Senyawa aktif ini mungkin berpengaruh pada proses metabolisme *Fusarium* sp. Dengan waktu inkubasi yang lebih panjang, jamur memiliki lebih banyak waktu untuk merespons senyawa-senyawa tersebut, sehingga memberikan dampak antimikroba ekstrak dengan lebih efektif terhadap pertumbuhan dan perkembangan jamur (Wahyuni *et al.*, 2020).

Perpanjangan waktu inkubasi dapat mengakibatkan peningkatan kumulatif

jumlah senyawa aktif yang terserap oleh jamur. Hal ini berpotensi menyebabkan akumulasi zat antimikroba dalam sel jamur, memperkuat efek penghambatan terhadap pertumbuhan mikroorganisme tersebut (Dewi *et al.*, 2023; Hujjatusnaini *et al.*, 2023). Dalam kondisi ini, secara *in vitro*, *Fusarium* sp dapat mengalami perubahan fisiologis selama inkubasi yang lebih lama. Ekstrak kombinasi *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* mungkin memengaruhi berbagai jalur biokimia dalam sel jamur, dan waktu inkubasi yang lebih lama memberikan peluang yang lebih baik bagi efek-efek ini untuk berkembang.

Faktor lain yang patut diperhatikan adalah potensi adanya interaksi sinergis antara senyawa-senyawa aktif dari *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* pada periode inkubasi 72 jam. Kombinasi kedua ekstrak tersebut dapat memiliki dampak yang lebih kuat dibandingkan dengan penggunaan masing-masing ekstrak secara terpisah. Interaksi sinergis terjadi saat dua atau lebih senyawa bekerja bersama-sama dan menghasilkan efek yang lebih besar atau lebih kuat dibandingkan dengan efek yang dihasilkan oleh masing-masing senyawa secara individu. Pada masa inkubasi yang lebih panjang, yaitu 72 jam, kemungkinan terjadinya interaksi sinergis antara senyawa-senyawa aktif dari kedua ekstrak menjadi lebih tinggi (Mualler *et al.*, 2015).

Senyawa aktif dari *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* kemungkinan memiliki sifat antimikroba yang berbeda-beda. Gabungan keduanya dapat menciptakan suatu kondisi di mana efek antimikroba masing-masing ekstrak dapat saling melengkapi atau meningkatkan. Jika senyawa-senyawa aktif dari kedua ekstrak memiliki mekanisme aksi yang berbeda terhadap *Fusarium* sp, kombinasi tersebut dapat menjadi lebih efisien dalam menghambat pertumbuhan jamur. Senyawa-senyawa aktif tersebut mungkin juga memiliki target biologis yang berbeda dalam siklus hidup atau metabolisme *Fusarium* sp. Gabungan ekstrak dapat memberikan pengaruh pada berbagai tingkat, membuat jamur lebih sulit untuk mengembangkan resistensi terhadap perlakuan tersebut. Pada masa inkubasi 72 jam, kombinasi ekstrak mungkin memberikan waktu yang cukup bagi senyawa-senyawa aktif untuk saling memperkuat efek antimikroba (Sukadi *et al.*, 2024). Hasilnya dapat berupa zona hambat yang lebih besar dan lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp.

Faktor-faktor internal dari *Fusarium* sp, seperti siklus hidup atau respons pertahanan jamur terhadap ekstrak, juga dapat memengaruhi peningkatan zona hambat. Jamur mungkin lebih rentan terhadap ekstrak pada tahap tertentu dalam

siklus hidupnya. Siklus hidup jamur melibatkan berbagai tahap, termasuk pertumbuhan, reproduksi, dan dormansi. Pada setiap tahap siklus hidup, jamur mungkin menunjukkan sensitivitas yang berbeda terhadap bahan antimikroba, termasuk senyawa aktif dalam ekstrak kombinasi *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea*. Peningkatan zona hambat dapat terjadi karena jamur lebih rentan atau lebih aktif terhadap pengaruh ekstrak pada tahap tertentu dalam siklus hidupnya.

Jamur memiliki sistem pertahanan internal terhadap agen antimikroba, yang dapat melibatkan produksi enzim protease, perubahan membran sel, atau respons seluler lainnya. Pada waktu inkubasi yang lebih lama, jamur mungkin mengalami respons yang berkepanjangan terhadap senyawa aktif ekstrak, yang dapat memperkuat efek antimikroba dan meningkatkan zona hambat. Faktor-faktor internal seperti struktur sel jamur juga dapat mempengaruhi kemampuan senyawa aktif dalam ekstrak untuk menembus dan berinteraksi dengan sel jamur. Perubahan dalam struktur sel jamur selama siklus hidupnya dapat memengaruhi penetrasi senyawa aktif. Jamur dapat mengaktifkan mekanisme pertahanan terhadap stres lingkungan, termasuk tekanan dari senyawa antimikroba. Selama masa inkubasi yang lebih lama, jamur mungkin mengalami stres yang lebih besar dan mengaktifkan

pertahanan yang dapat membuatnya lebih rentan terhadap senyawa aktif dalam ekstrak. Ketersediaan nutrisi di lingkungan pertumbuhan jamur dapat berubah seiring waktu. Perubahan ini dapat memengaruhi respons jamur terhadap senyawa aktif dalam ekstrak, terutama jika senyawa

tersebut berinteraksi dengan jalur metabolik atau kebutuhan nutrisi tertentu.

Selanjutnya data yang diperoleh dianalisis normalitas dan homogenitas sebagai prasyarat untuk uji statistik ANAVA lebih lanjut yang dapat dilihat pada Tabel I berikut.

Tabel I. Analisis statistik

Ekstrak Bunga Telang & Daun Kitolod					Ekstrak Bunga Telang & Daun Kitolod				
Staphylococcus aureus					Fusarium sp.				
Tests of Normality					Tests of Normality				
Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a				Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			
	Statistic	df	Sig.			Statistic	df	Sig.	
P1 (-)	.181	21	.072		P1 (-)	.147	21	.200*	
P2 (+)	.180	21	.075		P2 (+)	.181	21	.072	
P3 (50%)	.179	21	.077		P3 (50%)	.177	21	.082	
P4(60%)	.182	21	.071		P4(60%)	.178	21	.081	
P5(70%)	.177	21	.082		P5(70%)	.183	21	.074	
P6(80%)	.178	21	.081		P6(80%)	.179	21	.077	
P7 (90%)	.183	21	.074		P7 (90%)	.182	21	.071	
Tests of Homogeneity of Variances					Tests of Homogeneity of Variances				
Levene Statistic	df1	df2	Sig of Homogeneity		Levene Statistic	df1	df2	Sig of Homogeneity	
17.420	2	60	.000		15.386	2	60	.000	
One Way Anava Analysis					One Way Anava Analysis				
Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1243.868	2	621.934	8.699	.000	1035.535	2	517.768	7.424	.001

Berdasarkan Tabel I, dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data yang dihasilkan berasal dari sebaran normal atau tidak dan hasil uji normalitas di atas menunjukkan bahwa nilai signifikansi berdasarkan Kolmogorov-Smirnov^a adalah >0.05 yang mana data tersebut dinyatakan berasal dari sebaran normal. Oleh karena itu, selanjutnya dilakukan uji homogenitas yang bertujuan untuk mengetahui data dari variabel X dan Y berasal dari populasi yang bersifat homogen dengan nilai signifikansi yang dihasilkan dari keduanya adalah $0.000 < 0.05$ yang artinya data tersebut

dinyatakan tidak berasal dari populasi yang homogen.

Meskipun data tidak homogen, analisa data tetap memenuhi syarat untuk dianalisis parametrik. Data dianalisis secara statistik menggunakan uji *one way* ANAVA. Hasil ANOVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0.000, yang lebih kecil dari 0,05. Ini berarti terdapat pengaruh yang signifikan dalam efek perlakuan kombinasi ekstrak *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* terhadap *S. aureus*, sedangkan nilai signifikansi sebesar $0.001 < 0.05$ pada pengujian terhadap

Fusarium sp. Ini berarti terdapat pengaruh signifikan pada efek perlakuan kombinasi ekstrak *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* terhadap *Fusarium* sp. Hasil analisis baik pada *S. aureus* maupun *Fusarium* sp menunjukkan bahwa terdapat pengaruh nyata dalam pemberian ekstrak kombinasi *Isotoma longiflora* dan *Clitoria*

ternatea terhadap pertumbuhan *S. aureus* dan *Fusarium* sp sebagai faktor pemicu infeksi konjungtiva.

Untuk mengetahui perbedaan signifikansi pengaruh antar taraf perlakuan penelitian, maka selanjutnya dilakukan uji lanjut Duncan 5% yang dapat dilihat pada Tabel II berikut.

Tabel II. Uji Duncan 5% pada 1x24 jam

<i>Staphylococcus aureus</i>						<i>Fusarium sp.</i>					
Duncan						Duncan					
BungaTelang dan	N	Subset for alpha = 0.05				BungaTelang dan	N	Subset for alpha = 0.05			
Daun Kitolod		1	2	3	4	Daun Kitolod		1	2	3	4
P1 (-)	3	.000				P1 (-)	3	.000			
P7 (90%)	3		11.633			P7 (90%)	3		11.667		
P4 (60%)	3		12.633	12.633		P4 (60%)	3		12.933		
P6 (80%)	3			17.900	17.900	P6 (80%)	3			17.967	
P5 (70%)	3				19.667	P5 (70%)	3			20.967	20.967
P3 (50%)	3				22.333	P2 (+)	3				24.800
P2 (+)	3				23.733	P3 (50%)	3				24.967
Sig.		1.000	.703	.060	.054	Sig.		1.000	.542	.161	.081

Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan, efektivitas kombinasi ekstrak bunga telang dan daun kitolod dengan hanya 1 perbandingan dalam konsentrasi terhadap *S. aureus* dan *Fusarium* sp. dapat diidentifikasi pada konsentrasi yang memberikan perbedaan signifikan dalam penghambatan pertumbuhan masing-masing mikroorganisme. Pada *S. aureus*, konsentrasi yang efektif mulai terlihat pada perlakuan P3 (50%) yang termasuk dalam subset tertinggi (Subset 4) dengan rata-rata nilai 22.333. Konsentrasi ini memiliki efek penghambatan yang signifikan lebih tinggi

dibandingkan konsentrasi di bawahnya, seperti P4 (60%) dan P6 (80%), yang berada dalam subset dengan rata-rata lebih rendah. Perlakuan P2 (-) atau kontrol negatif (dengan nilai rata-rata 23.733) juga menunjukkan efek penghambatan yang tinggi, tetapi tidak secara spesifik dikaitkan dengan efektivitas ekstrak. Oleh karena itu, konsentrasi ekstrak 50% dapat dianggap sebagai konsentrasi efektif minimum yang memberikan pengaruh signifikan terhadap *S. aureus*.

Untuk *Fusarium* sp., konsentrasi efektif terendah yang memberikan

pengaruh signifikan mulai terlihat pada perlakuan P3 (50%) dengan nilai rata-rata 24.967, yang berada pada subset tertinggi (Subset 4) bersama dengan kontrol negatif P2 (-) yang memiliki rata-rata 24.800. Efek penghambatan pada konsentrasi P3 (50%) menunjukkan bahwa konsentrasi ini cukup efektif untuk menghambat pertumbuhan *Fusarium* sp. secara signifikan dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih rendah, seperti P4 (60%) dan P6 (80%), yang berada pada subset yang lebih

rendah. Secara keseluruhan dapat dinyatakan bahwa konsentrasi 50% merupakan konsentrasi efektif terendah yang menunjukkan pengaruh signifikan dalam menghambat pertumbuhan baik pada *S. aureus* maupun *Fusarium* sp. dalam penelitian ini.

Selanjutnya dilakukan uji Duncan 5% pada zona hambat yang dihasilkan oleh *S. aureus* dan jamur *Fusarium* sp. selama 2x24 jam yang dapat dilihat pada Tabel III berikut.

Tabel III. Uji Duncan 5% pada 2x24 jam

Staphylococcus aureus						Fusarium sp						
Duncan						Duncan						
BungaTelang dan Daun Kitolod	N	Subset for alpha = 0.05				BungaTelang dan Daun Kitolod	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4			1	2	3	4	5
P1 (-)	3	.000				P1 (-)	3	.000				
P4 (60%)	3	7.800				P4 (60%)	3	7.033				
P5 (70%)	3	7.900				P5 (70%)	3	7.567				
P7 (90%)	3	23.200				P7 (90%)	3	19.967				
P2 (+)	3	23.500				P2 (+)	3	22.667				
P6 (80%)	3	25.900				P6 (80%)	3	26.367				
P3 (50%)	3	32.867				P3 (50%)	3	30.367				
Sig.		1.000	.951	.130	1.000	Sig.		1.000	.732	.098	1.000	1.000

Berdasarkan hasil uji pada Tabel III lanjut Duncan, diperoleh informasi mengenai efektivitas konsentrasi ekstrak bunga telang dan daun kitolod terhadap *S. aureus* dan *Fusarium* sp.. Pada *S. aureus*, kontrol negatif (P1) memiliki rata-rata penghambatan sebesar 0 dan berada di subset pertama, menunjukkan tidak adanya efek penghambatan. Konsentrasi 60% (P4) dan 70% (P5) berada di subset kedua

dengan rata-rata penghambatan masing-masing 7.800 dan 7.900, yang menunjukkan pengaruh penghambatan yang rendah. Konsentrasi 90% (P7) dan kontrol positif (P2) berada di subset ketiga dengan rata-rata penghambatan 23.200 dan 23.500, yang memberikan efek penghambatan lebih tinggi. Sementara itu, konsentrasi 80% (P6) dan 50% (P3) berada di subset tertinggi dengan rata-rata

penghambatan masing-masing sebesar 25.900 dan 32.867, menunjukkan bahwa konsentrasi 50% dan 80% adalah yang paling efektif dalam menghambat *S. aureus*, dengan konsentrasi 50% memberikan nilai penghambatan tertinggi.

Sedangkan analisis uji Duncan dengan taraf signifikansi 1% pada jamur *Fusarium* sp. pada seluruh perlakuan konsentrasi kombinasi ekstrak *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* berbeda signifikan terhadap kontrol negatif penelitian. pada konsentrasi positif dan konsentrasi 90% memiliki taraf signifikansi tidak ada perbedaan antara ketiga konsentrasi tersebut sedangkan konsentrasi 50% dianggap sebagai perlakuan yang paling efektif dibandingkan konsentrasi tinggi dibandingkan konsentrasi lainnya.

Hal ini dapat menunjukkan bahwa kombinasi *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* pada diinkubasi selama 2x24 jam secara *in vitro* mempunyai kecenderungan dapat menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp karena mempunyai pengaruh pada kontrol positif. Konsentrasi 50% pada uji di atas merupakan konsentrasi yang memiliki potensi yang paling efektif dibandingkan konsentrasi yang lebih tinggi lainnya terhadap pertumbuhan zona hambat yang dihasilkan oleh jamur *Fusarium* sp. selama 2x24 jam secara *in vitro*.

Selanjutnya dilakukan uji Duncan 1% pada zona hambat yang dihasilkan oleh bakteri *S. aureus* dan jamur *Fusarium* sp. selama 3x24 jam yang dapat dilihat pada Tabel IV berikut.

Tabel IV. Uji Duncan 1% pada 3x24 jam

<i>Staphylococcus aureus</i>				<i>Fusarium sp</i>							
Duncan				Duncan							
BungaTelang dan Daun Kitolod	N	Subset for alpha = 0.05			BungaTelang dan Daun Kitolod	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3			1	2	3	4	5
P1 (-)	3	.000			P1 (-)	3	.000				
P2 (+)	3		5.900		P4 (60%)	3		5.567			
P7 (90%)	3		7.533	7.533	P5 (70%)	3			7.467		
P3 (50%)	3		8.333	8.333	P7 (90%)	3			9.100	9.100	
P6 (80%)	3		8.660	8.660	P2 (+)	3				9.333	
P4 (60%)	3		8.733	8.733	P6 (80%)	3				9.567	
P5 (70%)	3			10.567	P3 (50%)	3					12.400
Sig.		1.000	.209	.180	Sig.		1.000	1.000	.060	.587	1.000

Tabel IV menunjukkan bahwa analisis uji Duncan dengan taraf signifikansi 1% pada bakteri *S. aureus* pada

seluruh perlakuan konsentrasi kombinasi ekstrak *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* berbeda signifikan terhadap

kontrol negatif penelitian. Konsentrasi 50% merupakan konsentrasi yang memiliki potensi paling efektif dibandingkan konsentrasi yang lebih tinggi lainnya pada zona hambat yang dihasilkan oleh bakteri *S. aureus* selama 3x24 jam secara *in vitro*. Sedangkan analisis uji Duncan dengan taraf signifikansi 1% pada jamur *Fusarium* sp. pada seluruh perlakuan konsentrasi kombinasi ekstrak *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* berbeda signifikan terhadap kontrol negatif penelitian. Konsentrasi 50% pada uji di atas merupakan konsentrasi yang memiliki potensi yang paling efektif dibandingkan konsentrasi yang lebih tinggi lainnya terhadap pertumbuhan zona hambat yang dihasilkan oleh jamur *Fusarium* sp. selama 3x24 jam secara *in vitro*. Oleh karena itu konsentrasi 50% memiliki keoptimuman dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. sebab signifikansi yang tinggi. Maka kandungan yang terdapat pada ekstrak kombinasi *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* memiliki aktivitas antijamur.

Berdasarkan data hasil uji Duncan yang ditampilkan pada gambar untuk kedua mikroorganisme, yaitu *S. aureus* dan *Fusarium* sp., dapat dilakukan analisis perbandingan efektivitas penghambatan dengan memperhatikan nilai subset pada berbagai konsentrasi sampel. Pada subset pertama, nilai penghambatan untuk kontrol

negatif menunjukkan 0, artinya tidak ada efek penghambatan terhadap *S. aureus* pada konsentrasi ini. Hal ini menjadi baseline untuk membandingkan efektivitas penghambatan pada perlakuan dengan konsentrasi yang lebih tinggi. Konsentrasi rendah seperti P7 (90%) dan P4 (60%) memiliki nilai penghambatan berturut-turut sekitar 11.633 dan 12.633 pada subset kedua. Penghambatan pada level ini masih moderat dan memperlihatkan peningkatan efektivitas dibandingkan kontrol, tetapi tidak sekuat konsentrasi yang lebih tinggi.

Konsentrasi menengah seperti P6 (80%) dan P5 (70%) menunjukkan peningkatan yang signifikan dengan nilai masing-masing sekitar 17.900 dan 19.667, yang tergolong cukup tinggi dalam subset ketiga. Ini menunjukkan bahwa konsentrasi pada level ini mulai memberikan efek penghambatan yang nyata terhadap *S. aureus*. Konsentrasi tertinggi, yaitu P3 (50%) dan P2 (+), menunjukkan nilai penghambatan tertinggi pada subset keempat, masing-masing sebesar 22.333 dan 23.733. Kedua konsentrasi ini termasuk dalam kategori efektif untuk menghambat pertumbuhan *S. aureus*, yang terlihat dari nilai penghambatan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih rendah. Berdasarkan data, terlihat bahwa efektivitas penghambatan *S. aureus* meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi sampel. Konsentrasi kombinasi

isotoma longiflora dan *clitornia* tertinggi terdapat pada P3 (50%) dan P2 sebagai control positif (+) terbukti paling efektif dalam menghambat bakteri ini, menunjukkan bahwa senyawa aktif dalam sampel berperan signifikan pada konsentrasi yang lebih besar.

Seperti halnya dengan *S. aureus*, kontrol negatif untuk *Fusarium* sp. juga menunjukkan nilai penghambatan 0, menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh penghambatan pada kondisi tanpa perlakuan. Konsentrasi rendah hingga menengah seperti P4 (60%) dan P5 (70%) menunjukkan nilai penghambatan masing-masing sebesar 11.667 dan 12.933 pada subset kedua. Nilai ini relatif lebih rendah dibandingkan dengan penghambatan pada *S. aureus* di konsentrasi yang sama, mengindikasikan bahwa *Fusarium* sp. lebih tahan terhadap konsentrasi rendah hingga menengah. Pada subset ketiga, konsentrasi P6 (80%) dan P5 (70%) mulai menunjukkan peningkatan nilai penghambatan menjadi 17.967 dan 20.967, menunjukkan adanya respons terhadap konsentrasi menengah yang lebih efektif dalam menghambat *Fusarium* sp. Pada subset keempat dan kelima, konsentrasi tinggi seperti P3 (50%) dan P2 (+) menunjukkan penghambatan yang lebih kuat terhadap *Fusarium* sp., dengan nilai masing-masing sekitar 24.800 dan 24.967. Ini menunjukkan bahwa *Fusarium* sp.

memerlukan konsentrasi yang lebih tinggi untuk mencapai tingkat penghambatan yang efektif, berbeda dengan *S. aureus* yang menunjukkan penghambatan signifikan pada konsentrasi lebih rendah.

Efektivitas penghambatan *Fusarium* sp. cenderung memerlukan konsentrasi yang lebih tinggi untuk mencapai hasil yang signifikan, dengan konsentrasi tertinggi (P3 (50%) dan P2 (+)) menunjukkan penghambatan paling optimal. Meskipun efektivitas penghambatan dapat dicapai pada konsentrasi tinggi, nilainya cenderung lebih bervariasi dibandingkan dengan *S. aureus*. Secara keseluruhan dapat diinterpretasikan bahwa sampel lebih efektif dalam menghambat *S. aureus* dibandingkan *Fusarium* sp., terutama pada konsentrasi yang lebih tinggi. Senyawa dalam sampel tampaknya memiliki sifat antibakteri yang lebih kuat daripada antijamur, karena efektivitas penghambatan terhadap *S. aureus* terlihat lebih konsisten dan signifikan pada konsentrasi yang lebih rendah dibandingkan dengan *Fusarium* sp.

Berdasarkan analisis perbandingan efektivitas penghambatan antara *S. aureus* dan *Fusarium* sp., efektivitas penghambatan ekstrak terhadap kedua mikroorganisme tersebut dipengaruhi oleh mekanisme kerja seluler senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak, seperti flavonoid, alkaloid, tanin, dan

saponin, berperan penting dalam aktivitas antimikroba dengan mekanisme yang berbeda pada bakteri dan jamur (Cushnie & Lamb, 2011).

S. aureus memiliki struktur dinding sel yang kaya akan peptidoglikan. Senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, dan saponin yang terkandung dalam ekstrak tumbuhan diketahui memiliki potensi besar dalam menghambat pertumbuhan bakteri ini melalui beberapa mekanisme. Flavonoid, misalnya, dapat berikatan dengan protein membran dan enzim seluler, menyebabkan kerusakan pada membran sel dan kebocoran ion serta bahan intraseluler. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa flavonoid mampu menginduksi stres oksidatif pada sel bakteri, yang mempercepat kerusakan dinding dan membran sel bakteri, sehingga menghambat pertumbuhannya (Serafini *et al.*, 2020; Borges *et al.*, 2022).

Tanin dalam ekstrak bekerja dengan cara mengkoagulasi protein pada dinding sel bakteri, sehingga mengganggu permeabilitas membran dan fungsi enzim intraseluler bakteri. Hal ini menyebabkan *S. aureus* mengalami gangguan metabolisme, yang berujung pada penghambatan atau kematian sel bakteri (López de Lacey *et al.*, 2019). Saponin, di sisi lain, dapat mempengaruhi integritas membran sel dengan membentuk kompleks dengan lipid pada membran bakteri, menyebabkan lisis

sel dan kebocoran komponen seluler. Efek ini telah didokumentasikan sebagai salah satu mekanisme utama saponin dalam menghambat bakteri Gram-positif seperti *S. aureus* (Patra *et al.*, 2021).

Fusarium sp. memiliki dinding sel yang terdiri dari kitin dan β -glukan, serta membran sel yang mengandung ergosterol. Struktur ini berbeda dari bakteri dan memengaruhi cara kerja senyawa antimikroba pada sel jamur. Flavonoid dalam ekstrak tumbuhan dapat menghambat pertumbuhan *Fusarium sp.* dengan merusak struktur dinding sel dan mengganggu sintesis kitin. Beberapa flavonoid diketahui menghambat aktivitas enzim dalam biosintesis komponen penting dinding sel jamur, menyebabkan kelemahan struktural pada dinding sel (Silva *et al.*, 2021; Fadlila *et al.*, 2022).

Tanin juga berperan sebagai agen antijamur, terutama dengan berinteraksi dengan protein struktural pada dinding sel jamur dan mengganggu aktivitas enzim yang esensial bagi kelangsungan hidup sel jamur. Akan tetapi, efektivitas tanin terhadap *Fusarium sp.* cenderung lebih rendah dibandingkan bakteri, yang diduga karena komposisi dinding sel jamur yang lebih kompleks (Zabka *et al.*, 2020). Saponin, di sisi lain, menunjukkan efek yang relatif efektif terhadap *Fusarium sp.* dengan berinteraksi dengan ergosterol dalam membran sel jamur, menyebabkan

kebocoran ion dan lisis sel. Mekanisme ini efektif karena ergosterol adalah komponen kunci dalam membran sel jamur yang tidak terdapat dalam bakteri (Pereira *et al.*, 2022).

Perbedaan efektivitas antimikroba dalam menghambat *S. aureus* dibandingkan dengan *Fusarium* sp., kemungkinan besar dipengaruhi pula oleh perbedaan struktur sel dan kandungan komponen membran antara bakteri dan jamur. Senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, dan saponin berperan signifikan dalam aktivitas antimikroba terhadap kedua mikroorganisme ini, tetapi efektivitasnya lebih tinggi terhadap bakteri Gram-positif seperti *S. aureus*. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak tumbuhan dapat lebih efektif untuk aplikasi antibakteri dibandingkan antijamur (Serafini *et al.*, 2020; Borges *et al.*, 2022; Patra *et al.*, 2021).

IV. KESIMPULAN

Kombinasi ekstrak *Isotoma longiflora* dan *Clitoria ternatea* disimpulkan memiliki efektivitas yang lebih kuat dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus* dibandingkan *Fusarium* sp. Diduga perbedaan tersebut dipengaruhi senyawa seperti flavonoid, tanin, dan saponin dalam ekstrak Pada *S. aureus*, senyawa ini mampu merusak dinding sel dan membran dengan efisien, sedangkan terhadap *Fusarium* sp., efektivitasnya lebih rendah karena struktur

sel jamur yang lebih kompleks. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak tumbuhan berpotensi besar sebagai antibakteri, terutama terhadap bakteri Gram-positif seperti *S. aureus*, meskipun masih memerlukan kajian lebih lanjut.

KONFLIK KEPENTINGAN

Segenap penulis dengan ini menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan di dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, R., & Burhanuddin, N. (2018). Identifikasi Bakteri *S. aureus* dengan Infeksi Nosokomial Pada Sprei di Ruang Perawatan Pascabedah Rsud Labuang Baji Kota Makassar. *Jurnal Public Health*, 1(9–10), 272–278.
- Aprilia, Laras., Sari, Ajeng Novita., & N. (2022). 10.36419/avicenna.v5i2.677. *Avienna: Journal of Health Research*, 5(2), 18–27.
- Ardiansyah, A., Hujjatusnaini, N., Amin, A. M., & Indahsari, L. I. N. (2021). Antibacterial Effectiveness of Methanol Extract Combination Formula 3:2:1 of Tambora Leaf (*Ageratum conyzoides*), Sembalit Angin Leaf (*Mussaenda frondosa* L), Turmeric Rhizome (*Curcuma longa* L) on the growth of *Staphylococcus aureus*. *Sainstek: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 13(1), 1.
- Arsyad, H. M., Komariah, C., & Hasan, M. (2020). The Effect of *Isotoma longiflora* Leaves Extract to The Cornea Neovascularization of Wistar Rats Chemical Trauma Model. *Journal of Agromedicine and Medical Sciences*, 6(2), 92.
- Borges, A., Abreu, A. C., Malheiro, J., &

- Simões, M. (2022). Antibacterial Activity and Mode of Action of Flavonoids Against Clinical Pathogens. *Antibiotics*, 11(5), 644.
- Dewi, R. P., Sangging, P. R. A., & Himayani, R. (2023). Konjungtivitis: Etiologi, Klasifikasi, Manifestasi Klinis, Komplikasi, dan Tatalaksana. *Agromedicine*, 133–138.
- Douglas, A. P., Chen, S. C. A., & Slavin, M. A. (2016). Emerging infections caused by non-Aspergillus filamentous fungi. *Clinical Microbiology and Infection*, 22(8), 670–680.
- Fadlila, A., Abidin, Z., & Dwinatan, R. (2022). The role of plant-derived flavonoids as antifungal agents. *Journal of Applied Microbiology*, 132(1), 56–67.
- Febrianti, F., Widyasanti, A., & Nurhasanah, S. (2022). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) terhadap Bakteri Patogen. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 18(2), 234.
- Handayani, M., Lambui, O., & Nengah, I. (2017). Ethanol Extracts of *Melastoma malabathricum* L. Leaves Potential as anti- bacterial agent on Salmonella. 6(2), 165–174.
- Hardiningtyas, S. et al. (2020). "Efek Durasi Waktu Ekstraksi dan Fraksinasi terhadap Aktivitas Antioksidan Daun *Avicennia marina*." *Journal of Antimicrobial Research*, 15(2), 88–95.
- Hujjatusnaini, N. et al. (2023) 'Analgetic Effect Of Combination 3:2:1 Gel Extract *Ageratum conyzoides* (*Mussaenda frondosa*) And *Curcuma domestica* of *Staphylococcus aureus* Infected Post Partum Mice', *Jurnal Aisyah : Jurnal Ilmu Kesehatan*, 8(3), pp. 0–1.
- Hujjatusnaini, N., Iswahyudi, I. and Nur-Indahsari, L.I. (2024) 'Morphological Characteristics and Content of Secondary Metabolite Compounds of Medicinal Plants for Postpartum Infection Therapy', *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika* (Juatika), 6(1), pp. 80–92.
- Indah, B., Hujjatusnaini, N., Amin, A. M., & Indahsari, L. I. N. (2021). Methanol Extracts Formulation of Tambora Leaves (*Ageratum conyzoides* L.), Sembalit Angin Leaves (*Mussaenda frondosa* L.) and Turmina rhizome (*Curcuma longa*) as *Candida albicans* Antifungal. *Sainstek : Jurnal Sains dan Teknologi*, 13(2), 105.
- Noor Hujjatusnaini, Ardiansyah. Emilia Afitri, R. W. astuti. Bunga. (2021). Ekstraksi. IAIN Palangkaraya Press.
- Lestari, D., Koneri, R., & Maabuat, P. V. (2021). Keanekaragaman dan Pemanfaatan Tanaman Obat pada Pekarangan di Dumoga Utara, Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara. *Jurnal Bios Logos*, 11(2), 82.
- López de Lacey, A. M., López-Caballero, M. E., & Gómez-Estaca, J. (2019). Plant antimicrobial compounds in food preservation: Key aspects. *Food Research International*, 124, 108711.
- Mareintika, R. (2021). Uji Efek Pemberian Antibakteri ekstrak Daun Kitolod (*Isotoma longiflora* (L) Presl.) terhadap *S. aureus*. *Jurnal Medika Hutama*, 2(2), 1084–1088.
- Mueller, M. et al. (2015) 'Anti-inflammatory, antibacterial, and antioxidant activities of Thai medicinal plants', *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 7(11), pp. 123–128.
- Nada, A. A., Hujjatusnaini, N., Nirmalasari, R., Amin, A. M. (2023). Analgetic Effect of Combination 3 : 2 : 1 Gel Extract *Ageratum conyzoides* (*Mussaenda frondosa*) AND *Curcuma domestica* of *S. aureus* Infected Post Partum Mice. *Jurnal Aisyah: Jurnal Ilmu Kesehatan*. 8 (3) 1193–1206.
- Patra, J. K., Das, G., Baek, K. H., & Kim, H. (2021). Antibacterial activity of

- saponins and their synergy with antibiotics. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(2), 1152-1178.
- Pereira, C., Ribeiro, D., Silva, C., & Oliveira, M. (2022). Mechanisms of action and synergistic interactions between saponins and antifungal agents against fungi. *Frontiers in Microbiology*, 13, 890234.
- Putri, D. U. P., & Baharza, N. S. (2023). Pengaruh Konsumsi Teh Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) Sebagai Alternatif Antioksidan Dan Booster Imunitas Pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah Stikes Kendal*, 13(1), 109–118.
- Rahmadani, Budiyo, S. (2017). Gambaran Keberadaan Bakteri *S. aureus*, Kondisi Lingkungan Fisik, Dan Angka Lempeng Total Di Udara Ruang Rawat Inap Rsud Prof. Dr. M.a Hanafiah Sm Batusangkar. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 5(5), 492–501.
- Rianti, E. D. D., Tania, P. O. A., & Listyawati, A. F. (2022). Kuat medan listrik AC dalam menghambat pertumbuhan koloni *S. aureus* dan *Escherichia coli*. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 79–88.
- Sari, R. et al. (2019). "Pengaruh Waktu dan Suhu Inkubasi terhadap Kandungan Senyawa Bioaktif Ekstrak Rimpang." *Jurnal Ilmu Hayati*, 24(3), 121-130.
- Septiana, R. (2017). Pengaruh Adaptasi Mikroorganisme terhadap Antimikroba pada Berbagai Konsentrasi Senyawa. *Journal of Microbiology*, 9(1), 19-25.
- Serafini, M., Morabito, G., & Dell'Agli, M. (2020). Flavonoids as anti-inflammatory and anti-viral agents: Mechanisms and applications. *Nutrients*, 12(6), 1581.
- Sholihah, R. I., Sritamin, M., & Wijaya, I. N. (2019). Identifikasi jamur *Fusarium solani* yang berasosiasi dengan penyakit busuk batang pada tanaman buah naga di kecamatan Bangorejo, kabupaten Banyuwangi. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 8(1), 91–102.
- Silva, S., Gomes, L., Fernandes, C., & Tavares, L. (2021). Mechanisms of antifungal activity in plant flavonoids: A review. *Microbial Pathogenesis*, 153, 104789.
- Suparman, H. (2018). Mekanisme Penghambatan Mikroorganisme oleh Senyawa Bioaktif. *Journal of Biomedicine*, 15(3), 78-83.
- Sukardi, S. et al. (2024) 'Potency of Kitolod (*Isotoma longiflora* L presl .) fruit ethyl acetate extract as a ntioxidant , α amylase and α -glucosidase enzyme inhibitor for anti-diabetic prevention', 03003, pp. 1–11
- Taufiq. (2020). Uji Efek Analgesik Ekstrak Etanol Umbi Bawang Dayak (*Eleutherine Americana* L. Merr) Pada Mencit Jantan (*Mus Musculus*) Artikel. *Jurnal Kesehatan Yamasi Makasar*, 6(1), 125–137.
- Wahyuni, L., et al. (2020). "Aktivitas Ekstrak Daun Suji (*Dracaena angustifolia*) terhadap Daya Hambat Pertumbuhan Jamur *Candida albicans*." *Jurnal Biotropikal*, 7(1), 45-52.
- Zabka, M., Pavela, R., & Vrchotová, N. (2020). Antifungal effects of polyphenols from selected plants. *Molecules*, 25(3), 800.
- Zaini, W. S. (2021). Uji Daya Hambat Ekstrak Kembang Telang (*Clitoria ternatea*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Pseudomonas Aeruginosa*. *Jurnal Medikes (Media Informasi Kesehatan)*, 8(2), 251–258.
- Zulita, Rani, Aulia, N. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Karamunting (*Rhodomyrtus Tomentosa*) Terhadap Bakteri *S. aureus* dan *Shigella* sp 2017–2019.