

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Karakteristik sampel bahan alam bawang putih (*Allium Sativum*)

Sampel bahan alam yang digunakan adalah bawang putih yang didapatkan di daerah Kintamani, Bangli. Daerah Kintamani, Bangli terletak di daerah dataran tinggi dan pegunungan, dengan Gunung Batur sebagai salah satu gunung berapi yang masih aktif di kawasan tersebut. Letaknya yang berada di ketinggian membuat udara di wilayah ini terasa sejuk sepanjang tahun. Selain itu, kondisi tanah yang subur serta ketersediaan air yang cukup dari Danau Batur menjadikan wilayah ini sangat cocok untuk kegiatan perkebunan. Kintamani dikenal memiliki potensi pertanian yang besar, terutama dalam budidaya sayuran dan buah-buahan. Beberapa hasil pertanian unggulan dari daerah ini antara lain bawang merah dan bawang putih.

Sampel bawang putih dipilih sesuai dengan kriteria yang sudah ditetapkan. Dalam proses pembuatan ekstrak, sampel yang dipilih melewati proses penyortiran kemudian berat basah sampel yang digunakan sebanyak 3 kg. Sampel yang telah disortasi kemudian melewati tahap pengeringan yang berlangsung selama lima hari sehingga menghasilkan sampel yang kering. Sampel bawang putih yang kering berwarna kecoklatan tua, dengan tekstur padat dan keras. Tahap berikutnya adalah sortasi kering dan penghalusan sampel kering untuk mendapatkan bubuk halus. Bawang putih yang telah dihaluskan kemudian berwarna krem dengan tekstur butiran butiran halus yang kemudian disaring agar mendapatkan serbuk yang cukup halus. Berat simplisia yang didapatkan setelah melewati proses penghalusan adalah

588 gram. Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96% . Perbandingan pelarut dan bubuk simplisia adalah 1 : 5 kemudian proses maserasi dilakukan selama tiga hari. Hasil dari proses maserasi terdapat endapan serbuk halus di dasar toples kemudian berwarna bening hingga kecoklatan di atasnya. Setelah melalui proses maserasi selama tiga hari, kemudian dilakukan pemekatan maserat dengan metode evaporasi sehingga menghasilkan ekstrak pekat. Dari hasil evaporasi tersebut didapatkan hasil ekstrak pekat sebesar 29,19 gram. Ekstrak pekat yang didapatkan berwarna coklat tua, tidak transparan dengan viskositas kental seperti madu.

2. Peremajaan dan persiapan bakteri uji

Bakteri yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakteri gram negatif *Escherichia coli* ATCC 25922, yang didapat dari Laboratorium Bioteknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Bakteri didapatkan pada media MacConkey Agar, bakteri yang didapatkan memiliki ciri – ciri koloni berwarna merah muda, berbentuk bulat dengan tepian rata. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Akhnah dkk., 2022). Bakteri diremajakan di media *Nutrient Agar*. Bakteri diinokulasikan pada media, kemudian di inkubasi selama 18 – 24 jam pada suhu 37°C. Pertumbuhan bakteri merupakan peningkatan jumlah dan massa sel yang terjadi melalui pembentukan sel-sel baru. Proses ini sangat dipengaruhi oleh kemampuan sel untuk mensintesis protoplasma dari nutrisi yang tersedia di sekitarnya. Bakteri berkembang biak secara asexual melalui mekanisme pembelahan biner, yaitu suatu proses yang berlangsung secara teratur dalam interval waktu tertentu dan menghasilkan peningkatan jumlah sel secara eksponensial. pertumbuhan bakteri berlangsung melalui beberapa tahapan, yaitu

fase lag, fase eksponensial (log), fase stasioner, dan fase kematian. Pada fase lag, bakteri menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan baru. Selanjutnya, pada fase eksponensial, bakteri mengalami pertumbuhan pesat karena kondisi lingkungan yang mendukung. Fase stasioner terjadi saat pertumbuhan bakteri melambat dan mencapai keseimbangan akibat berkurangnya nutrisi di media. Terakhir, fase kematian adalah tahap di mana jumlah bakteri yang mati lebih banyak daripada yang tumbuh, sehingga populasi bakteri menurun. Penggunaan bakteri uji usia 18 – 24 jam karena pada waktu tersebut bakteri sedang terjadi fase eksponensial atau stasioner awal, kondisi ini membuat bakteri dalam keadaan aktif membelah dan lebih stabil sehingga hasil uji antibakteri konsisten (Riadi, 2016).

Bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 merupakan strain kontrol yang andal karena pola sensitivitasnya yang stabil dan sesuai dengan acuan internasional. Menurut CLSI (*Clinical and Laboratory Standards Institute*) bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922 merupakan strain kontrol yang digunakan sebagai uji validasi media, teknik, reagen dan dalam uji laboratorium mikrobiologi klinis.

3. Pengukuran diameter zona hambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*

a. Diameter zona hambat kontrol positif

Pada penelitian ini kontrol positif yang digunakan adalah kloramfenikol. Berdasarkan hasil pengukuran zona hambat, kloramfenikol mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dengan rata – rata zona hambat sebesar 18,48 mm $\pm$ 0,39.

b. Diameter zona hambat kontrol negatif

Pada penelitian ini kontrol negatif yang digunakan adalah etanol 96%, penggunaan etanol 96% bertujuan untuk mengetahui sifat antibakteri pelarut yang

digunakan dalam proses pembuatan ekstrak maupun pengenceran konsentrasi sampel. Diameter zona hambat yang didapatkan terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* adalah 0 mm.

c. Diameter zona hambat bawang putih tiap perlakuan

Pada penelitian ini ada empat perlakuan yang diberikan kepada sampel ekstrak bawang putih, yaitu pengenceran dengan konsentrasi 10, 15, 20 dan 25% dengan empat kali pengulangan tiap perlakuan serta metode yang digunakan adalah difusi cakram atau *Kirby – Bauer*. Hasil pengukuran diameter zona hambat dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4
Diameter Zona Hambat Ekstrak Etanol Bawang Putih Terhadap Bakteri
Escherichia coli

Perlakuan	Pengulangan				Rata – Rata (mm)	Kategori Zona Hambat
	I (mm)	II (mm)	III (mm)	IV (mm)		
10%	7,96	7,83	7,13	7,18	7,53±0,43	Sedang
15%	8,01	8,48	8,11	8,09	8,17±0,21	Sedang
20%	8,23	8,87	8,71	8,32	8,53±0,31	Sedang
25%	9,78	10,13	10,29	9,83	10,01±0,24	Sedang

Berdasarkan data diameter zona hambat pada Table 4, dapat dilihat bahwa ekstrak etanol bawang putih mampu menghambat bakteri *Escherichia coli*. Tiap perlakuan menghasilkan diameter zona hambat yang berbeda tetapi masih dikategorikan sedang.

4. Analisis data

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Hasil uji ini penting untuk menentukan jenis uji statistik yang tepat pada tahap analisis selanjutnya, apakah menggunakan uji parametrik jika data normal atau uji non-parametrik jika data tidak normal. Hasil uji normalitas disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 5
Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Zona_Hambat	<i>Shapiro-Wilk</i>		
	Statistic	df	Sig.
	,917	16s	,150

Berdasarkan tabel 4 diatas, setiap kelompok perlakuan menghasilkan nilai *Sig.* > 0.05. Maka berdasarkan nilai tersebut, data semua kelompok perlakuan berdistribusi normal. Dapat dilanjutkan dengan uji parametrik *One – Way ANOVA*.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk menguji apakah variasi atau perbedaan dalam suatu data atau kelompok sampel berasal dari populasi yang sama atau tidak. Uji homogenitas digunakan untuk memastikan bahwa kelompok-kelompok yang dibandingkan memiliki karakteristik yang serupa, sehingga hasil perbandingan atau analisis yang dilakukan dapat dianggap valid dan dapat diinterpretasikan dengan tepat. Hasil uji homogenitas disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 6
Uji Homogenitas

		<i>Levene</i>	
		Statistic	Sig.
Zona Hambat	Based on Mean	5,334	0,054

Uji homogenitas dilakukan menggunakan *Levene Test*. Nilai signifikansi yang diperoleh adalah 0,054 ($p > 0,05$), yang berarti varians antar kelompok homogen. Oleh karena itu, untuk uji lanjut digunakan metode yang sesuai dengan asumsi kehomogenan data, yaitu *LSD*.

c. Uji *One-Way ANOVA*

Tabel 7
Uji *One-Way ANOVA*

Zona_Hambat	F	Sig.
	46,190	0,000

Analisis *ANOVA* menunjukkan nilai F sebesar 46,190 dengan signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Nilai *Sig (p-value)* yang didapat dari uji *ANOVA* yang telah dilakukan, yaitu 0.000. Ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan konsentrasi terhadap diameter zona hambat.

d. Uji *Post-Hoc*

Uji *LSD (Least Significant Difference)* adalah salah satu uji *post hoc* yang digunakan setelah analisis *ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, dengan tujuan untuk mengetahui pasangan kelompok mana yang memiliki perbedaan nyata. Uji ini bekerja dengan membandingkan rata-rata antar kelompok secara dua per dua. Namun, sebelum melakukan uji *LSD*, terdapat

beberapa syarat yang harus dipenuhi, salah satunya adalah uji homogenitas varians. Homogenitas varians diuji menggunakan uji *Levene* untuk memastikan bahwa varians antar kelompok bersifat seragam. Jika hasil uji *Levene* menunjukkan nilai signifikansi lebih dari 0,05, maka varians dianggap homogen, dan uji *LSD* dapat dilanjutkan.

Tabel 8
Uji *Post-Hoc*

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
10%	15%	-,64750*	,21882	,012
	20%	-1,00750*	,21882	,001
	25%	-2,48250*	,21882	,000
15%	10%	,64750*	,21882	,012
	20%	-,36000	,21882	,126
	25%	-1,83500*	,21882	,000
20%	10%	1,00750*	,21882	,001
	15%	,36000	,21882	,126
	25%	-1,47500*	,21882	,000
25%	10%	2,48250*	,21882	,000
	15%	1,83500*	,21882	,000
	20%	1,47500*	,21882	,000

Uji *LSD* digunakan untuk mengetahui perbedaan signifikan antara kelompok dengan konsentrasi perlakuan yang berbeda terhadap zona hambat. Hasil uji menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara sebagian besar

kombinasi konsentrasi. Tidak terdapat perbedaan signifikan antara konsentrasi 15% dan 20% ($p = 0,126$) serta antara 10% dan 15% ($p = 0,012$, namun masih mendekati batas signifikansi, tetapi perbedaan yang signifikan ditemukan antara konsentrasi 10% dan 20% ($p = 0,001$), 10% dan 25% ($p = 0,000$), 15% dan 25% ($p = 0,000$), serta antara 20% dan 25% ($p = 0,000$). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi perlakuan cenderung menghasilkan perbedaan signifikan dalam zona hambat, kecuali pada kombinasi konsentrasi 10% dan 15% serta 15% dan 20% yang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik.

Tanda bintang (*) pada nilai *Mean Difference* menunjukkan bahwa perbedaan antar kelompok pada kombinasi konsentrasi tersebut signifikan pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi perlakuan cenderung menghasilkan perbedaan signifikan dalam zona hambat.

B. Pembahasan

1. Zona hambat pada konsentrasi 10% terhadap *Escherichia coli*

Uji daya hambat ekstrak etanol bawang putih dilakukan dengan metode difusi cakram Kirby – Bauer. Isolat bakteri yang telah diremajakan dalam waktu 18 – 24 jam kemudian diinokulasikan ke media MHA, tingkat kekeruhan suspensi bakteri menggunakan standar McFarland 0,5. Setelah suspensi bakteri diinokulasikan, kertas cakram kosong ditambahkan dengan ekstrak bawang putih yang akan diuji, kemudian diletakkan pada permukaan media MHA. Zona hambat diamati setelah 18 – 24 jam. Hasil yang didapat dari penelitian yang sudah dilakukan, pada konsentrasi 10% dengan melakukan empat kali pengulangan rata – rata diameter zona hambat nya adalah 7,53 mm. Apabila hasil tersebut dikategorikan menurut

David & Stout, (1971) di dalam Komala dkk., (2022) nilai tersebut dikategorikan menjadi sedang.

Tidak ditemukan penelitian yang menguji daya hambat ekstrak etanol bawang putih konsentrasi 10%, tetapi terdapat penelitian yang dilakukan oleh (Weni dkk., 2024) dengan menguji ekstrak etanol daun kersen konsentrasi 10% terhadap bakteri *Escherichia coli* mendapatkan hasil dengan rata – rata zona hambat 6 mm. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Raharjo dkk., 2024) ekstrak etanol biji pepaya konsentrasi 10% menghasilkan rata – rata zona hambat 9,4 mm kategori sedang sedangkan ekstrak etanol daun kelor konsentrasi 10% menghasilkan zona hambat 10,17 mm kategori kuat. Berdasarkan hasil tersebut, bakteri *Escherichia coli* memiliki kepekaan yang berbeda – berbeda terhadap kandungan senyawa yang terdapat di dalam bahan alam. Pada penelitian (Raharjo dkk., 2024) flavonoid diduga memiliki aktivitas antibakteri karena mengandung gugus fenol yang dikenal sebagai antioksidan dengan efek antifungi dan antibakteri. Gugus fenol ini dapat menyebabkan koagulasi protein dan menurunkan tegangan permukaan sel mikroba. Mekanisme kerja flavonoid sebagai antibakteri melibatkan pembentukan senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler yang mengganggu keutuhan membran sel bakteri, serta mendenaturasi protein sel dan merusak membran sel secara permanen. Begitu pula senyawa – senyawa antibakteri yang terkandung di dalam bawang putih.

Senyawa dalam bawang putih dengan polaritas optimum memiliki aktivitas antimikroba maksimal, karena interaksi senyawa antibakteri dengan sel bakteri memerlukan keseimbangan antara sifat hidrofilik dan lipofilik *hydrophilic-lipophilic balance*. Polaritas senyawa antibakteri menjadi sifat fisik yang penting,

sebab sifat hidrofilik dibutuhkan agar senyawa larut dalam fase air, tempat mikroorganisme hidup. Namun, karena membran sel bersifat hidrofobik, senyawa antimikroba juga memerlukan karakteristik lipofilik untuk bisa bekerja secara efektif. Adanya zona hambat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kemampuan senyawa antimikroba untuk berdifusi dalam medium, kecepatan pertumbuhan mikroba uji, dan tingkat sensitivitas mikroba terhadap senyawa tersebut.

Hasil penelitian fitokimia oleh (Pudiarifanti & Farizal, 2022) menunjukkan bahwa ekstrak etanol 96% dari bawang putih tunggal mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder, seperti alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin, namun tidak ditemukan adanya steroid. Senyawa steroid umumnya teridentifikasi dalam ekstrak yang menggunakan pelarut non-polar. Alkaloid sendiri dikenal memiliki manfaat kesehatan dan berpotensi sebagai agen antibakteri. Di sisi lain, studi yang dilakukan oleh Ali & Ibrahim, (2016) menunjukkan bahwa bawang putih mengandung lebih banyak jenis metabolit sekunder, termasuk alkaloid, flavonoid, glikosida, saponin, steroid, fenol, terpenoid, antrakuinon, dan tanin. Perbedaan dalam kandungan senyawa ini kemungkinan disebabkan oleh berbagai faktor, seperti varietas tanaman, karakteristik tanah, suhu, kelembapan, kandungan mineral, intensitas cahaya, sumber air, dan kadar karbon dioksida di lingkungan tumbuhnya.

Berdasarkan temuan – temuan tersebut diameter zona hambat yang dihasilkan oleh ekstrak etanol bawang putih dengan konsentrasi 10% dapat dipengaruhi oleh faktor seperti, kualitas ekstrak, konsentrasi ekstrak dengan larutan pengencer yang terlalu sedikit mengakibatkan kurangnya aktivitas antibakteri yang dimiliki oleh ekstrak tersebut. Penggunaan metode difusi cakram juga dapat berpengaruh

terhadap diameter zona hambat, karena ekstrak etanol bawang putih yang terkandung di dalam cakram tidak dapat terdifusi dengan baik dan ekstrak tidak dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan sempurna.

2. Zona hambat pada konsentrasi 15% terhadap *Escherichia coli*

Berdasarkan hasil diameter zona hambat konsentrasi 15% pada Tabel 4, rata – rata diameter zona hambat yang terbentuk adalah 8.17 mm. Jika hasil tersebut dibandingkan dengan konsentrasi 10% rata – rata diameter zona hambat yang terbentuk cenderung meningkat pada konsentrasi yang lebih besar. Besar kecil nya konsentrasi ekstrak etanol bawang putih yang diuji mempengaruhi diameter zona hambat yang terbentuk, hal ini dipengaruhi oleh kadar senyawa antibakteri yang terkandung di dalam ekstrak tersebut. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kulla & Herrani, (2022) pada konsentrasi ekstrak etanol bawang putih konsentrasi 15% membentuk diameter zona hambat sebesar 9.11 mm dengan kategori sedang. Kandungan senyawa antibakteri di dalam ekstrak memiliki sifat – sifat yang berbeda, kelarutan senyawa – senyawa antibakteri dipengaruhi oleh pelarut yang digunakan.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Suryandari dkk., (2022) senyawa metabolit sekunder dari ekstrak kulit bawang putih (*Allium sativum*) menunjukkan adanya variasi komposisi senyawa bioaktif yang bergantung pada jenis pelarut yang digunakan, yaitu etanol, metanol, dan akuades. Masing-masing pelarut menghasilkan profil senyawa yang berbeda karena perbedaan kepolaran. Ekstrak etanol dan metanol menunjukkan hasil positif terhadap flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan steroid, yang mengindikasikan kemampuan kedua pelarut tersebut untuk melarutkan senyawa metabolit sekunder baik polar maupun semi-

polar, sementara itu, ekstrak dengan akuades tidak menunjukkan keberadaan steroid, yang menunjukkan bahwa pelarut air cenderung kurang efektif dalam mengekstraksi senyawa non-polar. Flavonoid dan tanin terdeteksi lebih dominan pada ekstrak etanol dan metanol, mendukung keunggulan pelarut organik dalam mengekstraksi senyawa fenolik yang bersifat antioksidan. Secara keseluruhan, perbedaan hasil ini menegaskan bahwa pemilihan pelarut sangat berpengaruh terhadap jenis dan jumlah senyawa bioaktif yang berhasil diisolasi, sehingga menjadi pertimbangan penting dalam formulasi produk berbasis ekstrak tanaman.

3. Zona hambat pada konsentrasi 20% terhadap *Escherichia coli*

Pada ekstrak etanol bawang putih dengan konsentrasi 20%, ekstrak etanol bawang putih mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dengan kategori sedang, rata – rata diameter zona hambat yang dihasilkan adalah 8,53 mm. Jika dibandingkan dengan rata – rata konsentrasi yang dibawahnya, pada konsentrasi 20% perbedaannya lebih besar jika dibandingkan dengan konsentrasi 15% daripada 10% ke 15%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh . Purwatiningsih dkk., (2019) aktivitas antibakteri ekstrak bawang putih dengan konsentrasi 20% terhadap bakteri *Escherichia coli* terkategori sangat kuat, rata – rata diameter yang didapatkan adalah 2,5 cm atau 25 mm. Sedangkan diameter zona hambat yang didapat pada bakteri *Staphylococcus aureus* adalah 1 cm atau 10 mm yang terkategori sedang. Hal tersebut menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri dari suatu bahan alam juga dipengaruhi oleh sensitivitas bakteri itu sendiri.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Pajan dkk., (2016), senyawa aktif allicin memiliki kemampuan untuk meningkatkan permeabilitas dinding sel bakteri.

Mekanisme ini terjadi melalui penghancuran gugus SH (sulfhidril dan disulfida) yang terdapat pada asam amino seperti sistein dan sistin. Kerusakan pada gugus SH tersebut dapat menghambat biosintesis enzim protease, enzim yang memiliki peran dalam merusak membran sitoplasma bakteri. Akibatnya, metabolisme protein dan asam nukleat dalam sel bakteri terganggu, sehingga proses pembelahan dan proliferasi sel bakteri dapat dicegah. Bahwa allicin, yang secara kimia dikenal sebagai dialil tiosulfonat, merupakan senyawa yang kurang stabil. Dalam kondisi suhu ruang, senyawa ini dapat mengalami degradasi dalam hitungan jam dan berubah menjadi senyawa turunan seperti vinil ditiin, dialil disulfida, atau ajoene. Senyawa-senyawa sulfur tersebut juga memiliki aktivitas antibakteri, meskipun efektivitasnya tidak sekuat allicin. Mereka bekerja melalui mekanisme yang serupa, namun dengan potensi yang relatif lebih rendah.

Selain kandungan allicin, bawang putih juga diketahui mengandung flavonoid yang turut berperan dalam aktivitas antibakterinya. Flavonoid dapat mengganggu fungsi protein pada bakteri melalui proses denaturasi. Selain bersifat antibakteri, flavonoid juga dikenal sebagai antioksidan yang baik. Flavonoid, yang merupakan turunan dari senyawa fenol, dapat berinteraksi dengan permukaan sel bakteri melalui proses adsorpsi, yang melibatkan pembentukan ikatan hidrogen. Pada konsentrasi rendah, fenol dapat membentuk kompleks protein melalui ikatan yang lemah, yang kemudian terurai dan memungkinkan fenol untuk masuk ke dalam sel. Di dalam sel, fenol menyebabkan presipitasi dan denaturasi protein, yang berujung pada terganggunya struktur dan fungsi sel. Fenol juga dapat menghambat aktivitas enzim yang esensial bagi kelangsungan hidup bakteri, sehingga mengganggu proses metabolisme dan mempertahankan integritas sel mikroorganisme tersebut.

4. Zona hambat pada konsentrasi 25% terhadap *Escherichia coli*

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, rata – rata diameter zona hambat yang didapatkan pada konsentrasi 25% adalah 10,01 mm. Berdasarkan hasil tersebut, kekuatan antibakteri yang terkandung tergolong sedang. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan diameter zona hambat sejalan dengan peningkatan konsentrasi dari ekstrak etanol bawang putih itu sendiri.

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Marliza dkk., (2023), konsentrasi ekstrak tertinggi, yaitu 100%, menghasilkan zona hambat paling besar terhadap pertumbuhan bakteri yaitu 8,5 mm, sedangkan konsentrasi terendah, 25%, menunjukkan zona hambat paling kecil, yaitu 6,3 mm. Temuan ini mengindikasikan adanya hubungan positif antara konsentrasi ekstrak dengan aktivitas antibakterinya. Dengan kata lain, semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diaplikasikan, semakin besar pula kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak memiliki sifat dosis-responsif, di mana peningkatan dosis berbanding lurus dengan peningkatan daya hambat terhadap bakteri. Pada pengujian kontrol positif yang menggunakan antibiotik kloramfenikol, diperoleh rata-rata diameter zona hambat sebesar 21,2 mm terhadap *Staphylococcus aureus* dan 22,7 mm terhadap *Escherichia coli*. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tingkat sensitivitas antara kedua jenis bakteri terhadap antibiotik tersebut, dengan *Escherichia coli* menunjukkan respons yang lebih sensitif dibandingkan *Staphylococcus aureus*. Perbedaan sensitivitas ini diduga berkaitan erat dengan karakteristik dinding sel masing-masing bakteri, di mana *Escherichia coli* sebagai bakteri Gram-negatif memiliki struktur dinding sel yang berbeda dengan *S. aureus* yang tergolong Gram-positif. Variasi struktur

tersebut berpotensi memengaruhi efektivitas dan penetrasi antibiotik dalam menghambat proses biologis penting di dalam sel bakteri.

Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Komala dkk., 2022) pada ekstrak etanol bawang putih konsentrasi 25% rata – rata diameter zona hambat yang dihasilkan adalah 6,13 mm dengan kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan kategori zona hambat yang sama tetapi diameter zona hambat yang dihasilkan berbeda. Hal ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor salah satunya adalah kepekaan bakteri terhadap zat antibakteri.

Escherichia coli merupakan bakteri gram negatif yang memiliki struktur dinding sel kompleks, terdiri dari tiga lapisan utama membran dalam sitoplasma, lapisan tipis peptidoglikan, dan membran luar. Lapisan peptidoglikan yang sangat tipis hanya terdiri dari satu lapisan, berbeda dengan bakteri Gram positif yang lebih tebal, namun tetap berfungsi memberikan bentuk dan kekuatan osmotik pada sel (Wibowo & Haryati, 2018).

5. Pengaruh konsentrasi ekstrak etanol bawang putih terhadap *Escherichia coli*

Berdasarkan hasil analisis uji *Post - Hoc LSD* yang didapatkan, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari variasi konsentrasi terhadap parameter zona hambat yang diamati. Uji *LSD* ini dilakukan untuk mengevaluasi lebih lanjut apakah terdapat perbedaan rata-rata zona hambat antar kelompok perlakuan setelah sebelumnya ditemukan perbedaan signifikan melalui uji *One-Way ANOVA*. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar kombinasi antar perlakuan memberikan nilai signifikansi (*p*) di bawah 0,05, yang mengindikasikan adanya perbedaan yang nyata antar kelompok konsentrasi.

Perbedaan signifikan terlihat antara konsentrasi 10% dan 25% ($p = 0,000$), 15% dan 25% ($p = 0,000$), serta 20% dan 25% ($p = 0,000$), yang masing-masing menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi hingga 25% memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan zona hambat. Selain itu, perbedaan yang signifikan juga tercatat antara 10% dan 20% ($p = 0,000$), serta 10% dan 15% ($p = 0,012$). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pada konsentrasi rendah 10% berbeda nyata dengan konsentrasi sedang hingga tinggi dalam mempengaruhi zona hambat.

Namun demikian, tidak semua kombinasi konsentrasi menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hasil uji menunjukkan bahwa antara konsentrasi 15% dan 20%, serta antara 15% dan 10%, nilai signifikansinya mendekati atau sedikit di atas batas 0,05. Sebagai contoh, perbandingan antara 15% dan 20% menunjukkan $p = 0,126$, yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan secara statistik antara kedua perlakuan tersebut. Ini mengindikasikan bahwa pada rentang konsentrasi menengah, peningkatan dosis belum cukup menghasilkan perbedaan yang bermakna dalam zona hambat yang terbentuk.

Secara keseluruhan, hasil ini menguatkan bahwa variasi konsentrasi memiliki pengaruh terhadap efektivitas perlakuan, khususnya dalam konteks zona hambat. Efek yang signifikan mulai tampak jelas pada konsentrasi yang lebih tinggi (terutama 25%), yang berarti bahwa konsentrasi tersebut mampu memberikan respons biologis yang berbeda secara nyata dibandingkan konsentrasi yang lebih rendah.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Azizah dkk., (2022) dimana hasil penelitian yang didapat dari konsentrasi terendah, yaitu 40% kemudian 50% dan 60% menunjukkan peningkatan diameter zona hambat terhadap

bakteri *Escherichia coli*. Hal ini menunjukkan peningkatan konsentrasi ekstrak etanol bawang putih mempengaruhi diameter zona hambat yang terbentuk.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Marliza dkk., (2023) pun menunjukkan hal yang serupa, pada ekstrak etanol bawang putih konsentrasi 25% menghasilkan zona hambat yang paling kecil yaitu 6,3 mm, konsentrasi 50% menghasilkan diameter zona hambat 7,5 mm, konsentrasi 75% 7,6 mm dan 100% 8,5 mm. Berdasarkan hasil tersebut peningkatan konsentrasi ekstrak etanol bawang putih juga mempengaruhi diameter zona hambat yang terbentuk terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.