

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor perikanan berperan strategis dalam perekonomian Indonesia melalui kontribusinya terhadap pendapatan nasional dan devisa negara (Agustiyana et al., 2023). Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi besar dalam pengembangan kegiatan budidaya perikanan (Kariawaru et al., 2021). Salah satu komoditas perikanan berorientasi ekspor dengan nilai ekonomi tinggi adalah udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*) (Agustiyana et al., 2023).

Udang *vaname* memiliki keunggulan biologis dan teknis yang mendukung pengembangannya dalam sistem budidaya intensif. Keunggulan tersebut meliputi pertumbuhan yang cepat, toleransi terhadap kepadatan tinggi, kemampuan beradaptasi pada kisaran salinitas yang luas, serta ukuran panen yang seragam (Marista et al., 2023). Udang *vaname* menyumbang sekitar 39% dari total ekspor perikanan Indonesia dengan nilai ekonomi mencapai 26 triliun rupiah. Selain bernilai ekonomi tinggi, udang *vaname* juga memiliki kandungan nutrisi yang baik sehingga diminati oleh konsumen domestik maupun internasional (Aris et al., 2024).

Produksi udang *vaname* di Indonesia terus meningkat dan menempatkan Indonesia sebagai salah satu eksportir utama udang dunia (Kariawaru et al., 2021). Pada tingkat regional, Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu sentra produksi udang nasional. Produksi udang *vaname* di Kabupaten Takalar pada tahun 2022 mencapai 1.350 ton dengan nilai produksi sebesar Rp94.670.000 (BPS Provinsi Sulawesi Selatan, 2024).

Budidaya udang *vaname* menghadapi tantangan terkait kesehatan udang dan keamanan pangan. Produk perikanan di pasar dan pasar ritel merupakan tahap akhir rantai pasok yang langsung dikonsumsi masyarakat. Sekitar 26% sampel *seafood* ritel di Jepang terdeteksi mengandung *Vibrio sp.* resisten antimikroba. Pada udang, keberadaan faktor virulensi bakteri *Vibrio* dilaporkan mencapai 69,6%. Kontaminasi bakteri tersebut diduga berkaitan dengan paparan antibiotik sejak budidaya serta kontaminasi silang selama distribusi dan penanganan produk (Xedzro et al., 2024). Penyakit AHPND umumnya menyerang udang berumur kurang dari 30 hari dengan tingkat kematian mencapai 30% dan menargetkan organ hepatopankreas (Aris et al., 2024).

Pengendalian penyakit pada budidaya udang *vaname* umumnya dilakukan dengan penggunaan antibiotik. Antibiotik diaplikasikan melalui pencampuran pakan atau perendaman untuk menekan bakteri patogen di lingkungan tambak (Basir et al., 2023). Namun, penggunaan antibiotik secara intensif berisiko menimbulkan residu dalam tubuh udang dan lingkungan perairan (Li et al., 2024). Praktik ini juga dapat mendorong munculnya bakteri yang resisten terhadap antibiotik (Basir et al., 2023).

Antibiotik seperti streptomisin, kloramfenikol, dan tetrasiklin sebelumnya banyak digunakan dalam budidaya udang *vaname*. Namun, penggunaan antibiotik dalam budidaya udang saat ini telah dilarang karena berpotensi meningkatkan

resistensi bakteri patogen dan meninggalkan residu berbahaya pada produk udang (Aziza dan Chaidir, 2024). Penelitian di Thua Thien Hue, Vietnam, melaporkan bahwa lebih dari 90% bakteri *Vibrio* pada tambak udang telah resisten terhadap streptomisin setelah tiga bulan budidaya, dengan tingkat resistensi tertinggi mencapai 97,91%. Hasil uji MIC menunjukkan streptomisin tidak efektif menghambat pertumbuhan *Vibrio*, sehingga penggunaannya dalam budidaya udang dinilai tidak lagi efektif dan berisiko mendorong resistensi bakteri (Tuan et al., 2023). Studi Kusmarwati et al., (2017), bahwa menunjukkan tingginya tingkat resistensi *Vibrio* terhadap streptomisin, bahkan dilaporkan mencapai 100% pada beberapa lokasi budidaya.

Resistensi antimikroba (*Antimicrobial Resistance/AMR*) merupakan ancaman global bagi kesehatan manusia dan hewan, dengan perkiraan 10 juta kematian pada tahun 2050, serta berdampak pada sektor akuakultur termasuk budidaya udang vaname (Thornber et al., 2020). Salah satu bentuk AMR dalam budidaya udang adalah *Multiple Antibiotic Resistance (MAR)*, yaitu resistensi bakteri terhadap lebih dari satu antibiotik yang terjadi melalui berbagai mekanisme genetik dan menyebabkan pengendalian penyakit semakin sulit (Ramadhaniah et al., 2024).

Selain resistensi, residu antibiotik pada produk udang menjadi perhatian utama. Batas maksimum residu antibiotik dalam produk udang menurut SNI 01-6366-2000 adalah 0,01 ppm, sedangkan produk ekspor harus bebas residu antibiotik. Keberadaan residu antibiotik dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia, menurunkan mutu produk, serta menyebabkan penolakan produk udang di pasar internasional (Aziza dan Chaidir, 2024).

Namun belum ada penelitian yang membandingkan tingkat resistensi streptomisin pada *Vibrio sp.* yang diisolasi dari tambak budidaya dan pasar ritel di Sulawesi Selatan. Keterbatasan ini menunjukkan perlunya penelitian lanjutan untuk memahami perbedaan resistensi antibiotik pada kedua lingkungan tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis perbedaan tingkat resistensi streptomisin pada *Vibrio sp.* dari tambak budidaya dan pasar ritel sebagai dasar pengelolaan budidaya udang yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Berdasarkan uraian tersebut, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana resistensi bakteri *Vibrio sp.* terhadap antibiotik streptomisin pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diperoleh dari pasar ritel dan tambak budidaya?
2. Bagaimana perbandingan tingkat resistensi bakteri *Vibrio sp.* terhadap antibiotik streptomisin pada udang vaname yang berasal dari pasar ritel dan tambak budidaya?

1.2 Teori

1.2.1 Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

1.2.1.1 Karakteristik Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

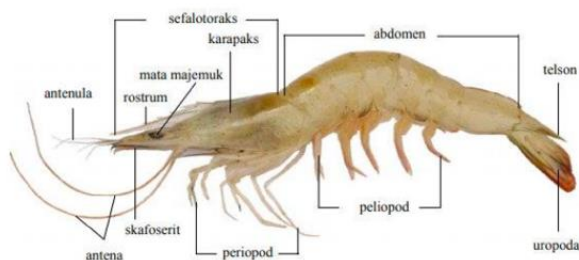
Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu spesies udang yang

memiliki pertumbuhan paling cepat dan permintaan pasar yang tinggi. Udang ini banyak digemari karena berbagai keunggulannya, seperti ketahanan terhadap penyakit, pertumbuhan yang cepat, toleransi terhadap perubahan lingkungan, kemampuan dipelihara dengan kepadatan tebar tinggi, tingkat kelangsungan hidup (*sintasan*) yang tinggi selama pemeliharaan, serta rasio konversi pakan (*Feed Conversion Ratio*, FCR) yang rendah (Laila et al., 2023). Selain itu, udang *vaname* menjadi sumber pangan yang kaya akan protein dengan harga yang relatif terjangkau, sehingga mendorong peningkatan konsumsi sebagai upaya pemenuhan gizi masyarakat. Peluang besar untuk meningkatkan konsumsi udang *vaname* ini diprediksi akan berdampak positif pada permintaan pasar dan mendorong berkembangnya usaha budidaya udang *vaname* di masa mendatang (Sa'adah & Milah, 2019).

Menurut Ramadani et al. (2024), Klasifikasi udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*) adalah sebagai berikut.

- a. Kingdom : *Animalia*
- b. Filum : *Anthropoda*
- c. Kelas : *Crustacea*
- d. Ordo : *Decapoda*
- e. Famili : *Penaidae*
- f. Genus : *Litopenaeus*
- g. Spesies : *Litopenaeus vannamei*

Udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*) termasuk dalam ordo *Decapoda*, yang memiliki karakteristik serupa dengan lobster dan berbagai jenis udang lainnya. Salah satu ciri khasnya adalah adanya *karapas* yang berkembang seiring pertambahan usia dan menyatu menutupi kepala serta dada, membentuk struktur yang dikenal sebagai *cephalothorax*. Udang *vaname* tergolong dalam famili *Penaeidae* karena memiliki kemampuan menetasakan telurnya di luar tubuh setelah dikeluarkan oleh induk betina, serta memiliki tanduk atau *rostrum* yang menjadi ciri khasnya. Genus *Penaeus*, tempat udang *vaname* berada, memiliki *rostrum* memanjang dengan 2 – 4 gigi pada bagian dorsal. Secara morfologi, panjang tubuh udang *vaname* dapat mencapai 23 cm, dengan berat induk betina hingga 120 gram (Ramadani et al., 2024).



Gambar 1. Morfologi Udang *Vaname* (*Litopenaeus Vannamei*) (Ramadani et al., 2024)

Bagian tubuh udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*) terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu kepala dan perut (*abdomen*). Pada bagian kepala, terdapat *antenula*, antena, *mandibula*, serta sepasang *maxilla* yang berfungsi untuk mendukung aktivitas sensorik dan makan. Selain itu, kepala udang juga dilengkapi dengan lima pasang kaki jalan (*periopod*), dua pasang *maxilla*, dan tiga pasang *maksiliped* yang membantu dalam pergerakan serta manipulasi makanan. Sementara itu, bagian perut terdiri atas enam ruas bersegmen, yang dilengkapi dengan lima pasang kaki renang (*pleopod*) untuk membantu pergerakan di air, dan sepasang *uropod* berbentuk kipas yang mendukung manuver udang. Tepat di atas *uropod*, terdapat *telson* yang berperan dalam menjaga keseimbangan saat udang berenang (Ramadani et al., 2024).

Tubuh udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*) memiliki struktur bercabang dua (*biramous*), yaitu eksopodit dan endopodit, yang mendukung berbagai aktivitasnya. Udang ini juga mengalami proses pergantian kulit (*moulting*) secara periodik, yang merupakan bagian penting dalam pertumbuhan dan regenerasi tubuh. Struktur tubuh udang *vaname* telah mengalami modifikasi untuk berbagai fungsi, seperti makan, bergerak, membenamkan diri ke dalam lumpur (*burrowing*), dan menopang insang untuk kebutuhan pernapasan. Antena dan *antenula* berfungsi sebagai organ *sensorik* yang membantu mendeteksi perubahan lingkungan, sementara *maksiliped*, yang terletak di bagian kepala (*thorax*), mengalami adaptasi untuk mendukung aktivitas makan (Ramadani et al., 2024).

1.2.1.2 Produksi Udang *Vaname* di Kabupaten Takalar

Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan (2024), Jumlah produksi udang di Kabupaten Takalar pada tahun 2018 tercatat sebanyak 1.308 ton, dengan nilai produksi sebesar Rp86.306.450.000. Pada tahun 2019, jumlah produksi menurun menjadi 1.108 ton, dengan nilai produksi sebesar Rp65.503.590.000. Produksi kembali meningkat pada tahun 2020 menjadi 1.550 ton, dengan nilai produksi mencapai Rp103.307.700.000. Peningkatan berlanjut pada tahun 2021, dengan jumlah produksi mencapai 1.585 ton dan nilai produksi sebesar Rp111.118.500.000. Namun, pada tahun 2022, produksi sedikit menurun menjadi 1.350 ton, dengan nilai produksi sebesar Rp94.670.000.000.

1.2.1.3 Penyakit yang Umum Menyerang Udang *Vaname*

Penyakit pada udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*) dapat disebabkan oleh berbagai patogen, seperti virus, bakteri, protozoa, dan jamur. Salah satu penyakit yang umum ditemukan di tambak adalah *vibriosis*, yang disebabkan oleh bakteri dari genus *Vibrio*. *Vibriosis* telah lama menjadi masalah di tambak udang, terutama bagi para pembudidaya udang *vaname*. Penyakit ini tidak hanya menyebabkan penurunan produksi, tetapi juga kerugian ekonomi yang signifikan bagi para pembudidaya akibat tingginya tingkat kematian udang yang terinfeksi (Rafiqie, 2014).

Pada sistem budidaya udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*), serangan bakteri *Vibrio* sebagai agen utama penyebab wabah *Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease* (AHPND) menghasilkan toksin pir A dan pir B yang memicu

tingkat mortalitas hingga 100%. Infeksi *Vibrio* menunjukkan gejala klinis berupa perubahan tingkah laku udang, seperti pergerakan mendekati aerasi, penurunan respons terhadap pakan, serta aktivitas yang menurun. Secara morfologi, infeksi ini ditandai dengan kemerahan pada kaki renang dan *telson*, nekrosis pada ekor, *melanosis* pada segmen tubuh, serta nekrosis pada sel *hepatopankreas*. AHPND menyebabkan kerusakan pada *hepatopankreas* udang *vaname*, yang dapat tampak dengan warna kecokelatan. Selain itu, fluktuasi lingkungan juga meningkatkan risiko serangan penyakit akibat stres yang dialami udang, menyebabkan penurunan sistem imun dan peningkatan kadar glukosa darah. Kondisi ini memberikan peluang lebih besar bagi agen penyebab *vibriosis* untuk menginfeksi udang (Aris et al., 2024).

1.2.2 *Vibrio sp.*

1.2.2.1 Karakteristik *Vibrio sp.*

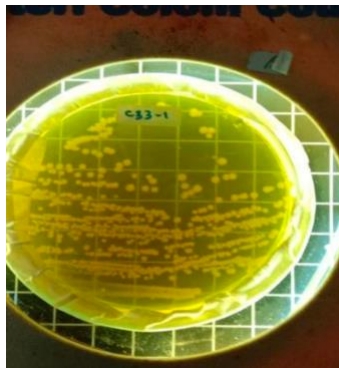
Vibrio sp. merupakan bakteri gram negatif yang bersifat fakultatif *anaerob* dan sering menjadi penyebab utama kematian massal dalam budidaya udang. Beberapa jenis *Vibrio sp.* yang telah diidentifikasi menginfeksi udang antara lain *Vibrio harveyi*, *Vibrio alginolyticus*, dan *Vibrio parahaemolyticus* (Mahulauw et al., 2022). Selain menjadi patogen bagi udang, *Vibrio sp.* juga bersifat oportunistik dan dapat menyebabkan penyakit pada manusia (Ihsan et al., 2021). Secara morfologi, anggota genus *Vibrio* memiliki ciri - ciri berupa bentuk batang pendek, bersifat gram negatif, memiliki *flagel*, tidak berspora, tanpa kapsul, bersifat fakultatif *anaerob*, dan berkembang biak melalui pembelahan biner. *Vibrio sp.* tumbuh pada media selektif *Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose Agar* (TCBSA), dengan koloni berwarna kekuningan, oranye, atau hijau (Ihsan & Retraningrum, 2017).

Menurut ITIS. (2022), Taksonomi dari *Vibrio sp.* adalah sebagai berikut:

- a. *Kingdom* : *Bacteria*
- b. *Phylum* : *Proteobacteria*
- c. *Class* : *Gammaproteobacteria*
- d. *Ordo* : *Vibrionales*
- e. *Family* : *Vibrionaceae*
- f. *Genus* : *Vibrio*
- g. *Species* : *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio fluvialis*, *Vibrio mimicus*, *Vibrio hollisae*, *Vibrio damsela*, *Vibrio anginolyticus*, *Vibrio metschnikovii*

1.2.2.2 Morfologi Koloni *Vibrio sp.*

Morfologi koloni *isolat Vibrio sp.* memiliki karakteristik yang serupa, yaitu berbentuk bulat dengan elevasi cembung dan tepian licin, namun memiliki perbedaan warna pada koloninya. Koloni berwarna hijau (VH) menunjukkan ketidakmampuan memfermentasi sukrosa, sedangkan koloni berwarna kuning (VK) menandakan kemampuan memfermentasi sukrosa. Berdasarkan perbedaan warna koloni pada media selektif TCBS (*Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose Agar*), koloni berwarna hijau biasanya mengarah pada spesies seperti *V. parahaemolyticus*, *V. harveyi*, *V. vulnificus*, dan *V. fischeri*. Sebaliknya, koloni berwarna kuning mengindikasikan spesies seperti *V. alginolyticus*, *V. cholerae*, dan *V. fluvialis* (Aziza & Chaidir, 2024).



Gambar 2. Isolat bakteri *Vibrio sp.* menunjukkan pertumbuhan pada media TCBS dengan karakteristik koloni berwarna kuning (Putra et al., 2024)

Tabel 1. Morfologi Koloni Isolat VH dan VK (Aziza dan Chaidir, 2024)

Kode Isolat	Morfologi Pada Media TCBS			
	Bentuk	Elevasi	Tepi	Warna
VH	Bulat	Cembung	Licin	Hijau
VK	Bulat	Cembung	Licin	Kuning

Serangan bakteri *Vibrio sp.* pada udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*) biasanya ditandai dengan gejala klinis seperti kaki renang dan antena yang berubah warna menjadi merah, serta udang yang terlihat melemah. Kondisi ini dapat mengakibatkan kerugian signifikan jika tidak segera ditangani. Salah satu upaya yang sering dilakukan untuk mengendalikan jumlah bakteri patogen seperti *Vibrio* di lingkungan perairan adalah pemberian *probiotik*. *Probiotik* berfungsi untuk menekan pertumbuhan bakteri patogen sekaligus mendukung keseimbangan mikroba di tambak (Aris et al., 2024).



Gambar 3. Kondisi Udang yang Terinfeksi *Vibrio sp.* (Basir et al., 2023)

1.2.2.3 Patogenesis *Vibrio sp.*

Proses infeksi bakteri *Vibrio sp.* diawali dengan interaksi melalui pelekatan (*adhesion*) pada permukaan sel inang, yang kemudian diikuti oleh masuknya bakteri ke dalam sel inang. Tahapan ini berlanjut dengan invasi bakteri dan penyebaran baik secara lokal maupun sistemik di dalam tubuh inang. Pada tahap akhir, bakteri dikeluarkan dari tubuh inang setelah menyebabkan kerusakan. Selama proses ini, mikroorganisme memanfaatkan berbagai faktor virulensi, seperti

pili, yang memungkinkan bakteri untuk bertahan hidup dalam tubuh inang dan menimbulkan kerusakan (Manchanayake et al., 2023).

Bakteri *Vibrio sp.* juga memiliki gen spesifik, yaitu *toxR*, yang berperan dalam mengaktifkan gen - gen lain untuk memproduksi toksin seperti *thermostable direct hemolysin (tdh)* dan *thermostable related hemolysin (trh)*. Produksi gen *tdh* dan *trh* ini berkaitan erat dengan patogenisitas *Vibrio sp.*, karena mampu memicu respons hemolisis β , yang merupakan salah satu mekanisme kerusakan pada inang (Hikmawati et al., 2019).

1.2.3 Antibiotik Streptomisin

1.2.3.1 Penggunaan Streptomisin pada Budidaya Tambak Udang

Pesatnya usaha budidaya udang *vaname* berkaitan dengan permintaan udang untuk pasar ekspor yang selanjutnya membawa konsekuensi pada penggunaan senyawa antibiotik yang cukup tinggi (Kusmarwati et al., 2017). Streptomisin, salah satu jenis antibiotik, merupakan *antimikroba* yang sering digunakan dalam berbagai bidang, termasuk budidaya ikan, untuk tujuan terapeutik seperti pengobatan penyakit, pencegahan infeksi, atau keperluan lainnya. Selain perannya dalam terapi, streptomisin dan antibiotik lainnya juga diketahui mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pakan serta mendukung pertumbuhan pada hewan. Penggunaan streptomisin tidak hanya terbatas pada budidaya ikan, tetapi juga sering diterapkan dalam pengobatan pada hewan dan manusia, bersama dengan antibiotik lain seperti sulfonamida, *kloramfenikol*, tetrasiklin, *nitrofur*an, oksitetrasiklin, *neomisin*, *eritromisin*, *prefuran*, dan *enrofloxasin* (Kathleen et al., 2016).

Penggunaan senyawa antibiotik berkaitan dengan keberadaan bakteri *vibrio* yang bersifat patogen di area tambak. Antibiotik tersebut digunakan untuk tindakan pencegahan dan pengobatan penyakit ataupun peningkatan pertumbuhan udang. Namun, penggunaan antibiotik yang tidak tepat dan terkontrol dan terus menerus pada budidaya udang berkontribusi terhadap berkembangnya *strain vibrio* yang *resisten* (Kusmarwati et al., 2017). Maka dari itu, Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia menetapkan batas maksimal residu (BMR) pada produk perikanan yang aman untuk dikonsumsi. BMR ini ditetapkan langsung oleh Badan Standarisasi Nasional, dengan nilai yang berbeda-beda untuk setiap jenis antibiotik, tergantung tingkat toksisitasnya dan sejauh mana tubuh manusia dapat mentoleransinya. Untuk streptomisin, BMR yang ditetapkan adalah sebesar 0,5 mg/kg pada produk perikanan, guna memastikan residunya tidak membahayakan kesehatan manusia.

Pada budidaya udang fungsi dari antibiotik adalah sebagai pencegahan penyakit atau sebagai obat penyembuhan penyakit. Penggunaan bahan kimia dalam obat - obatan yang mengandung antibiotik untuk penanggulangan penyakit udang yang tidak mempertimbangkan waktu, jenis, dan dosis obat yang tidak sesuai dengan kaidah yang berlaku dapat menyebabkan residu pada produk budidaya udang. Mengingat buruknya dampak yang ditimbulkan antibiotik baik bagi udang maupun manusia maka pemerintah menetapkan peraturan untuk menjamin

agar produk budidaya perikanan dapat aman dikonsumsi oleh masyarakat serta terbebas dari antibiotik yang dapat membahayakan kesehatan manusia (Kusumaningrum et al., 2022).

1.2.3.2 Mekanisme kerja Streptomisin terhadap bakteri

Streptomisin merupakan antibiotik golongan aminoglikosida yang bekerja dengan cara berikatan secara *ireversibel* pada ribosom bakteri, khususnya pada subunit 30S. Ikatan tersebut menyebabkan terhambatnya proses sintesis protein, sehingga bakteri tidak mampu menghasilkan protein esensial yang diperlukan untuk kelangsungan hidupnya. Gangguan pada sintesis protein ini mengakibatkan streptomisin mampu membunuh atau menghambat pertumbuhan berbagai bakteri gram negatif serta beberapa bakteri gram positif (Thorve, 2023).

Sedangkan, resistensi antibiotik terjadi akibat penggunaan antibiotik yang berlebihan dan tidak tepat, sehingga bakteri tidak lagi dapat dihambat pada dosis efektif. Kondisi ini disebabkan oleh kemampuan mikroorganisme beradaptasi melalui mutasi atau perolehan gen resistensi. Saat ini, resistensi antibiotik menjadi masalah kesehatan masyarakat dan telah dilaporkan oleh Badan Kesehatan Dunia sebagai ancaman serius bagi kesehatan manusia (Putra et al., 2019).

1.2.3.3 Alternatif Pengganti Antibiotik

Imunostimulan adalah bahan alami yang mampu merangsang peningkatan aktivitas berbagai sel imun, seperti fagosit, lisozim, *burst* respirasi, serta jumlah total sel darah putih (WBC) dan sel darah merah (RBC), termasuk hemosit pada udang. Banyak tumbuhan tradisional telah terbukti efektif dalam mencegah dan mengobati penyakit pada ikan dan udang. Salah satu tumbuhan potensial adalah daun mangrove (*Avicennia marina*), yang mengandung senyawa bioaktif seperti *flavonoid* dan tanin. Senyawa ini memiliki sifat antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen dan meningkatkan respons imun. Selain itu, penggunaan daun mangrove sebagai imunostimulan dinilai ramah lingkungan dan berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap bahan kimia sintetis. Ekstrak daun mangrove dengan dosis tertentu telah terbukti efektif meningkatkan sistem imun pada organisme akuatik (Samuria et al., 2018).

Berdasarkan hasil penelusuran pustaka yang telah dilakukan, belum ditemukan publikasi ilmiah yang secara khusus membahas “*Analisis Komparatif Tingkat Resistensi Antibiotik Streptomisin pada Bakteri Vibrio sp. dari Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) yang Berasal dari Pasar ritel dan Tambak*”. Penelitian yang memiliki keterkaitan dengan topik ini adalah studi oleh Kathleen et al. (2016) berjudul “*Antibiotic Resistance of Diverse Bacteria from Aquaculture in Borneo*”, yang membahas resistensi antibiotik pada berbagai bakteri akuakultur di wilayah Kalimantan. Namun, penelitian tersebut tidak membahas secara spesifik bakteri *Vibrio sp.*, tidak menggunakan sampel udang *vaname* yang berasal dari pasar ritel, serta tidak melakukan perbandingan tingkat resistensi antibiotik streptomisin berdasarkan perbedaan sumber asal sampel. Selain itu, penelitian terdahulu umumnya hanya berfokus pada satu lingkungan penelitian, yaitu tambak. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki unsur keaslian dan pembeda dengan

menganalisis serta membandingkan tingkat resistensi antibiotik streptomisin pada bakteri *Vibrio sp.* yang diisolasi dari udang *vaname* yang berasal dari dua sumber yang berbeda, yaitu pasar ritel dan tambak, sehingga diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah yang lebih komprehensif mengenai potensi perbedaan pola resistensi antibiotik akibat perbedaan lingkungan dan penanganan

1.3 Tujuan dan Manfaat

1.3.1 Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Mengetahui tingkat resistensi bakteri *Vibrio sp.* terhadap antibiotik streptomisin pada udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*) yang berasal dari tambak budidaya dan pasar ritel.

2. Tujuan Khusus

Mengetahui dan membandingkan tingkat resistensi bakteri *Vibrio sp.* terhadap antibiotik streptomisin pada udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*) yang berasal dari tambak dan pasar ritel, serta menganalisis adanya perbedaan signifikan tingkat resistensi antara kedua sumber tersebut dan faktor - faktor yang kemungkinan memengaruhinya.

1.3.2 Manfaat penelitian

1. Manfaat Pengembangan Ilmu

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan data ilmiah terbaru terkait perbedaan tingkat resistensi *Vibrio sp.* terhadap streptomisin pada udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*) asal tambak dan pasar ritel, yang dapat menjadi referensi dalam pengembangan strategi pengendalian bakteri patogen secara berkelanjutan.

2. Manfaat Aplikasi

Penelitian ini dapat membantu petambak memahami risiko penggunaan antibiotik, mengurangi potensi kerugian akibat resistensi, dan mendukung kebijakan pemerintah untuk produk perikanan bebas residu.

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Februari hingga Oktober 2025 di tambak udang *vaname* yang berlokasi di Kabupaten Takalar serta di beberapa pasar ritel di Kota Makassar. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Farmakologi Rumah Sakit Hewan Pendidikan dan Laboratorium Mikrobiologi Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.



Gambar 4. Peta Pengambilan Sampel Udang *Vaname*, (A) Lokasi Pasar ritel pada titik *Galael Signature*, *Peleangan Ikan Rajawali* dan *Hypermart Panakkukang*. (B) Lokasi Tambak pada titik Balai Perikanan Budidaya Air Payau Takalar

Lokasi pasar ritel (A) meliputi *Galael Signature*, *Peleangan Ikan Rajawali*, dan *Hypermart Panakkukang*, yang dipilih untuk mewakili variasi sistem pemasaran udang serta potensi penurunan kualitas akibat proses distribusi dan penanganan. sementara itu, lokasi tambak (B) berpusat di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Takalar sebagai sumber udang budidaya.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cawan petri, tabung reaksi, ose steril, pinset, gunting bedah, timbangan analitik, mikropipet dan tip, inkubator, autoklaf, *laminar air flow*, penggaris, serta alat tulis laboratorium. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*) yang berasal dari tambak di Kabupaten Takalar dan pasar ritel Kota Makassar dengan umur pemeliharaan 53–108 hari, organ hepatopankreas udang, media TCBS Oxoid (*Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose*), MHA Oxoid (*Mueller Hinton Agar*), NB Oxoid (*Nutrient Broth*), NA Himedia (*Natrium Agar*), akuades steril, dan disk antibiotik streptomisin Oxoid (S: 10 µg/disk).

2.3. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *observasional analitik* dengan pendekatan *cross-sectional comparative* yang bertujuan mengidentifikasi dan mengukur tingkat resistensi *Vibrio sp.* terhadap antibiotik streptomisin pada udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*) yang berasal dari tambak di Kabupaten Takalar

dan pasar ritel Kota Makassar. Pemilihan sampel dalam penelitian ini dilakukan menggunakan *purposive sampling* berbasis kriteria inklusi meliputi ciri khas, berat badan, usia dan ukuran untuk memastikan bahwa sampel yang dianalisis relevan dan sesuai dengan tujuan penelitian (Kamaruddin et al., 2019).

Penentuan besar sampel didasarkan pada pendekatan *power analysis* untuk perbandingan dua rerata independen, yang secara luas digunakan dalam penelitian dengan variabel *outcome* kontinu. Pendekatan ini menekankan penentuan jumlah sampel yang memadai berdasarkan kekuatan uji statistik dalam mendeteksi perbedaan rerata antara dua kelompok independen (Clifton et al., 2019).

Menurut Clifton et al. (2019), pendekatan *power analysis* untuk perbandingan dua rerata independen dapat dituliskan sebagai berikut:

$$n = \frac{2(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 \sigma^2}{\Delta^2}$$

$$n = \frac{2(Z_{1-0,5/2} + Z_{1-0,20})^2 5^2}{3^2}$$

$$n = \frac{2(Z_{0,975} + Z_{0,80})^2 5^2}{3^2}$$

$$n = \frac{2(1,96+0,84)^2 5^2}{(3)^2}$$

$$n = \frac{2 \times 7,84 \times 25}{9}$$

$$n = \frac{392}{9}$$

$$n = 43,56 \approx 45$$

Keterangan

n	= jumlah sampel per kelompok
α	= tingkat signifikansi (0,05 → dua sisi)
β	= resiko kesalahan 20%
$1 - \beta$	= power (0,80)
σ	= standar deviasi (5 mm)
Δ	= perbedaan rerata minimal yang ingin dideteksi (3 mm)
$Z_{1-\alpha/2}$	= nilai Z distribusi normal pada taraf signifikansi dua sisi
$Z_{1-\beta}$	= nilai Z berdasarkan power penelitian

Pada setiap lokasi penelitian digunakan sebanyak 45 ekor udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*). karena penelitian ini melibatkan dua sumber lokasi yang

berbeda, yaitu tambak budidaya di Kabupaten Takalar dan pasar ritel di Kota Makassar, maka total sampel yang digunakan menjadi 90 ekor udang. Selanjutnya, sampel tersebut dibagi ke dalam enam kelompok perlakuan, dengan masing-masing kelompok terdiri atas 15 ekor, yaitu tiga kelompok yang berasal dari tambak (Tambak 1, Tambak 2, dan Tambak 3) serta tiga kelompok yang berasal dari pasar ritel (Pasar Ritel 1, Pasar Ritel 2, dan Pasar Ritel 3). Rincian jumlah sampel pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 2. Pengolompokan Udang *Vaname*

Kode Perlakuan	Sumber Sampel	Jumlah Sampel
T1	Tambak BPBAP	15 ekor
T2	Tambak BPBAP	15 ekor
T3	Tambak BPBAP	15 ekor
M1	Pasar ritel (<i>Hypermart</i> Panakukang)	15 ekor
M2	Pasar ritel (<i>Galael Signature</i>)	15 ekor
M3	Pasar ritel (Pelelangan Rajawali)	15 ekor

2.4. Pelaksanaan Penelitian

2.4.1 Pengambilan Sampel dan Preparasi Sampel Udang *Vaname*

Sebanyak 90 sampel udang *vaname* dikumpulkan dari tambak di Kabupaten Takalar dan pasar ritel di Kota Makassar untuk mengetahui perbedaan tingkat resistensi terhadap antibiotik streptomisin. Masing-masing sampel memiliki berat sekitar 12,1 – 15,0 gram dan ukuran $\pm$ 9 – 12 cm. Setelah itu, sampel disimpan dalam plastik steril yang telah diberi kode (Kusmarwati et al., 2017).

2.4.2 Identifikasi dan Isolasi *Vibrio sp.*

Isolasi bakteri dilakukan untuk memisahkan dan memperoleh koloni murni *Vibrio sp.* dari organ hepatopankreas udang *vaname* (*Litopenaeus vannamei*). Organ hepatopankreas diambil secara aseptik menggunakan alat steril, kemudian langsung diinokulasikan ke dalam media *Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose Agar* (TCBS) menggunakan batang ose. Media yang telah diinokulasikan disimpan di dalam *laminar air flow* untuk menjaga kondisi steril dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 18–24 jam. Koloni yang tumbuh diamati secara visual, dan koloni yang menunjukkan ciri khas *Vibrio sp.* yakni koloni berwarna kuning akibat fermentasi sukrosa diambil menggunakan ose steril, kemudian dipindahkan ke media *Nutrient Agar* + NaCl untuk dilakukan pemurnian koloni. Pemurnian dilakukan hingga diperoleh koloni tunggal yang seragam, yang kemudian digunakan untuk tahap identifikasi dan uji lanjutan (Kusmarwati et al., 2017). Koloni berwarna hijau (VH) menunjukkan ketidakmampuan memfermentasi sukrosa, sedangkan koloni berwarna kuning (VK) menandakan kemampuan memfermentasi sukrosa (Aziza dan Chaidir, 2024).

2.4.3 Pewarnaan Gram

Selanjutnya dilakukan pewarnaan Gram untuk mengetahui bentuk dan sifat dinding sel bakteri. Prosedur pewarnaan dilakukan dengan membuat preparat pada kaca

objek, kemudian dilakukan fiksasi, pewarnaan dengan *crystal violet*, penambahan larutan lugol, dekolorisasi menggunakan alkohol, dan pewarnaan ulang dengan safranin. Preparat kemudian diamati di bawah mikroskop untuk menentukan morfologi dan sifat Gram bakteri. Sisa kultur cair disimpan dengan penambahan gliserol steril dan disimpan dalam *freezer* untuk menjaga viabilitas isolat bakteri. Seluruh proses identifikasi dilakukan secara aseptik di bawah *laminar air flow*, dan pH media dikontrol menggunakan pH meter untuk memastikan hasil pengamatan akurat dan tidak terkontaminasi (Ramadhaniah et al., 2024). Berdasarkan hasil pewarnaan Gram, bakteri Gram positif akan tampak berwarna ungu tua (*dark purple*) karena memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal sehingga mampu mempertahankan kompleks *crystal violet iodine* selama proses dekolorisasi, sedangkan bakteri Gram negatif akan kehilangan warna ungu pada tahap dekolorisasi dan kemudian menyerap pewarna tandingan safranin, sehingga tampak berwarna merah muda hingga merah (*pink/red*) di bawah mikroskop (Paray et al., 2023).

2.4.4 Uji Sensitifitas Bakteri Terhadap Antibiotik Streptomisin

Uji sensitivitas *antimikroba* dilakukan menggunakan metode difusi cakram (*disc diffusion*) pada media *Mueller Hinton Agar*. Isolat bakteri *Vibrio* sp. diuji dengan antibiotik, yaitu Streptomisin (S: 10 µg/disk) (Kusmarwati et al., 2017).

Uji sensitivitas bakteri terhadap antibiotik streptomisin dilakukan menggunakan metode difusi cakram (*disk diffusion method*) pada media *Mueller Hinton Agar* (MHA). Koloni murni *Vibrio* sp. yang telah diperoleh dari hasil pemurnian pada media *Nutrient Agar* + Garam (NA + NaCl) diinokulasikan ke dalam media cair *Nutrient Broth* (NB) dan diinkubasi hingga diperoleh suspensi bakteri yang homogen. Suspensi tersebut kemudian dihomogenkan menggunakan *vortex*, dan tingkat kekeruhannya disesuaikan dengan standar McFarland 0,5 sebagai acuan kepadatan bakteri yang setara dengan sekitar $1,5 \times 10^8$ CFU/mL. Suspensi bakteri kemudian diinokulasikan secara merata pada permukaan media MHA menggunakan kapas swab steril dengan teknik rotasi agar distribusi bakteri seragam di seluruh permukaan media (Kusmarwati et al., 2017).

Setelah proses inokulasi, media dibiarkan selama kurang lebih 10 menit agar permukaan agar mengering, kemudian cakram antibiotik streptomisin diletakkan di atas permukaan media dengan jarak yang teratur menggunakan pinset steril. Media yang telah ditempelkan cakram antibiotik diinkubasi pada suhu 37°C selama 18–24 jam. Setelah masa inkubasi selesai, terbentuk zona bening di sekitar cakram antibiotik yang menunjukkan daerah penghambatan pertumbuhan bakteri. Diameter zona hambat diukur menggunakan jangka sorong dalam satuan milimeter, kemudian hasil pengukuran dibandingkan dengan standar sensitivitas antibiotik dari *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) untuk menentukan tingkat resistensi bakteri terhadap streptomisin, yang dikategorikan sebagai sensitif, intermediet, atau resisten..

Menurut Triani et al. (2017), rumus menghitung zona hambat adalah :

$$\frac{d_1 + d_2}{2} - X$$

Keterangan :

- d1 : Diameter vertikal zona bening pada media
 d2 : Diameter horizontal zona bening pada media
 x : Diameter kertas cakram (6 mm)

2.4.5 Parameter Zona Hambat

Parameter zona hambat diukur dengan menggunakan mistar berskala/jangka sorong. Kemudian diperoleh berupa diameter (mm) daerah hambatan pertumbuhan mikroba termasuk diameter kertas cakram. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, tiap daerah hambat dilakukan 3 kali pengukuran dari arah yang berbeda. Lalu dibandingkan dengan kelompok kontrol positif (Kusmarwati et al., 2017).

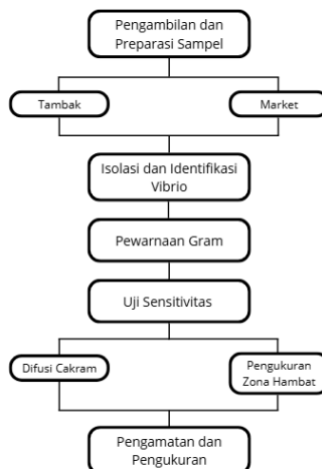
Besarnya daerah hambat yang terbentuk untuk antibiotik streptomisin disesuaikan dengan kriteria CLSI (*Clinical Laboratory Standard*) yaitu:

- S : Sensitif (diameter zona inhibisi ≥ 15 mm)
 I : *Intermediet* (diameter zona inhibisi 12-14 mm)
 R : *Resisten* (diameter zona inhibisi ≤ 11 mm)

2.5. Pengamatan dan Pengukuran

Data uji daya hambat minimum penghambatan *Vibrio sp.* oleh antibiotik Streptomisin jika berdistribusi normal dan homogen diuji dengan *One Way ANOVA* dan jika berdistribusi tidak normal diuji dengan *Kruskall Wallis Test* dengan taraf kepercayaan 95%. Analisis pada data uji daya hambat minimum penghambatan *Vibrio sp.* oleh antibiotik Streptomisin dilakukan dengan metode *Kruskall Wallis Test* karena data berdistribusi tidak normal dan tidak homogen (Kurniawan et al., 2019).

2.6. Alur Penelitian



Gambar 5. Alur Penelitian