

**STUDI RESISTANSI *Aeromonas hydrophila* (Holt et al., 1994) PADA TIGA  
JENIS ANTIBIOTIK DARI LOKASI AKUAKULTUR DI WILAYAH  
PROVINSI BANTEN**

**Skripsi**

**Oleh**

**WIDURI NAYUNDA SAFITRI  
NPM 1914111002**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRACT

### THE RESISTANCE STUDY OF *Aeromonas hydrophila* (Holt *et al.*, 1994) TO THREE TYPES OF ANTIBIOTICS FROM AQUACULTURE LOCATIONS IN BANTEN PROVINCE

By

Widuri Nayunda Safitri

*Motile aeromonas septicaemia* (MAS) is a disease that has the potential to become an epidemic in freshwater cultured fish and is caused by the bacterium *Aeromonas hydrophila*. The use of antibiotics as a treatment is considered the most effective countermeasures. The use of antibiotics that are not as recommended can cause bacteria to become resistant. The purpose of this study was to evaluate the resistance of *A. hydrophila* bacteria to three antibiotics namely oxytetracycline, tetracycline, and enrofloxacin. The research was conducted by explorative method. *A. hydrophila* was isolated from samples of pond water, inlet water, outlet water, pond sediment, catfish (*Clarias* sp.), and tilapia (*Oreochromis niloticus*). The samples were taken from fish farm in Banten Province. *A. hydrophila* isolates were identified by biochemical tests using vitek 2compact, then *A. hydrophila* susceptibility test to three antibiotics was carried out in vitro using the disc diffusion method. *A. hydrophila* which was known to be resistant to certain antibiotics was continued with the minimum inhibitory concentration (MIC) test. The results of this study, 31 *A. hydrophila* isolates were obtained, where the percentage of oxytetracycline was 6.4%, tetracycline was 3.2% and enrofloxacin did not experience resistance. The MIC value of tetracycline and oxytetracycline in the *A. hydrophila* isolates was 16 µg/ml.

**Keywords :** *Aeromonas hydrophila*, antibiotics, oxytetracycline, resistance, tetracyclines.

## ABSTRAK

### STUDI RESISTANSI *Aeromonas hydrophila* (Holt *et al.*, 1994) PADA TIGA JENIS ANTIBIOTIK DARI LOKASI AKUAKULTUR DI WILAYAH PROVINSI BANTEN

Oleh

Widuri Nayunda Safitri

*Motile aeromonas septicaemia* (MAS) merupakan penyakit yang berpotensi menjadi wabah pada ikan budi daya air tawar dan disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila*. Penggunaan antibiotik sebagai pengobatan dianggap sebagai penanggulangan yang paling efektif. Penggunaan antibiotik yang tidak sesuai anjuran dapat mengakibatkan bakteri menjadi resistan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi resistansi bakteri *A. hydrophila* terhadap tiga antibiotik, yaitu oksitetrasiklin, tetrasiklin, dan enrofloksasin. Penelitian dilakukan dengan metode eksploratif. *A. hydrophila* diisolasi dari sampel air kolam, air *inlet*, air *outlet*, sedimen kolam, lele (*Clarias* sp.), dan nila (*Oreochromis niloticus*). Sampel tersebut diambil dari pembudi daya ikan di Provinsi Banten. Isolat *A. hydrophila* diidentifikasi dengan uji biokimia menggunakan *vitek 2compact*, kemudian uji kepekaan *A. hydrophila* terhadap tiga antibiotik dilakukan secara *in vitro* menggunakan metode difusi cakram. *A. hydrophila* yang diketahui resistan terhadap antibiotik tertentu dilanjutkan dengan uji *minimum inhibitory concentration* (MIC). Hasil penelitian menghasilkan 31 isolat *A. hydrophila*, persentase oksitetrasiklin sebesar 6,4%, tetrasiklin sebesar 3,2% dan enrofloksasin tidak ada yang resistan. Nilai MIC dari tetrasiklin dan oksitetrasiklin pada isolat *A. hydrophila* sebesar 16 µg/ml.

**Kata kunci :** *Aeromonas hydrophila*, antibiotik, oksitetrasiklin, resistansi, tetrasiklin.

**STUDI RESISTANSI *Aeromonas hydrophila* (Holt *et al.*, 1994) PADA TIGA  
JENIS ANTIBIOTIK DARI LOKASI AKUAKULTUR DI WILAYAH  
PROVINSI BANTEN**

**Skripsi**

**Oleh**

**WIDURI NAYUNDA SAFITRI  
NPM 1914111002**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA PERIKANAN**

**Pada**

**Jurusan Perikanan dan Kelautan  
Fakultas Pertanian**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi : **STUDI RESISTANSI *Aeromonas hydrophila* (Holt et al., 1994) PADA TIGA JENIS ANTIBIOTIK DARI LOKASI AKUAKULTUR DI WILAYAH PROVINSI BANTEN**

Nama Mahasiswa : **Widuri Nayunda Safitri**


Nomor Pokok Mahasiswa : **1914111002**

Jurusan/Program Studi : **Perikanan dan Kelautan/Budidaya Perairan**

Fakultas : **Pertanian**



  
**Dr. Yudha Trinoeграha A., S.Pi., M.Si.**  
NIP. 19780708 200112 1 001

  
**Suherman, S.Si., M.Si.**  
NIP. 19780827 200912 1 001

**MENGETAHUI,**

**Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan**

  
**Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.**  
NIP. 19700815 199903 1 001

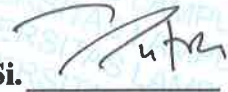


**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

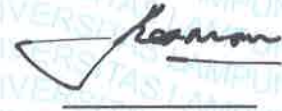
**Ketua**

**: Dr. Yudha Trinoegraha A., S.Pi., M.Si.**



**Sekretaris**

**: Suherman, S.Si., M.Si.**



**Penguji**

**Bukan Pembimbing : Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**

**NIP. 19611020 198603 1 002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 April 2023**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis yang berupa skripsi/laporan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana/ahli madya), baik di Universitas Lampung maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Bandar Lampung, 20 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



Widuri Nayunda Safitri

NPM. 1914111002

## RIWAYAT HIDUP



Penulis memiliki nama lengkap Widuri Nayunda Safitri. Lahir di Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan pada tanggal 30 Desember 2000, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari ayah bernama Sunardi dan ibu bernama Siti Juhairiyah. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Dharma Wanita Kalianda pada tahun 2006-2007, SD Negeri 3 Way Urang pada tahun 2007-2013, SMP Negeri 2 Kalianda pada tahun 2013-2016, dan SMA Negeri 1 Kalianda pada tahun 2016-2019. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan strata1 pada tahun 2019 di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Kimia (2020 dan 2021), Teknologi Produksi Pakan Hidup (2021), dan Biokimia (2022). Penulis mengabdikan ilmu dan keahliannya kepada masyarakat dengan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Sumur, Kecamatan Ketapang, Kabupaten Lampung Selatan pada tahun 2022. Penulis menerapkan ilmu yang telah didapatkan selama perkuliahan dalam Praktik Umum (PU) di Laboratorium Mikrobiologi, Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPKIL) Serang. Penulis pernah mengikuti kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) riset/penelitian di Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPKIL) Serang selama enam bulan pada tahun 2022. Penulis juga pernah mengikuti organisasi kemahasiswaan dan menjadi pengurus Bidang Pengembangan Minat dan Bakat Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) Unila pada tahun 2021/2022.



## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur atas karunia dan kemudahan oleh Allah SWT yang telah memberikan kekuatan kepada saya dalam perjalanan menuntut ilmu ini. Tak lupa shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Saya persembahkan karya sederhana ini kepada:

Ayah dan Ibu tercinta

Karya ini saya persembahkan kepada Bapak Sunardi dan Ibu Siti Juhairiyah yang telah menjadi tempat bersandar, memberikan dukungan, doa yang tak pernah putus, dan selalu kasih sayang sehingga saya berada pada tahap ini.

Terima kasih sudah menjadi orangtua yang begitu sempurna.

Adik-adikku tersayang

Adik-adikku tersayang, Muhammad Zizou Febkiano dan Muhammad Zidan Al Gaza, yang selalu menjadi pendengar keluh kesahku, dan menjadi penyemangat.

&

Almometer tercinta  
“Universitas Lampung”

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada Balai Pengujian Kesehatan Masyarakat (BPKIL) Serang yang telah memfasilitasi dalam kegiatan penelitian ini.

## MOTTO

*"Barang siapa yang bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut untuk kebaikan dirinya sendiri." (Q.S Al Ankabut: 6)*

*"If you are brave enough to say goodbye, life will reward you with a new hello"*  
*(Paulo Coelho)*

*"Ketika kamu merasa lelah atau putus asa, ingatlah bahwa kekuatanmu berasal dari dalam dirimu sendiri." (Lee Haechan)*

*"Life is still going on, it just flows" (NCT Dream)*

## SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena telah melimpahkan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Resistensi *Aeromonas hydrophila* (Holt *et al.*, 1994) pada Tiga Jenis Antibiotik dari Lokasi Akuakultur di Wilayah Provinsi Banten” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Perikanan di Universitas Lampung.

Selama proses penulisan skripsi ini, penulis masih menyadari banyak kekurangan dan keterbatasan dalam kemampuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis banyak memperoleh bimbingan, saran, dan masukan dari berbagai pihak dalam penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sedalamnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
4. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan bimbingan kepada penulis selama di bangku perkuliahan;
5. Dr. Yudha Trinoegraha A, S.Pi., M.Si., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, waktu, arahan, kritik, dan saran dalam penyelesaian skripsi ini;



6. Suherman, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan ilmu, waktu, arahan, dan kritik serta saran dalam penyelesaian skripsi ini;
7. Ir. Siti Hudaidah, M.Sc., selaku Pembahas yang telah meluangkan waktu, memberikan masukan, kritik dan saran dalam penyelesaian skripsi ini;
8. drh. Toha Tusihadi, selaku Kepala Balai Pengujian Kesehatan ikan dan Lingkungan (BPKIL) Serang yang telah mengizinkan penulis untuk melaksanakan penelitian di BPKIL Serang;
9. Bapak Yan Evan, S.Pi, M.Si., Ibu Dinarti, S.Si., Ibu Yasinthy Inggariyanti, A.Md., Ibu drh. Rimesly, Bapak Tatang Sudiman, Dhiva, dan seluruh karyawan Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPKIL) Serang atas bantuan selama penulis melaksanakan penelitian;
10. Kedua orangtua, adik-adikku, dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan, doa, pengorbanan, cinta dan kasih yang sangat luar biasa kepada penulis sehingga bisa berada sampai tahap ini;
11. Teman-teman seperjuangan dan juga sahabat selama di perkuliahan: Erma Kusuma Wardani, Siska Amelia, Nurfadila Maulana Hikmah, dan Diana Natasya yang telah membantu, memberikan dukungan, dan tempat penulis berkeluh kesah penulis;
12. Rekan-rekan Budidaya Perairan 2019 atas dukungan dan kebersamaan selama penulis menjadi mahasiswa;
13. Rekan-rekan Jurusan Perikanan dan Kelautan tahun 2019 atas kebersamaan selama kuliah.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan mereka dan penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 20 Juli 2023

Penulis

Widuri Nayunda Safitri

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Kerangka Pemikiran.....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i> .....	4
2.1.1 Klasifikasi <i>A. hydrophila</i> .....	4
2.1.2 Karakteristik <i>A. hydrophila</i> .....	4
2.2 <i>Antimicrobial Resistance</i> (AMR) .....	5
2.3 Antibiotik.....	6
2.3.1 Tetrasiklin.....	7
2.3.2. Oksitetrasiklin.....	7
2.3.3 Enrofloksasin.....	8
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Waktu .....	9
3.2 Alat dan Bahan .....	9
3.3 Metode Penelitian.....	10
3.4 Prosedur Penelitian .....	10
3.4.1 Sterilisasi Peralatan .....	11
3.4.2 Pengambilan Sampel.....	11
3.4.3 Isolasi Bakteri.....	11
3.4.4 Identifikasi Bakteri.....	12
3.4.5 Uji Kepekaan Antimikroba.....	12
3.5 Parameter Penelitian.....	14
3.6 Analisis Data.....	14

<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil.....	15
4.2 Pembahasan.....	18
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Simpulan.....	21
5.2 Saran.....	21
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>22</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>31</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	9
2. Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	10
3. Pengambilan sampel di wilayah budi daya air tawar Provinsi Banten....	11
4. Hasil pengamatan makroskopis dan mikroskopis <i>A.hydrophila</i> .....	15
5. Hasil pengujian sampel yang terinfeksi <i>A.hydrophila</i> dari pembudi daya di Provinsi Banten .....	16



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian .....	3
2. Struktur kimia tetrasiklin.....	7
3. Struktur kimia oksitetrasiklin.....	8
4. Struktur kimia enrofloksasin.....	8
5. Hasil penentuan zona hambat <i>A. hydrophila</i> .....	17
6. Persentase tingkat resistansi <i>A. hydrophila</i> pada antibiotik berbeda...	17

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil uji difusi (uji cakram).....	31

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kegiatan budi daya perikanan merupakan salah satu subsektor yang berpotensi memperluas lapang pekerjaan dan meningkatkan pendapatan bagi masyarakat (Maftuch *et al.*, 2018). Budi daya air tawar menjadi pilihan kegiatan perikanan yang banyak dilakukan (Nurhasnawati *et al.*, 2016). Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan pada tahun 2021, jumlah pembudi daya ikan air tawar seluruh provinsi di Indonesia diperkirakan mencapai 1.392.326. Untuk Provinsi Banten, angka pembudi daya ikan air tawar mencapai 35.279 (KKP, 2021). Ikan air tawar memiliki nilai ekonomis tinggi dan pemasaran relatif mudah dijangkau (Syamsunarno & Sunarno, 2017). Menurut Lumentut *et al.* (2015), budi daya ikan air tawar didominasi oleh ikan mas (*Cyprinus carpio*), lele (*Clarias sp.*), nila (*Oreochromis niloticus*), patin (*Pangasius sp.*), dan gurame (*Osphronemus gourami*).

Kendala utama bagi para pembudi daya ikan yaitu permasalahan penyakit yang dapat merugikan dan itu bisa menyebabkan penurunan produksi (Maftuch *et al.*, 2018). Penyakit pada ikan bisa disebabkan oleh beberapa jenis patogen, seperti virus, parasit, jamur, dan bakteri (Luturmas, 2014). Salah satu agen patogen penyakit bakterial pada ikan budi daya air tawar adalah *Aeromonas hydrophila* (Stratev & Olumide, 2016). Bakteri ini merupakan penyebab penyakit *motile aeromonas septicaemia* (MAS) pada ikan air tawar (Stratev & Olumide, 2016). Dilaporkan penyakit MAS seringkali menimbulkan kerugian ekonomi dengan mencapai tingkat kematian 80-100% dari total populasi dalam waktu yang singkat (Lukistyowati & Kurniasih, 2012). Di Indonesia penyakit ini sudah mewabah dan dikenal sejak tahun 1980 pada lele di Pulau Jawa (Angka *et al.*, 1995) dan pada tahun 2001 menyerang pada budi daya ikan mas (Mulyani *et al.*, 2013). Menurut Amanu *et al.*

(2014), *A. hydrophila* dapat dikendalikan dengan menggunakan antibiotik melalui injeksi, perendaman, atau dicampurkan pada pakan. Aplikasi ini telah banyak dipakai dalam perikanan budi daya dan dianggap sebagai penanggulangan yang paling efektif (Bako *et al.*, 2019). Menurut Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 1/PERMEN-KP/2019 tentang Klasifikasi obat Ikan, jenis antibiotik yang diizinkan dan paling banyak digunakan yaitu enrofloxasin, oksitetrasiklin, dan tetrasiklin. Jika penggunaan antibiotik tidak sesuai dengan anjuran dapat mengakibatkan kemampuan dari aktivitas sel bakteri bisa menahan atau menghentikan efek membinasakan dari obat antibiotik yang sering disebut resistansi bakteri (Afrianti *et al.*, 2011). Resistansi antimikroba menjadi suatu permasalahan yang dapat mengancam kesehatan dan berpotensi menyebarkan resistansi antimikroba pada manusia (Syafriana *et al.*, 2020). Munculnya strain patogen pada ikan yang resistan terhadap antibiotik telah dilaporkan oleh Rahim *et al.* (1984) dan Spanggaard *et al.* (1993). Informasi mengenai resistansi *A. hydrophila* terhadap antibiotik pada budi daya ikan air tawar masih sangat terbatas dan perlu dilakukan penelitian mengenai studi resistansi *A. hydrophila*.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi resistansi *A. hydrophila* terhadap tiga antibiotik, yaitu oksitetrasiklin, tetrasiklin, dan enrofloxasin dari lokasi akuakultur di Provinsi Banten.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

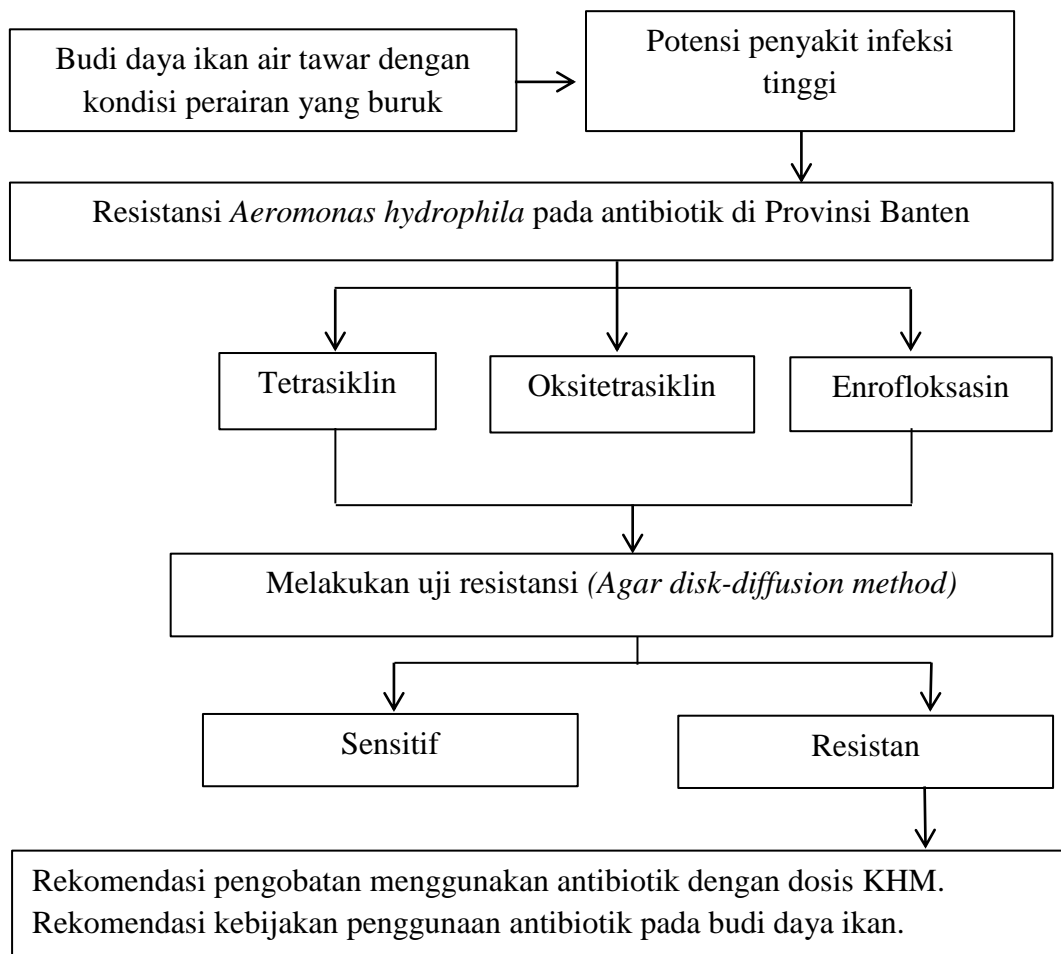
Manfaat dari penelitian dapat memberikan informasi kepada masyarakat luas tentang resistansi *A. hydrophila* dari lokasi akuakultur di Provinsi Banten.

## **1.4 Kerangka Pikir**

Pengendalian penyakit dalam kegiatan budi daya ikan yang sering dilakukan adalah dengan pemberian bahan kimia. Salah satu pengendaliannya dengan menggunakan antibiotik untuk menangani penyakit bakterial. Antibiotik yang biasa digunakan oleh pembudi daya yaitu tetrasiklin, enrofloxasin, dan oksitetrasiklin.



Jika penggunaan antibiotik yang tidak sesuai dosis dapat menimbulkan resistansi. Bakteri yang telah resistan tidak lagi merespon antibiotik, serta bakteri akan mengalami perubahan genetik (mutasi) yang menyebabkan hilangnya efektivitas antibiotik. Bakteri yang telah memiliki sifat resistan akan mentransfer gen secara horizontal dan dipindahkan ke bakteri lain yang bisa menjadi resistan terhadap antibiotik. Studi tentang resistansi *A. hydrophila* pada antibiotik pada budi daya ikan air tawar perlu dilakukan untuk memberikan informasi tersebut. Kerangka pemikiran pada penelitian ini terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bakteri *Aeromonas hydrophila*

#### 2.1.1 Klasifikasi *A. hydrophila*

*Aeromonas hydrophila* merupakan bakteri dengan bentuk batang, termasuk Gram negatif (Muslikha, 2016). Menurut Bako *et al.* (2019), *A. hydrophila* mudah tumbuh pada perairan dengan kandungan bahan organik yang tinggi serta bersifat patogen oportunistik. *A. hydrophila* banyak dijumpai di air tawar, ikan, dan telur ikan serta dapat menyebabkan kematian tinggi dan zoonosis untuk manusia (Alkhunni *et al.*, 2017). Zoonosis yang bisa terjadi dari *A. hydrophila* yaitu berasal dari kontak langsung dengan lendir dan jaringan dari ikan yang terinfeksi bakteri tersebut atau bisa terjadi adanya kontak langsung terhadap air yang sudah terkontaminasi *A. hydrophila*. Bakteri ini mampu menyebar dengan sangat cepat terlebih pada budi daya dengan penebaran ikan yang tinggi.

Berikut adalah klasifikasi *A. hydrophila* (Holt *et al.*, 1994):

Filum : Protophyta

Kelas : Schizomycetes

Ordo : Pseudanondeles

Famili : Vibrionaceae

Genus : *Aeromonas*

Spesies : *Aeromonas hydrophila*

#### 2.1.2 Karakterisasi *A. hydrophila*

*A. hydrophila* pada media RS akan tumbuh dengan baik dengan bentuk koloni bulat serta memiliki warna kuning. Media RS merupakan media untuk pertumbuhan bakteri *Aeromonas* sp. (Hamny *et al.*, 2019). Koloni yang diduga *A. hydrophila* pada media *blood* agar terlihat berwarna abu-abu dan terbentuk zona bening

di sekitar koloni, hal tersebut karena *beta-hemolisis* (Algammal *et al.*, 2020). Koloni *A. hydrophila* yaitu berwarna krem, elevasi cembung, dan tepiannya halus serta saat uji KOH 3% terdapat lendir pada permukaannya yang menandakan bakteri Gram negatif (Rika, 2016). Pengamatan sel bakteri *A. hydrophila* pada pewarnaan Gram, terlihat berwarna merah (Gram negatif) dan berbentuk batang pendek. Sel bakteri yang berwarna merah terjadi karena sel bakteri kehilangan zat pewarna kristal violet setelah dicuci dengan alkohol dan pada saat diberi zat warna safranin akan tampak berwarna merah (Setiaji *et al.*, 2015). Saat proses identifikasi, bakteri ini mampu memfermentasikan beberapa gula seperti glukosa, fruktosa, maltosa, dan lainnya. Hasil fermentasi dapat berupa senyawa asam atau senyawa asam dengan gas (Haryani *et al.*, 2012).

## **2.2 Antimicrobial Resistance (AMR)**

Resistensi antimikroba menjadi tantangan diseluruh dunia khususnya pada bakteri patogen. Menurut Zafran *et al.* (2020), penggunaan antibiotik yang tidak seperti penggunaan dosis atau konsentrasinya bisa mengakibatkan penyakit tersebut tidak bisa ditanggulangi. Menurut Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2406 Tahun 2011, resistansi merupakan kemampuan bakteri untuk menetralsir dan melemahkan daya kerja antibiotik. Penggunaan bahan kimia dalam waktu yang lama akan memicu dampak buruk, seperti bakteri yang akan menimbulkan strain resistan (Nurjanah *et al.*, 2014). Menurut Zafran *et al.* (2020), jika bakteri telah resistansi maka akan timbul perubahan secara internal yang diakibatkan dari menahan serangan antibiotik yang terjadi secara terus-menerus. Penyebaran dari bakteri resistan bisa menyebabkan penyebaran gen resistan ke bakteri lain (Forslund *et al.*, 2014). Satuan resistansi dinyatakan dalam satuan kadar hambat minimal (KHM) atau *minimum inhibitory concentration* (MIC) yaitu kadar terendah antibiotik ( $\mu\text{g/ml}$ ) yang mampu menghambat tumbuh dan berkembangnya bakteri. Peningkatan nilai KHM menggambarkan tahap awal menuju resistan (Permenkes RI, 2021).

## 2.3 Antibiotik

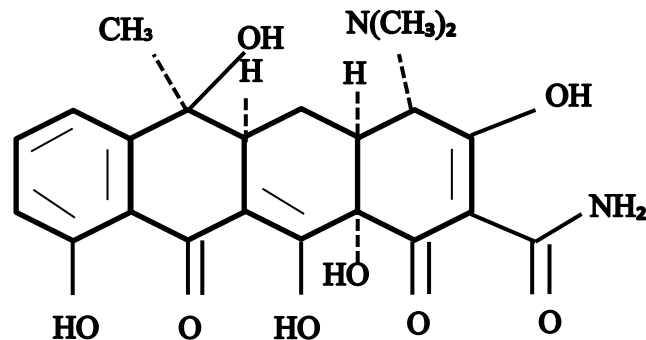
Antibiotik merupakan pilihan dalam pengobatan ikan yang paling banyak digunakan oleh para pembudi daya perikanan jika terkena infeksi bakteri (Zafran *et al.*, 2020). Di dalam antibiotik terdapat bahan yang berasal dari mikroorganisme dan bersifat antagonik terhadap pertumbuhan. Antibiotik telah banyak digunakan untuk menangani berbagai penyakit infeksi (Humaida, 2014). Sesuai dengan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 1/PERMEN-KP/2019 tentang Obat Ikan, obat keras yang diperbolehkan pada golongan tetrasiklina (klortetrasiklina, oksitetrasiklina, dan tetrasiklina), makrolida (eritromisina), fluorokuinolon (enrofloksasina), dan sulfonamid. Menurut FAO (2005) dan WHO (1998), antibiotik digunakan dalam akuakultur di seluruh dunia, dan terdapat beberapa golongan yang diizinkan setiap negara. Beberapa golongan antibiotik yaitu tetrasiklin, oksitetrasiklin (tetrasiklin), asam oksolinat, flumekuin, enrofloxacin (Flukuinolon), amoksisilin ( $\beta$ -laktam), eritromisin (makrolida), sulfadimetoksin (sulfonamida), ormetoprim (diaminopirimidin) dan florfenikol (amfenikol).

Pemakaian antibiotik waktu yang dibutuhkan obat/antibiotik tersebut untuk keluar dari tubuh ikan setelah diberikannya. Tujuan dari waktu luruh ini agar residual dari antibiotik sepenuhnya sudah bebas dari tubuh ikan dan ikan yang dihasilkan tidak berbahaya bagi lingkungan maupun manusia yang mengkonsumsi. Setiap kemasan antibiotik harus diberikan *with drawl time* sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan. Waktu luruh akan berbeda karena tergantung kepada jenis antibiotik dan jenis ikan yang diberikannya. Namun, rata-rata waktu luruh untuk antibiotik berkisar antara 30-50 hari dari penggunaan terakhir (Raya, 2015). Antibiotik yang masuk ke tubuh ikan akan dimetabolisme setelah waktu pemberian. Namun, ikan akan mengeluarkan antibiotik tersebut melalui urin atau kotoran dalam jumlah lebih dari 80% tanpa dekomposisi secara tuntas (Kim *et al.*, 2012).

### 2.3.1 Tetrasiklin

Menurut Sekkin & Kum (2011), tetrasiklin menjadi salah satu antibiotik yang paling banyak digunakan pada budi daya perikanan. Menurut Orlando & Simionato (2013), spektrum dari tetrasiklin termasuk dalam spektrum luas yang

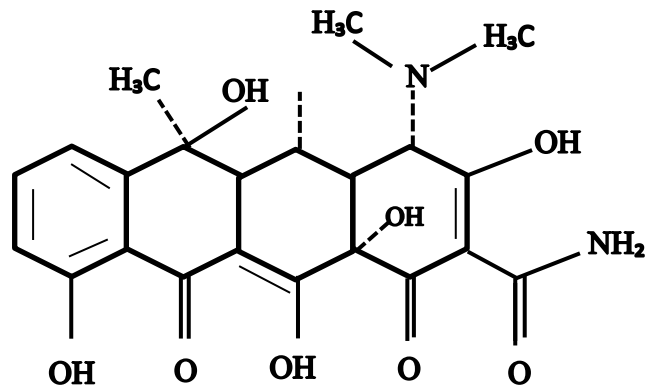
berperan melawan bakteri Gram positif dan Gram negatif serta memiliki harga terjangkau. Tetrasiklin menjadi antibiotik yang sering digunakan pada industri perikanan (Pawestri *et al.*, 2019). Tetrasiklin memiliki bentuk garam natrium atau garam HCl serta merupakan basa yang sukar larut dalam air. Rumus molekul dari tetrasiklin yaitu  $C_{22}H_{24}N_2O_8$  dengan berat molekul 444,44 g/mol (Reeves, 2012). Struktur kimia tetrasiklin ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur kimia tetrasiklin  
Sumber: Griffin *et al.* (2010)

### 2.3.2 Oksitetrasiklin

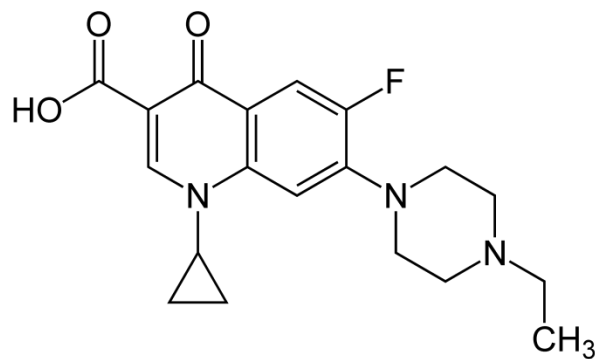
Oksitetrasiklin menjadi salah satu antibiotik yang banyak digunakan pada akuakultur untuk pencegahan dan pengobatan infeksi penyakit bakterial (Mufidah *et al.*, 2022). Bentuk dari oksitetrasiklin yaitu basa, memiliki warna kuning, dan kelarutannya dalam air sangat sedikit (Wijayanti *et al.*, 2007). Oksitetrasiklin termasuk golongan antibiotik yang memiliki spektrum luas dan memiliki sifat bakteriostatik atau dapat menghambat sintesis protein bakteri pada ribosom (Pérez-Rodríguez *et al.*, 2018). Sifat dari oksitetrasiklin yaitu bakteriostatik atau obat yang tidak mematikan bakteri patogen tersebut, tetapi akan menghambat dari perkembangan sel-sel bakteri. Cara menghambatnya dengan mengikat secara *reversible* ribosom bakteri dan menghambat sintesis protein dari bakteri (Garbono, 2017). Struktur kimia oksitetrasiklin dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur kimia oksitetrasiklin  
Sumber : Zakery & Wright (2008)

### 2.3.3 Enrofloksasin

Enrofloksasin merupakan salah satu antibiotik dari golongan florokuinolon dan mempunyai sifat berspektrum luas (Šandor *et al.*, 2012). Enrofloksasin merupakan jenis antibiotik yang tidak dapat larut dengan sempurna dan mudah mengendap (Sugiani, 2018). Menurut Šandor *et al.* (2012), antibiotik ini efektif terhadap berbagai penyakit bakterial. Enrofloksasin mampu menerobos sel bakteri dan bekerja pada DNA (Giguere *et al.*, 2006).



Gambar 4. Struktur kimia enrofloksasin  
Sumber : Yan & Kyung (2008)

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPKIL) Serang. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli-Desember 2022. Pengambilan data dan pengumpulan data dilakukan dari kolam budi daya lele dan nila yang berada di Provinsi Banten.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama Alat	Fungsi
1.	Cawan petri	Wadah untuk mengkultur bakteri dan uji difusi.
2.	Tabung <i>schoot</i>	Alat untuk menampung media.
3.	Labu ukur	Alat untuk membuat larutan saat uji MIC.
4.	Tabung sentrifus	Menampung sampel.
5.	Bunsen	Alat untuk pemanas agar tetap steril.
6.	Gelas ukur	Mengukur akuades saat pembuatan media.
7.	Alat bedah	Peralatan untuk membedah (nekropsi) ikan uji.
8.	Mikropipet dan tip	Memindahkan larutan atau cairan dari satu tempat ke tempat yang lainnya.
9.	Jangka sorong	Mengukur diameter zona hambat saat uji cakram.
10.	Timbangan digital	Alat untuk menimbang media uji.
11.	Inkubator	Alat menginkubasi bakteri.
12.	<i>Biosafety cabinet</i>	Alat yang digunakan agar tetap aseptis.
13.	Autoklaf	Mensterilisasi peralatan dan bahan.
14.	Alat tulis	Mencatat hasil data.
15.	<i>Microplate</i>	Digunakan untuk uji MIC.
16.	<i>Vitek 2 compact</i>	Alat untuk mengidentifikasi bakteri.
17.	<i>Densi check</i>	Mengukur kepadatan bakteri sesuai <i>Mc Farland</i> .
18.	Jarum ose	Mengambil koloni bakteri.
19.	<i>Hot plate</i>	Menghomogenkan media .
20.	pH meter	Mengukur pH saat pembuatan media MHA .

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No.	Bahan	Fungsi
1	Air kolam, sedimen, air <i>inlet</i> , air <i>outlet</i> , lele, serta nila	Sampel penelitian.
2	<i>Cotton swab</i>	Memindahkan koloni bakteri.
3	Media RS (Rimmler-Shotts) Medium Base	Media selektif dugaan <i>A. hydrophila</i> .
4	Media TSB ( <i>tryptic soy broth</i> )	Media diperkaya untuk isolasi sampel.
5	Media TSA ( <i>tryptic soy agar</i> )	Media tumbuh bakteri.
6	Larutan KOH 3%	Bahan pengujian Gram.
7	Kertas cakram/ <i>paper disk</i>	Untuk menguji aktivitas antimikroba suatu antibiotik.
8	Tetrasiklin dan oksitetrasiklin	Antibiotik yang digunakan.
9	Etanol 70%	Sebagai antiseptis.
10	Media MHB ( <i>mueller hinton broth</i> )	Media yang digunakan saat uji MIC.
11	Kartu <i>cassata</i> GN	Untuk identifikasi bakteri.
12	Larutan fisiologis	Mengencerkan bakteri.
13	Media MHA ( <i>mueller hinton agar</i> )	Media yang digunakan saat uji difusi.
14	<i>Reagen reservoir</i>	Menampung cairan saat uji MIC.

### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksploratif. Sampel air yang diambil dari kolam, saluran air *inlet*, saluran air *outlet*, sedimen kolam, lele, dan nila diambil di pembudi daya ikan di wilayah Provinsi Banten. Masing-masing sampel diidentifikasi secara uji biokimia menggunakan *vitek 2compact*. Uji kepekaan terhadap *A. hydrophila* dengan tiga jenis antibiotik dilakukan secara *in vitro* menggunakan metode difusi cakram. Isolat *A. hydrophila* yang diketahui resistan terhadap antibiotik tertentu dilanjutkan uji MIC.

### 3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan pada penelitian ini mencakup sterilisasi peralatan, pengambilan sampel, isolasi bakteri, identifikasi bakteri, serta uji kepekaan antimikroba dengan metode difusi (uji cakram) dan metode dilusi (uji MIC).



### 3.4.1 Sterilisasi Peralatan

Semua peralatan yang digunakan dicuci dan kemudian dikeringkan. Setelah itu peralatan yang sudah kering lalu dibungkus menggunakan kertas sebelum dilakukan sterilisasi. Sterilisasi dilakukan menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit. Setelah sterilisasi selesai, peralatan dikeringkan di dalam oven dengan suhu 70°C selama kurang lebih 6 jam dan selanjutnya peralatan dapat digunakan.

### 3.4.2 Pengambilan Sampel

Sampel yang diambil berasal dari pembudi daya ikan air tawar di wilayah Provinsi Banten. Prosedur pengambilan sampel sebagai berikut:

- Masing-masing sampel air diambil sebanyak 1ml menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke TSB 9 ml.
- Pada sampel ikan nila dan ikan lele diisolasi dengan mengambil organ target berupa hati, limfa, ginjal, dan dimasukkan ke TSB 9 ml. Luka (*ulser*) pada permukaan tubuh ikan juga diambil, jika sampel ikan terlihat adanya gejala klinis tersebut.
- Sampel sedimen diambil secukupnya dan dimasukkan ke dalam TSB 9 ml.

Semua sampel kemudian dimasukkan ke dalam *coolbox* dan untuk sampel air diberi es batu untuk menjaga suhu selama dalam perjalanan. Tempat pengambilan sampel, jumlah pembudi daya (lokasi), jenis, dan jumlah sampel tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengambilan sampel di wilayah budi daya air tawar Provinsi Banten

Kab/Kota	$\Sigma$ Sampel	Jenis dan jumlah sampel per pembudi daya				
		Air kolam	Air <i>Inlet</i>	Air <i>Outlet</i>	Sedimen	Lele/ Nila
Kota Tangerang	44	3	1	1	3	3
Kab. Tangerang	44	3	1	1	3	3
Kab. Tangerang Selatan	44	3	1	1	3	3
Kota Serang	44	3	1	1	3	3
Kota Cilegon	44	3	1	1	3	3
Kab. Serang	44	3	1	1	3	3
Kab. Lebak	44	3	1	1	3	3
Kab. Pandeglang	44	3	1	1	3	3

### 3.4.3 Isolasi Bakteri

Isolasi *A. hydrophila* dilakukan terhadap sampel ikan, air, dan sedimen yang ada di dalam media TSB diinkubasi pada suhu  $35^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Biakan bakteri yang tumbuh di TSB diambil menggunakan ose dan ditumbuhkan pada media RS, kemudian diinkubasi pada suhu  $35^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 18-24 jam. *A. hydrophila* akan tumbuh dengan koloni warna kuning di media RS. Selanjutnya koloni tersebut dimurnikan dengan cara mengambil koloni tersebut dan menumbuhkannya pada media TSA, serta diinkubasi pada suhu  $35^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 18-24 jam. Isolat yang sudah murni kemudian digunakan pada tahap penelitian selanjutnya.

### 3.4.4 Identifikasi *A. hydrophila*

Karakterisasi dan identifikasi *A. hydrophila* dilakukan secara makroskopik dan mikroskopik dan uji biokimia menggunakan *vitek compact*. Secara makroskopik dilakukan dengan menumbuhkan isolat yang terduga *A. hydrophila* di media TSA dan *blood agar*, selanjutnya diinkubasi di suhu  $35^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 18-24 jam. Koloni yang tumbuh diamati morfologinya dan reaksi hemolisis pada *blood agar*. Pengamatan secara mikroskopik dilakukan dengan mengamati morfologi sel bakteri setelah dilakukan pewaranaan Gram. Selanjutnya isolat bakteri disuspensikan menggunakan larutan fisiologis sebanyak 3 ml sampai mencapai kepadatan bakteri sebesar 0,5 *McFarland*. Bagian pipa yang terdapat pada *card vitek GN* dimasukkan ke dalam suspensi bakteri dan tahap selanjutnya mengikuti protokol penggunaan *vitek 2compact* dari *provider* alat tersebut. Hasil identifikasi dapat dilihat setelah proses identifikasi telah selesai, yaitu 3-7 jam setelah inkubasi.

### 3.4.5 Uji Kepekaan Antimikroba

Uji kepekaan antimikroba dilakukan dengan metode difusi (uji cakram) dan metode dilusi dengan menggunakan pengenceran (uji MIC).

#### a. Metode Difusi

Isolat *A. hydrophila* pada media TSA yang berumur 18-24 jam disuspensikan dalam larutan fisiologis sehingga kepadatan menjadi 0,5 *McFarland*.

*A. hydrophila* tersebut ditumbuhkan ke dalam media MHA dengan cara *cotton swab* steril dicelupkan ke dalam suspensi bakteri dan digoreskan secara merata pada permukaan media. Kertas cakram dengan kandungan antibiotik masing-masing yaitu tetrasiklin 30 µg, enrofloksasin 5 µg, oksitetrasiklin 30 µg, dan kontrol diletakkan di atas biakan bakteri. Letak kertas cakram satu dengan yang lain berjarak 24 mm. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Selanjutnya biakan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 30°C. Sensitifitas *A. hydrophila* terhadap antibiotik ditentukan berdasarkan pengukuran diameter zona bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram. Pengukuran diameter zona hambat dilakukan menggunakan jangka sorong dengan 3 kali ulangan pengukuran.

#### **b. Metode Dilusi**

Uji MIC dengan menggunakan metode dilusi dilakukan pada isolat *A. hydrophila* yang telah diketahui mengalami resistansi terhadap antibiotik yang digunakan dalam penelitian. Uji dilakukan dengan berbagai tingkat konsentrasi antimikroba yaitu 256; 128; 64; 32; 16; 8; 4; 2; 1; 0,5 dan 0,25 µg/ml. Media yang digunakan adalah MHB. Pengenceran dilakukan dalam *microplate*, sebanyak 10 *well* digunakan untuk pengenceran bertingkat, ditambah dengan dua *well* yang terdiri dari satu *well* sebagai kontrol positif (tanpa pemberian bakteri) dan satu *well* sebagai kontrol negatif (tanpa pemberian antibiotik). Sebelum antibiotik digunakan, dilakukan pengenceran dengan konsentrasi 512 µg/ml dan kemudian dituang ke *reagen reservoir*. Media MHB dimasukkan terlebih dahulu ke semua *well* di *microplate* sebanyak 50 µl. Kemudian antibiotik dengan konsentrasi 512 µg/ml dimasukkan ke *well* kedua sebanyak 50 µl lalu dilakukan pengenceran sampai *well* ke-11. Suspensi bakteri ditambahkan sebanyak 50 µl ke masing-masing *well* dan untuk *well* pertama tidak diberikan bakteri. Jumlah dari setiap *well* yaitu 100 µl.

### **3.5 Parameter Penelitian**

Parameter penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kepekaan *A. hydrophila* terhadap antibiotik tetrasiklin, enrofloksasin, dan oksitetrasiklin menggunakan metode difusi (uji cakram) dan metode dilusi (uji MIC).

### 1. Uji Cakram *A. hydrophila*

*A. hydrophila* diinterpretasikan sensitif, intermediet, dan resistan dengan cara merujuk pada standar CLSI 2018 berdasarkan zona hambat antibiotik terhadap bakteri tersebut. Pengukuran zona hambat untuk antibiotik tetrasiklin dan oksitetrasiklin memiliki diameter  $\leq 11$  mm (resistan), 12-14 mm (intermediet), dan  $\geq 15$  mm (sensitif). Untuk jenis antibiotik enrofloksasin memiliki diameter  $\leq 15$  mm (resistan), 16-20 mm (intermediet), dan  $\geq 21$  mm (sensitif). Tingkat resistansi *A. hydrophila* terhadap antibiotik yang digunakan digambarkan berupa persentase resistansinya terhadap keseluruhan jumlah isolat *A. hydrophila* yang diisolasi di wilayah Provinsi Banten. Persentase resistansi bakteri dihitung untuk setiap jenis antibiotika dengan menggunakan persamaan:

$$\% \text{ Resistansi} = \frac{\text{Jumlah kultur yang resistan}}{\text{Jumlah kultur yang diuji}} \times 100\%$$

### 2. Uji MIC

Uji MIC digunakan untuk mengetahui konsentrasi minimum suatu antimikroba yang dibutuhkan untuk menghambat pertumbuhan suatu mikroorganisme. Hasil MIC dilakukan dengan mengamati pertumbuhannya berdasarkan kekeruhan yang dihasilkan.

### 3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dengan menyajikan hasil uji *A. hydrophila* dalam bentuk tabel dan gambar. Kemudian dilanjutkan dengan membandingkan dengan referensi terbaru tentang resistansi *A. hydrophila* di Provinsi Banten.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Hasil pengujian sampel yang berbeda didapatkan 31 isolat, setelah diidentifikasi 31 isolat tersebut merupakan spesies *A. hydrophila*. Terdapat satu isolat resistan terhadap tetrasiklin dan dua isolat resistan terhadap oksitetrasiklin. Nilai MIC dari tetrasiklin dan oksitetrasiklin pada isolat *A. hydrophila* tersebut sebesar 16 µg/ml.

### 5.2 Saran

Penanggulangan penyakit *A. hydrophila* dengan antibiotik harus dilakukan dengan bijaksana agar tidak menimbulkan resistansi bakteri. Antibiotik tetraskilin, enrofloksasin, dan oksitetrasiklin dapat digunakan dengan baik dengan memperhatikan dan mengikuti prosedur dan dosis yang tepat. Limbah antibiotik harus dikelola dengan aman agar tidak mencemari lingkungan sekitar budi daya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, R., Marlina., & Mukhtar, M. H. 2011. Penetapan pola resistansi antibiotika *Vibrio parahaemolyticus* hasil isolasi dari cumi-cumi (*Loligo vulgaris*) dan kepiting bakau (*Scylla serratta*). *Scientia Jurnal Farmasi dan Kesehatan*. 1(1):42-46.
- Algammal, A. M., Mohamed, F. M., Tawfiek, B. A., Hozzein, W. N., Kazzaz, W. M. E., & Mabrok, M. 2020. Molecular typing, antibiogram and PCR-RFLP based detection of *Aeromonas hydrophila* complex isolated from *Oreochromis niloticus*. *Pathogens*. 9(3): 238.
- Alkhunni, S. B. A., Gaballah, M. S. M., & Gultepe, N. G. 2017. Pathogenic bacteria for human and fish isolated from fish farm in Kastamonu, Turkey. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*. 6(3): 00157.
- Amanu, S., Kurniasih., & Indrayulianto, S. 2014. Identifikasi penyakit *Aeromonad* pada budi daya ikan air tawar di Bali. *Jurnal Veteriner*. 15(4): 474-486.
- Anggraini, R., Aliza, D., & Mellisa, S. 2016. Identifikasi bakteri *Aeromonas hydrophila* dengan uji mikrobiologi pada ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dibudidayakan di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 1(2): 270-286.
- Angka, S. L., Lam, T. J., & Sin, Y. M. 1995. Some virulence characteristics of *Aeromonas hydrophila* in walking catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*. 130(2-3): 103-112.
- Azhar, F., & Wirasisya D, G. 2019. Pelatihan penanganan Streptococcus pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menggunakan pakan fermentasi di Desa Gontoran Lingsar. *Jurnal Abdi Insani LPPM Unram*. 6(2): 229-240.
- Bako, S., Lukistyowati, L., & Riauwati, M. 2019. Sensitivitas larutan propolis terhadap bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 24(2): 91-100.

- CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute). 2018. *Performance Standart for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty second informal supplement* 20th informational supplement. MI00- S20-U. Wayne, PA CLSI. 296 hlm.
- FAO (Food dan Agriculture Organization). 2005. Responsible use of antibiotics in aquaculture. *Fisheries Technical Paper*. 1: 469
- Forslund, K., Sunagawa, S., Coelho, L. P., & Bork, P. 2014. Metagenomic insights into the human gut resistome and the forces that shape it. *Journal BioEssays*. 36(3): 316-329.
- Giguere, S., Presscot, J. S., Baggot, J. D., Walker, R. D., & Dowling, P. M. 2006. *Antimicrobial Therapy in Veterinary Medicine*. 4<sup>th</sup> Ed. Oxford. UK. Blackwell Publishing. 626 hlm.
- Griffin, M.O., Fricovsky, E., Ceballos, G., & Villareal, F. 2010. Tetracycline: a pleiotropic family of compound with promising theurapetic properties. Review of the literature. *Journal of Physiology Cell Physiology*. 299(3): 59-548.
- Guay, D. R, P. 2008. Contemporary management of uncomplicated urinary tract infections. *Drugs*. 68:1169-1205.
- Hakimah, N., Pawestri, W., Suseno, D. N., & Anjarsari, S. W. 2021. Deteksi residu oksitetrasiklin pada ikan lele yang dipasarkan di Kota Yogyakarta. *Jurnal Veteriner*. 22(4): 499-507.
- Hamny, H., Zulfan, M., Abrar, M., Dewi, M., Darmawi, D., Daud, R., & Panjaitan, B. 2019. Isolation and identification of *Aeromonas* sp. in goldfish (*Carassius auratus*) from several pet shops in Banda Aceh. *Jurnal Medika Veterinaria*. 13(1): 72-78.
- Haryani, A., Grandiosa, R., Buwono, I. D., & Santika, A. 2012. Uji efektivitas daun pepaya (*Carica papaya*) untuk pengobatan infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* pada ikan mas koki (*Carassius auratus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(3): 213-220.
- Humaida, R. 2014. Strategy to handle resistance of antibiotics. *Jurnal Majority*. 3(7): 113-120.
- Holt, J.G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A., Staley, J. T., & Williams, S. T. 1994. *Bergey's Annual of Determinative Bacteriology*. Ninth Edition. Baltimore : The Wiliams and Wilkin Company. 786-788 hlm.



- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2021. Jumlah Pembudi Daya Ikan. <https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=nelayan&i=6#panel-footer> (diakses pada 08 Februari 2023).
- Kamiso, H. N., Triyanto., & Sri, H. 1996. Uji konsentrasi penghambat minimal, resistansi, dan penggunaan antibiotik untuk menanggulangi penyakit *Motil Aeromonas septisemia* (MAS) pada lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. 1(1): 49-53.
- Kim, S. J., Ogo, M., Oh, J. M., & Suzuki, S. 2012. Occurrence of tetracycline resistance genes tet(M) and tet(S) in bacteria from marine aquaculture sites. *FEMS Microbiol Lett*. 131: 367-375.
- Kim, J. H., Hwang, S. Y., Son, J. S., Han, J. E., Jun, J. W., Shin, S. P., Choresca, C., Choi, Y. J. m Park, Y. H., & Park, S. C. 2011. Molecular characterization of tetracycline and quinolone resistant *Aeromonas salmonicida* isolated in Korea. *Journal Veterinary Science*. 12(1): 41-48.
- Lukistyowati, I., & Kurniasih. 2012. Pelacakan gen aerolysin dari *Aeromonas hydrophila* pada ikan mas yang diberi pakan ekstrak bawang putih. *Jurnal Veteriner*. 13(1): 43-50.
- Lumentut, H. B., & Hartati, S. 2015. Sistem pendukung keputusan untuk memilih budi daya ikan air tawar menggunakan AF-TOPSIS. *Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems*. 9(2): 197-206.
- Luturmas, A. 2014. Pemberian antibiotik inrofloks terhadap kelulusanhidup benih ikan kerapu bebek *Cromileptes altivelis* yang terinfeksi bakteri *Vibrio alginolitycus*. *Jurnal Triton*. 10(2): 79-84.
- Maftuch., Febby, H. S., Suprastyani, H. 2018. Uji daya hambat ekstrak *Chaetoceros calcitrans* terhadap bakteri *Aeromonas salmonicida*. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 2(1): 39-46.
- Muslikha., Pujiyanto, S., Jannah, S. N., & Novita, H. 2016. Isolasi, karakterisasi *Aeromonas hydrophila* dan deteksi gen penyebab penyakit *Motile Aeromonas Septicemia* (MAS) dengan 16s rRna dan aerolysin pada ikan lele (*Clarias* sp.). *Jurnal Biologi*. 5(4): 1-7.
- Mufidah. T., Sukenda, S., Widanarni, W., Darusman, H. S., & Lusiastuti, A. 2022. Profil farmakokinetik oksitetrasiklin pada ikan lele *Clarias gariepinus* dengan infeksi artifisial *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Riset Akuakultur*. 17(1): 47-57.

- Mulyani, Y., Bachtiar, E., & Agung, M. U. K. 2013. Peranan senyawa metabolit sekunder tumbuhan mangrove terhadap infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Akuatika*. 4(1): 1-9.
- Nurhasnawati, H., Jubaidah, S., & Elfia, N. 2016. Penentuan kadar residu tetrasiklin HCl pada ikan air tawar yang beredar di pasar segiri menggunakan metode spektrofotometri ultra violet. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 2(2): 173-178.
- Nurjanah, S., Prayitno, S. B., & Sarjito. 2014. Sensitivitas bakteri *Aeromonas* sp. dan *Pseudomonas* sp. yang diisolasi pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) sakit terhadap berbagai macam obat beredar. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 3(4): 308-316.
- Orlando, E.A., & Samionato, A. V. C. 2011. Extraction of tetracycline antibiotic residu from fish fillet: comparison and optimization of different procedure using liquid chromatography with flouroscent detection. *Journal of Chromatography A*. 1307: 111–118.
- Pawestri, W., Satria, G. D., Hakimah, N., & Yudhabuntara, D. 2019. Deteksi kejadian residu tetrasiklin pada daging ikan nila di Kota Yogyakarta dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). *Jurnal Sain Veteriner*. 37(2): 185-192.
- Pérez-Rodríguez, E., Martínez-Tadeo, J. A., Pérez-Rodríguez, N., Hernández-Santana, G., Callero-Viera, A., Rodríguez-Plata, E., & Garcia-Robaina, J. C. 2018. Outcome of 490 desensitizations to chemotherapy drugs with a rapid one-solution protocol. *Journal Allergy Clin Immunol Pract*. 6(5):1621-1627.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2019. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 1/PERMEN-KP/2019 Tentang Obat Ikan.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2021. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2021 Tentang Pedoman Penggunaan Antibiotik.
- Prasetya, Y. A., Nisyak, K., Hisbiyah, A., Iftitah, E. D., & Srihardiyastuti, A. 2019. Eksplorasi keanekaragaman kupu-kupu (*Lepidoptera*) dan status konservasinya di Taman Nasional Gunung Merbabu Jawa Tengah. *Jurnal MIPA*. 42(1): 7-15.
- Rahim, Z., Sanyal, S. C., Aziz, K. M., Huq, M. I., & Chowdhury, A. A. 1984. Isolation of enterotoxigenic, hemolytic and antibiotic resistant *Aeromonas hydrophila* strains from infected fish in Bangladesh. *Appl. Environ. Microbiol*. 48: 865-867.

- Raya, L. 2015. Cara Menggunakan Antibiotik Budi Daya Ikan. <http://trobosagua.com/detail-berita/2015/09/15/15/6482/cermat-menggunakan-antibiotik-budidaya-ikan> (diakses pada 11 Oktober 2022).
- Reeves. P. T. 2012. Antibiotics: Groups and Properties. Chemical Analysis of Antibiotic Residues in Food: 1-59 hlm.
- Rika, A., Aliza, D., & Mellisa, S. 2016. Identifikasi bakteri *Aeromonas hydrophila* dengan uji mikrobiologi pada ikan lele dumbbo (*Clarias gariepinus*) yang dibudidayakan di Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah* 1(2): 270-286.
- Rousham, E. K., Unicomb, L., & Islam, M. A. Human, animal and environmental contributors to antibiotic resistance in low-resource settings: integrating behavioural, epidemiological and one health approaches. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*: 11 April 2018. 09 hlm.
- Samsundari, S. 2006. Pengujian ekstrak temulawak dan kunyit terhadap resistansi *Aeromonas hydrophilla* yang menyerang ikan mas (*Cyprinus carpio*). *GAMMA*. 2(1): 71-83.
- Šandor, K., Svjetlana, T., Andrišič, M., Zarkovic, I., & Junakovi, E. P. 2012. In-use stability of enrofloxacin solution for injection in multidose containers. *Acta veterinaria*. 62: 213-225.
- Sekkin, S., & Kum, C. 2011. *Antibacterial Drug in Fish Farm: Application and Its Effect*. Adnan Manderes University Press. Turkey: 217-250 hlm.
- Setiaji, J., Johan, T. I., & Widantari, M. 2015. Pengaruh gliserol pada media *tryptic soy broth* (TSB) terhadap viabilitas bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Dinamika Pertanian*. 30(1): 83-91.
- Spanggaard, B., Jorgensen, F., Gram, L., & Huss, H. H., 1993. Antibiotic resistance in bacteria isolated from three freshwater fish farms and an unpolluted stream in Denmark. *Aquaculture*. 115: 195-207.
- Stratev, D., & Olumide, A. O. 2016. An overview of *Motile Aeromonas Septicemia* management. *Aquaculture International*. 25: 1095-1105.
- Sugiani, D., Urwaningsih, U., Andriyanto, S., & Lusiastuti, A. 2018. Bakteri pada

ikan gabus *Channa striata*, semah *Tor* spp., dan baung *Hemibagrus* sp.: identifikasi, virulensi, dan kerentanan terhadap beberapa antibiotik. *Jurnal Riset Akuakultur*. 13(4): 347-356.

Sulistyowati, T. 2020. Deteksi Bakteri Resisten.

<https://bblksurabaya.id/artikel/deteksi-bakteri-resisten> (diakses 25 Februari 2023).

Syafriana, V., Hamida, F., Sukanto, A. R., & Aliya, L. S. 2020. Resistansi *Escherichia coli* dari air danau ISTN Jakarta terhadap antibiotik amoxicilin, tetrasiklin, kloramfenikol, dan siprofloksasin. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*. 13(2): 33-39.

Syamsunarno, M. B., & Sunarno, M. T. D. 2017. Budidaya ikan air tawar ramah lingkungan untuk mendukung keberlanjutan penyediaan ikan bagi masyarakat. 2016. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan*, Bandar Lampung: 17 Mei 2016. 16 hlm.

Türk, E., & Oguz, H. 2016. Investigation of tetracycline residues in fish caught from surrounding fish farms in mugla district. Eurasian. *Journal of Veterinary Sciences*. 32 (2): 74-79.

Wahjuningrum, D., Astrini, R., & Setiawati, M. 2013. Pencegahan infeksi *Aeromonas hydrophila* pada benih ikan lele *Clarias* spp. yang berumur 11 hari menggunakan bawang putih *Allium sativum* dan meniran *Phyllanthus niruri*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 12(1): 94-104.

Wijayanti, A. D., Hakim, L., & Widiyono, I. 2007. Profil farmakokinetik oksitetrasiklin hidroklorid dalam berbagai jaringan tikus sprague dawley. *Jurnal Sain Veteriner*. 25(2): 68-74.

WHO (*World Health Organization*). 1998. Use of quinolones in food animals and potential impact on human health. <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/65514/1/WHO EMC ZDI 98.10.pdf> (diakses pada 09 Oktober 2022).

Yan, H & Kyung, H. R. 2008. Molecularly imprinted solid-phase extraction for determination of enrofloxacin and ciprofloxacin in chicken muscle. *Journal Bulletin of the Korean Chemical Society*. 29(6): 1173-1178.

Zafran., Ismi, S., Mastuti, I., & Mahardika, K. 2020. Isolasi dan karakteristik bakteri yang diisolasi dari larva ikan kerapu hibrida cantik yang terserang penyakit ekor. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 4(2): 194-200.

Zakery, B., & Wright, G. D. 2008. Chemical biology of tetracycline antibiotics.  
*Biochemistry and Cell Biology*. 86(2): 100-110.