

**EFEKTIVITAS PEMBERIAN PROBIOTIK *Bacillus subtilis*
(EHRENBERG, 1835) PADA MEDIA BUDI DAYA IKAN NILA *Oreochromis
niloticus* (LINNAEUS, 1758) UNTUK MENEKAN POPULASI *Aeromonas
hydrophila* (CHESTER, 1901) DAN PERBAIKAN KUALITAS AIR**

(Skripsi)

Oleh

**Adelia Dwi Wulandari
2014111030**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS PEMBERIAN PROBIOTIK *Bacillus subtilis* (EHRENBERG, 1835) PADA MEDIA BUDI DAYA IKAN NILA *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) UNTUK MENEKAN POPULASI *Aeromonas hydrophila* (CHESTER, 1901) DAN PERBAIKAN KUALITAS AIR

Oleh

Adelia Dwi Wulandari

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas unggulan budi daya air tawar. Kegiatan produksi ikan nila dalam praktiknya tidak dapat berjalan dengan lancar. Penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen dan kualitas air buruk menjadi penyebab budi daya ikan nila sering gagal. Kegiatan yang dapat dilakukan untuk mencegah hal tersebut adalah dengan pemberian probiotik *Bacillus subtilis* pada media budi daya ikan nila. Tujuan dari penelitian ini yaitu mempelajari dari pemberian probiotik *Bacillus subtilis* pada media budi daya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) untuk menekan populasi *Aeromonas hydrophila*, meningkatkan pertumbuhan, dan tingkat kelangsungan hidup ikan serta perbaikan kualitas air. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan yaitu perlakuan A (0 ppm), perlakuan B (2 ppm), dan perlakuan C (4 ppm). Data yang dikumpulkan yaitu angka lempeng total (ALT) bakteri, pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian probiotik *Bacillus subtilis* pada media budi daya ikan nila memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap jumlah angka lempeng total (ALT) bakteri *Aeromonas hydrophila* yang terdapat pada media budi daya ($P < 0,05$) dan tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap performa pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila ($P > 0,05$) dan belum dapat memperbaiki kualitas air pada media budi daya. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pemberian probiotik *Bacillus subtilis* pada media budi daya ikan nila terbukti dapat menekan pertumbuhan populasi bakteri *Aeromonas hydrophila* yang terdapat pada media budi daya dengan dosis terbaik yaitu 2 ppm.

Kata kunci: ikan nila, *Aeromonas hydrophila*, probiotik, *Bacillus subtilis*.

ABSTRACT

THE EFFECTIVENESS OF *Bacillus subtilis* (EHRENBERG, 1835) PROBIOTICS ADDITON IN TILAPIA *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) CULTURE MEDIA TO SUPPRESS *Aeromonas hydrophila* (CHESTER, 1901) POPULATION AND IMPROVE WATER QUALITY

By

Adelia Dwi Wulandari

Tilapia (*Oreochromis niloticus*) is one of the leading commodities of freshwater aquaculture. Tilapia production activities in practice cannot run smoothly. Diseases caused by pathogenic bacteria and poor water quality often cause tilapia farming to fail. Activities that can be done to prevent this are by giving probiotics *Bacillus subtilis* to tilapia cultivation media. This research aimed to study the addition of *Bacillus subtilis* probiotic in tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture media to suppress *Aeromonas hydrophila* population, increase growth, and fish survival rate and improve water quality. The research used was a complete randomized design (CRD) with 3 treatments and 3 replicates, namely treatment A (0 ppm), treatment B (2 ppm), and treatment C (4 ppm). Data collected were total plate number of bacteria, growth, survival rate, and water quality. The results showed that the addition of probiotic *Bacillus subtilis* in tilapia culture media had a significantly different effect on the total plate number of *Aeromonas hydrophila* bacteria contained in the culture media ($P < 0.05$) and did not show a significantly different effect on the growth performance and survival rate of tilapia ($P > 0.05$) and could not improve water quality in the culture media. The conclusion of this study was the provision of probiotic *Bacillus subtilis* in tilapia culture media proved to be able to suppress the growth of *Aeromonas hydrophila* bacterial population contained in the culture media with the best dose of 2 ppm.

Keywords: Tilapia, *Aeromonas hydrophila*, probiotics, *Bacillus subtilis*.

**EFEKTIVITAS PEMBERIAN PROBIOTIK *Bacillus subtilis*
(EHRENBERG, 1835) PADA MEDIA BUDI DAYA IKAN NILA *Oreochromis
niloticus* (LINNAEUS, 1758) UNTUK MENEKAN POPULASI *Aeromonas
hydrophila* (CHESTER, 1901) DAN PERBAIKAN KUALITAS AIR**

Oleh

ADELIA DWI WULANDARI

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul

: **EFEKTIVITAS PEMBERIAN PROBIOTIK
Bacillus subtilis (EHRENBERG, 1835) PADA
MEDIA BUDI DAYA IKAN NILA *Oreochromis
niloticus* (LINNAEUS, 1758) UNTUK MENE-
KAN POPULASI *Aeromonas hydrophila* (CHES-
TER, 1901) DAN PERBAIKAN KUALITAS AIR**

Nama Mahasiswa

: **Adefia Dwi Wulandari**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2014111030

Program Studi

: Budidaya Perairan

Jurusan

: Perikanan dan Kelautan

Fakultas

: Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si.
NIP. 19840731 201404 1 001



drh. Joko Suwiryono, M.Si.
NIP. 19781220 200502 1 001

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan
Universitas Lampung



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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Deny Sapto Chondro Utomo,**
S.Pi., M.Si.



Sekretaris

: **drh. Joko Suwiryono, M.Si.**



Penguji
Bukan Pembimbing

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



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 19641118 198902 1 002

Tanggal lulus ujian skripsi: **8 Juli 2024**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adelia Dwi Wulandari

NPM : 2014111030

Judul Skripsi : Efektivitas Pemberian Probiotik *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) pada Media Budi Daya Ikan Nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) untuk Menekan Populasi Bakteri *Aeromonas hydrophila* (Chester, 1901) dan Perbaikan Kualitas Air

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis adalah murni hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan data yang saya dapatkan. Karya ini belum pernah dipublikasikan sebelumnya dan bukan plagiat dari hasil karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan dalam karya ini, maka saya siap bertanggungjawab.

Bandar Lampung, 12 Agustus 2024
Yang membuat pernyataan,



Adelia Dwi Wulandari
NPM. 2014111030

RIWAYAT HIDUP



Penulis memiliki nama lengkap Adelia Dwi Wulandari, lahir di Pajaresuk, Kabupaten Pringsewu, Lampung pada tanggal 27 Agustus 2002, yang merupakan anak kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Gunanto dan Ibu Siti Khomsatun. Penulis menempuh pendidikan formal di Raudhatul Athfal Baitul Umi Pajaresuk (2007-2008), SD Negeri 2 Pajaresuk (2008-2014),

SMP Negeri 4 Pringsewu (2014-2017), dan SMA Negeri 2 Pringsewu (2017-2020). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan strata-1 pada tahun 2020 di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Ikhtiologi (2022) dan Mikrobiologi (2022). Penulis aktif pada organisasi tingkat jurusan yaitu Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik), FP, Unila sebagai anggota Bidang Kewirausahaan periode 2022. Penulis pernah mengikuti program magang mandiri di Unit Pelaksanaan Teknis Daerah Balai Benih Ikan (UPTD BBI) Kota Metro pada tanggal 27 Desember 2021-11 Januari 2022. Penulis mengikuti kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) pertukaran pelajar di Universitas Sriwijaya pada tahun 2022. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Karang Agung, Kecamatan Pakuan Ratu, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung pada bulan Januari-Februari 2023. Penulis juga mengikuti program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) magang dan riset di Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPKIL) Serang pada bulan Februari-Desember 2023.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Selawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Dengan kerendahan hati, kupersembahkan skripsi ini sebagai tanda bukti serta kasih sayangku yang tulus dan mendalam kepada:

Kedua orang tua saya, Bapak Gunanto dan Ibu Siti Khomsatun, yang selalu mendoakan untuk kebaikan anak-anaknya, memberikan dukungan, kasih sayang, dan motivasi di saat saya sedang berjuang untuk mendapatkan gelar sarjana.

Terima kasih tak terhingga karena telah berjuang untuk kebahagiaan dan kesuksesan kedua putrinya.

Kakak saya tercinta, Gita Wulandari, yang selalu mendoakan, memberikan semangat, dan menjadi tempat ternyaman bagi saya dalam mencurahkan segala keluh dan kesah selama menyelesaikan skripsi ini.

Teman-teman yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

Serta

Almamater tercinta, Universitas Lampung.

MOTO

“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang telah melewatkan ku tidak akan pernah menjadi takdir ku dan apa yang ditakdirkan untuk ku tidak akan pernah melewatkan ku”

(Umar bin Khattab)

“Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain)”

(QS. Al-Insyirah: 7)

“Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras. Tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan. Tidak ada kemudahan tanpa doa”

(Ridwan Kamil)

“Setiap manusia itu indah dengan cara yang mereka pilih”

(Maudy Ayunda)

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Pemberian Probiotik *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835) pada Media Budi Daya Ikan Nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) untuk Menekan Populasi *Aeromonas hydrophila* (Chester, 1901) dan Perbaikan Kualitas Air”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh penulis dalam menyelesaikan pendidikan dan meraih gelar sarjana perikanan di Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Lampung.

Penyusunan skripsi tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., 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. Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi;
5. drh. Joko Suwiryono, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi;
6. Ir. Siti Hudaidah, M. Sc., selaku Dosen Penguji yang telah meluangkan waktunya sehingga dapat memberi kritik saran, serta arahan selama penyelesaian skripsi;

7. Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik atas bimbingan terkait rencana pendidikan selama di Universitas Lampung;
8. Dosen-dosen dan staf administrasi Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu, motivasi, dan bantuan dalam penyelesaian studi dan skripsi;
9. drh. Toha Tusihadi, selaku Kepala Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPKIL) Serang yang memberikan kesempatan melaksanakan penelitian di BPKIL Serang;
10. Subhan, Yasintha Inggariyanti, A.Md.Si., Isnawaty, A.Md.Pi, S.AP., Robani, Ezra Yuni Tyastutiningsih, S. Farm., Swastika Dita Soraya, S.Pi., dan Didik Santoso, S.Pi., selaku analis dan laboran di BPKIL Serang;
11. Bapak, Ibu, Mba Gita, serta keluarga besar yang senantiasa mendoakan, memotivasi, memberi dukungan dan bantuannya selama ini;
12. Ajeng, Alfin, Rani, Vidya, Yoseva, selaku teman dekat yang selalu membantu selama perkuliahan dan mengingatkan kewajiban dalam penyelesaian skripsi;
13. Maharani Putri, Chenen Rifatullah, Melani Lara, dan Wikka Septiana, selaku teman dekat yang menempuh pendidikan di berbagai universitas, namun tetap mendukung penulis dalam penyelesaian skripsi.
14. Teman-teman seperjuangan Program Studi Budidaya Perairan angkatan 2020, terima kasih untuk kebersamaannya selama perkuliahan sampai penyelesaian skripsi ini selesai.

Bandar Lampung, 12 Agustus 2024

Adelia Dwi Wulandari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pikiran	3
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Biologi Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	7
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi.....	7
2.1.2 Habitat	8
2.2 Probiotik.....	8
2.3 <i>Aeromonas hydrophila</i>	10
2.4 Kualitas Air	12
2.4.1 Suhu.....	12
2.4.2 Oksigen Terlarut (DO).....	12
2.4.3 Derajat Keasaman (pH)	13
2.4.4 Amonia (NH ₃)	13
2.4.5 Nitrit (NO ₂).....	14
2.4.6 Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	14
2.4.7 <i>Total Organic Matter</i> (TOM)	14

III. METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat.....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Rancangan Penelitian.....	18
3.4 Prosedur Penelitian	19
3.4.1 Tahap Persiapan.....	19
3.4.1.1 Persiapan Wadah	19
3.4.1.2 Persiapan Hewan Uji	19
3.4.2 Pelaksanaan Penelitian	19
3.4.3 Pengambilan Sampel	20
3.4.4 Parameter Pengamatan	20
3.5 Analisis Data.....	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil.....	27
4.1.1 Angka Lempeng Total (ALT) <i>Aeromonas hydrophila</i>	27
4.1.2 Pertumbuhan	28
4.1.2.1 Pertumbuhan Bobot Mutlak	28
4.1.2.2 Pertumbuhan Panjang Mutlak	29
4.1.3 Tingkat Kelangsungan Hidup	30
4.1.4 Kualitas Air.....	31
4.2 Pembahasan.....	32
V. SIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Simpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir kerangka pikir penelitian	5
2. Morfologi ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	7
3. Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	9
4. Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	11
5. Tata letak wadah penelitian	19
6. Angka lempeng total (ALT) bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	28
7. Pertumbuhan bobot mutlak ikan nila pada media budi daya yang diberi probiotik <i>Bacillus subtilis</i> dengan dosis yang berbeda	29
8. Pertumbuhan panjang mutlak ikan nila pada media budi daya yang diberi probiotik <i>Bacillus subtilis</i> dengan dosis yang berbeda	30
9. Tingkat kelangsungan hidup ikan nila pada media budi daya yang diberi probiotik <i>Bacillus subtilis</i> dengan dosis yang berbeda	31
10. Pemberian probiotik	49
11. Penimbangan bobot ikan	49
12. Pengambilan sampel air	49
13. Pengecekan kualitas air	49
14. Pengujian kualitas air	49
15. Pengujian ALT bakteri	49
16. Perhitungan jumlah koloni	49
17. ALT <i>A. hydrophila</i>	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	16
2. Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	17
3. Parameter kualitas air, satuan, dan alat ukur	23
4. Perhitungan angka lempeng total (ALT) <i>Aeromonas hydrophila</i>	27
5. Pengukuran kualitas air	32
6. Data perhitungan ALT <i>Aeromonas hydrophila</i>	50
7. Pertumbuhan bobot mutlak	50
8. Pertumbuhan panjang mutlak.....	50
9. Tingkat kelangsungan hidup	51
10. Data pengukuran suhu.....	51
11. Data pengukuran DO.....	51
12. Data pengukuran pH	52
13. Data pengujian amonia.....	52
14. Data pengujian nitrit.....	53
15. Data pengujian H ₂ S	53
16. Data pengujian TOM.....	53
17. Uji normalitas angka lempeng total (ALT) <i>Aeromonas hydrophila</i>	54
18. Uji homogenitas angka lempeng total (ALT) <i>Aeromonas hydrophila</i>	54
19. Uji anova angka lempeng total (ALT) <i>Aeromonas hydrophila</i>	55
20. Uji Duncan angka lempeng total (ALT) <i>Aeromonas hydrophila</i> minggu 1 ..	55
21. Uji Duncan angka lempeng total (ALT) <i>Aeromonas hydrophila</i> minggu 2 ..	56
22. Uji Duncan angka lempeng total (ALT) <i>Aeromonas hydrophila</i> minggu 3 ..	56
23. Uji Duncan angka lempeng total (ALT) <i>Aeromonas hydrophila</i> minggu 4 ..	57

24. Uji normalitas pertumbuhan bobot mutlak	57
25. Uji homogenitas pertumbuhan bobot mutlak.....	57
26. Uji anova pertumbuhan bobot mutlak.....	58
27. Uji normalitas pertumbuhan panjang mutlak.....	58
28. Uji homogenitas pertumbuhan panjang mutlak	58
29. Uji anova pertumbuhan panjang mutlak	59
30. <i>Ranks</i>	59
31. <i>Test statistics</i>	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi penelitian.....	49
2. Data hasil penelitian.....	50
3. Data hasil uji SPSS	54

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan nila merupakan salah satu komoditas unggulan budi daya air tawar. Ikan nila juga menjadi komoditas andalan untuk pemenuhan kebutuhan pangan nasional serta memiliki permintaan pasar yang tinggi (Direktorat Jenderal Perikanan Budi-daya, 2022). Hal tersebut menjadikan komoditas ikan nila banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia. Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (2022), komoditas ikan dengan produksi tertinggi pada perikanan budi daya adalah ikan nila. Pada tahun 2021 produksi ikan nila di Indonesia yaitu 371 ribu ton dan tahun 2022 mengalami kenaikan yaitu mencapai 401 ribu ton. Produksi ikan nila mengalami peningkatan sebesar 8,01% dari tahun sebelumnya (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022).

Kegiatan produksi ikan nila dalam praktiknya tidak bisa berjalan dengan lancar. Terdapat banyak kendala yang menyebabkan produksi budi daya ikan nila sering gagal. Penyakit merupakan salah satu kendala yang biasa ditemukan pada budi daya ikan nila. Penyakit ini dapat disebabkan oleh adanya bakteri patogen yang terdapat dalam media budi daya. Salah satu bakteri patogen yang sering menyerang ikan nila adalah bakteri *Aeromonas hydrophila*. Menurut Hartami *et al.* (2024) *Aeromonas hydrophila* merupakan patogen umum yang menyerang komoditas ikan air tawar dan menyebabkan penyakit *motile aeromonas septicemia* (MAS). Bakteri ini dapat menimbulkan penyakit apabila kondisi kesehatan ikan tidak baik dan didukung oleh kualitas air yang buruk (Rahmaningsih, 2012).

Kualitas air merupakan salah satu faktor yang menjadi penentu dalam kegiatan budi daya ikan nila. Dalam menunjang kelangsungan hidup dan pertumbuhan,

ikan memerlukan kualitas air yang sesuai untuk kebutuhan hidupnya (Panggabean *et al.*, 2016). Perubahan kondisi lingkungan budi daya menyebabkan penurunan kualitas air yang bisa memberikan dampak negatif terhadap kesehatan ikan budi daya (Kamelia *et al.*, 2018). Fadillah *et al.* (2022) menyatakan bahwa apabila kualitas air dalam kegiatan budi daya tidak sesuai untuk kebutuhan ikan, maka dapat menyebabkan sistem imun menurun dan penyakit dapat dengan mudah menyerang ikan. Selain itu, kematian massal juga dapat terjadi jika kualitas air selalu buruk secara terus menerus maka kualitas air budi daya harus dalam keadaan optimal. Salah satu tindakan yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya penyakit bakterial dan penurunan kualitas air yaitu dengan pemberian probiotik.

Probiotik adalah mikroba hidup yang menguntungkan bagi inangnya. Penggunaan probiotik sangat bermanfaat untuk pencegahan pertumbuhan bakteri patogen di dalam media budi daya serta membantu dalam menjaga kualitas air agar tidak terjadi penurunan kualitas air selama proses budi daya (Sartika *et al.*, 2012). Jenis bakteri yang sering dimanfaatkan sebagai probiotik dalam budi daya ikan adalah genus *Bacillus*. Olmos *et al.* (2019) menyatakan bahwa probiotik *Bacillus subtilis* telah banyak dimanfaatkan dalam budi daya ikan untuk meningkatkan pencernaan pakan pada ikan, meningkatkan bioremediasi air, dan membantu dalam pencegahan penyakit pada ikan. Hasil penelitian Liu *et al.* (2017) juga menyebutkan bahwa pemberian probiotik *Bacillus subtilis* yang diisolasi dari lingkungan perairan dapat secara efektif meningkatkan pertumbuhan, respon imun, dan ketahanan terhadap penyakit ikan nila. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka perlu dilakukannya penelitian mengenai pemberian probiotik *Bacillus subtilis* yang dicampurkan ke dalam media budi daya ikan nila dengan dosis yang berbeda.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari efektivitas pemberian probiotik *Bacillus subtilis* pada media budi daya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam menekan populasi *Aeromonas hydrophila*, meningkatkan pertumbuhan, dan tingkat kelangsungan hidup ikan serta perbaikan kualitas air.

1.3 Manfaat Penelitian

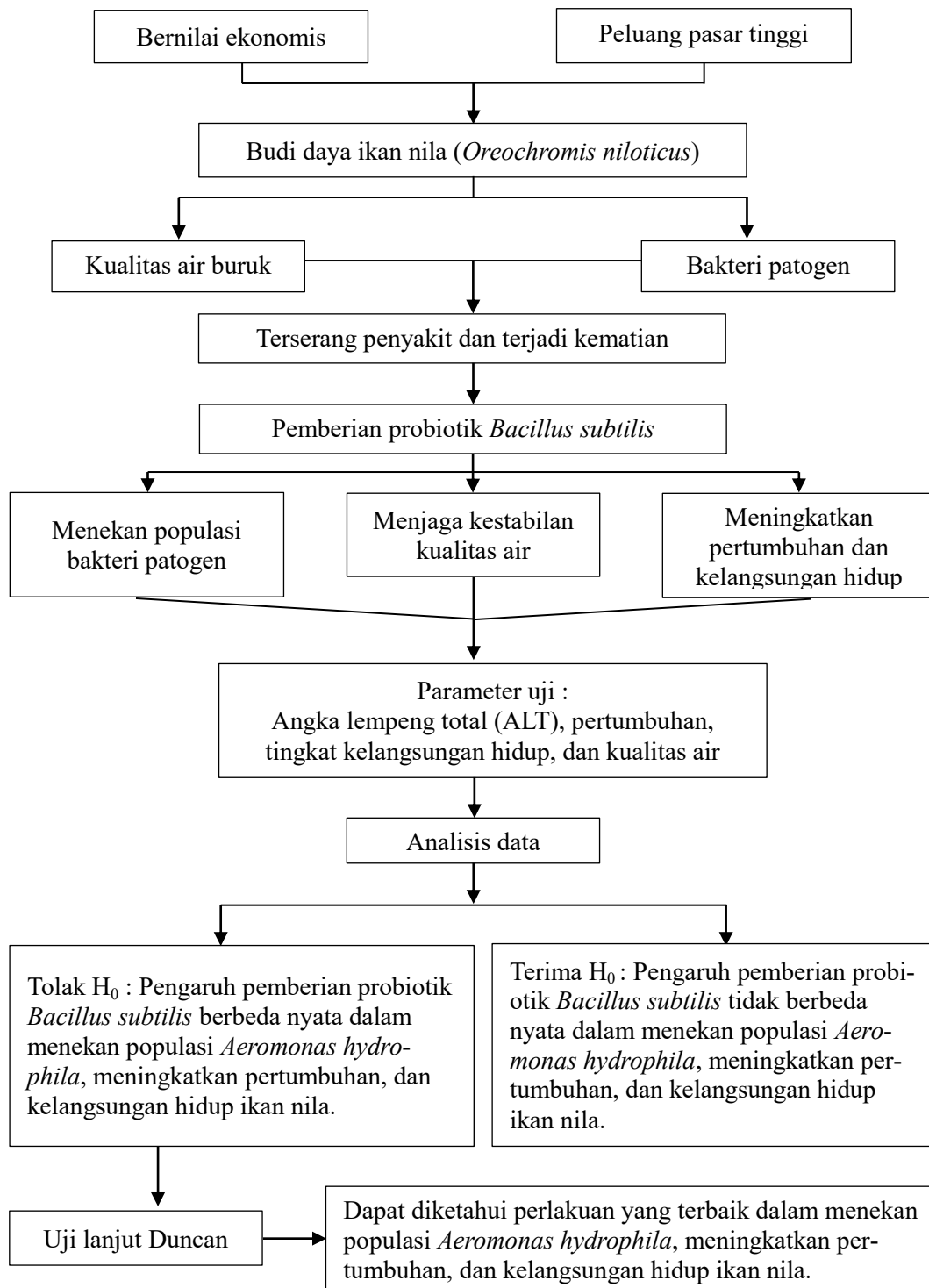
Manfaat dari penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai bahan informasi tambahan tentang pemberian probiotik pada media budi daya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dalam menekan populasi *Aeromonas hydrophila*, meningkatkan pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup ikan, serta perbaikan kualitas air.

1.4 Kerangka Pikiran

Salah satu jenis ikan budi daya air tawar yang termasuk dalam komponen penting sektor perikanan budi daya adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Ikan nila memiliki prospek cukup baik untuk dikembangkan karena komoditas ini bernilai ekonomis dan banyak diminati oleh masyarakat. Selain itu, ikan nila berkontribusi dalam menunjang pendapatan negara, lapangan pekerjaan, dan ketahanan pangan Indonesia. Oleh karena itu, banyak petani ikan yang membudidayakan ikan nila dan menjadi salah satu produksi perikanan budi daya air tawar yang mengalami peningkatan. Namun, dalam proses budi daya ikan nila sering terjadi kegagalan, salah satu faktor yang menyebabkan kegagalan dalam budi daya adalah penyakit. Penyakit ini bisa terjadi disebabkan oleh kualitas air yang buruk dan adanya bakteri patogen pada media budi daya. Jika dalam proses budi daya kualitas air mengalami penurunan maka dapat menyebabkan pertumbuhan bakteri patogen yang secara langsung akan memengaruhi kesehatan ikan, pertumbuhan, maupun kelangsungan hidup ikan. Salah satu bakteri patogen yang sering ditemukan dalam budi daya ikan nila adalah *Aeromonas hydrophila*. Keberadaan bakteri ini dalam lingkungan budi daya dapat mengancam kehidupan ikan nila. Selain itu, akibat infeksi dari bakteri *Aeromonas hydrophila* dapat menyebabkan kematian massal sehingga menimbulkan kerugian ekonomi yang cukup tinggi.

Pencegahan penyakit yang disebabkan oleh kualitas air yang buruk maupun bakteri patogen dapat dilakukan dengan menggunakan probiotik. Penggunaan probiotik untuk mencegah terjadinya penyakit pada ikan sangat baik dan aman untuk digunakan karena tidak adanya residu dari penggunaannya sehingga tidak menyebabkan pencemaran pada lingkungan budi daya. Pada penelitian ini probiotik yang digunakan adalah probiotik *Bacillus subtilis* yang dicampurkan ke dalam media

budi daya ikan nila. Dari penggunaan probiotik ini diharapkan dapat membantu dalam menekan populasi bakteri *Aeromonas hydrophila*, meningkatkan pertumbuhan, dan tingkat kelangsungan hidup ikan serta perbaikan kualitas air pada media budi daya ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Diagram alir kerangka pikir dari penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir kerangka pikir penelitian

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Angka lempeng total (ALT) bakteri *Aeromonas hydrophila*

H_0 : semua $\tau_i = 0$: Semua pengaruh pemberian probiotik *Bacillus subtilis* tidak berbeda nyata terhadap ALT bakteri *Aeromonas hydrophila* pada media budi daya ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu pengaruh pemberian probiotik *Bacillus subtilis* yang berbeda nyata terhadap ALT bakteri *Aeromonas hydrophila* pada media budi daya ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

2. Pertumbuhan

H_0 : semua $\tau_i = 0$: Semua pengaruh pemberian probiotik *Bacillus subtilis* tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu pengaruh pemberian probiotik *Bacillus subtilis* yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

3. Tingkat kelangsungan hidup

H_0 : semua $\tau_i = 0$: Semua pengaruh pemberian probiotik *Bacillus subtilis* tidak berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

H_1 : minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu pengaruh pemberian probiotik *Bacillus subtilis* yang berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi ikan nila menurut Dailami *et al.* (2021) adalah sebagai berikut:

Domain	: Eukariot
Kingdom	: Metazoa
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Actinopterygii
Ordo	: Perciformes
Famili	: Cichlidae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Spesies	: <i>Oreochromis niloticus</i>

Morfologi Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi ikan nila (*Oreochromis niloticus*)

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) memiliki bentuk tubuh yang panjang dan ramping dengan sisik berukuran besar, kasar, dan tersusun rapih. Garis *linea lateralis* pada ikan nila terputus di bagian tengah badan, kemudian berlanjut, namun letaknya di bawah dari garis yang memanjang di atas sirip dada (Marsuki, 2022).

Ikan nila memiliki lima buah sirip seperti ikan pada umumnya, yaitu sirip punggung, sirip dada, sirip perut, sirip anus, dan sirip ekor. Sirip punggung pada ikan nila terletak memanjang dari bagian dorsal tutup insang sampai dengan bagian dorsal sirip ekor. Sirip dada dan sirip perut memiliki ukuran yang kecil. Sirip anus berbentuk agak panjang dan hanya terdapat satu buah. Sementara untuk sirip ekor bentuknya membulat dan berjumlah satu buah seperti sirip anus (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, 2012). Bentuk mulut ikan nila yaitu menonjol serta moncong yang lebar dan seringkali menebal. Tidak hanya mulut yang menonjol, mata pada ikan nila juga menonjol, berukuran besar, dan berwarna putih pada bagian tepinya.

2.1.2 Habitat

Habitat asli ikan nila adalah berasal dari perairan hulu Sungai Nil di Uganda. Ikan nila memiliki toleransi terhadap lingkungan hidupnya. Hal tersebut membuat ikan nila dapat hidup di berbagai tempat yaitu seperti sungai, sawah, danau, rawa, waduk, kolam hingga tambak (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, 2012). Selain itu, ikan nila juga memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan kualitas air pada saat budi daya. Walaupun ikan nila memiliki toleransi tinggi, kualitas air harus tetap diawasi dan dikelola dengan baik agar pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan tetap optimal.

2.2 Probiotik

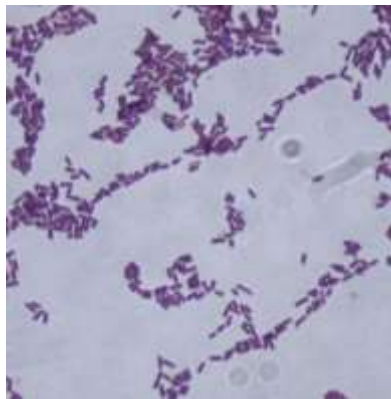
Definisi probiotik telah berkembang dari waktu ke waktu, istilah probiotik secara etimologis yaitu berasal dari Bahasa Yunani yang berarti “untuk kehidupan”. Probiotik adalah suplemen yang bila dikonsumsi dapat bersifat menguntungkan bagi organisme inangnya. Probiotik memiliki kandungan sel-sel mikroorganisme hidup yang menguntungkan (Rahmayanti *et al.*, 2020). FAO dan WHO (2001), menyatakan bahwa probiotik diartikan sebagai mikroorganisme hidup nonpatogenik yang memberikan efek baik dan menguntungkan bagi organisme inangnya jika dikonsumsi dalam jumlah tertentu. Saat ini pemanfaatan probiotik juga sudah banyak digunakan dalam usaha budi daya perikanan.

Dalam budi daya ikan probiotik sangat baik untuk digunakan karena dapat menjaga kualitas air budi daya, meningkatkan kesehatan ikan, serta membantu dalam mempercepat pertumbuhan ikan. Eliyani *et al.* (2015) menyatakan bahwa penggunaan probiotik dalam budi daya dapat memengaruhi profil kualitas air budi daya. Selain itu, penggunaan probiotik ini juga memberikan hasil yang terbaik untuk pertumbuhan ikan. Pencegahan penyakit dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh ikan juga dapat dilakukan dengan pemberian probiotik (Lara-Flores, 2011). Salah satu bakteri yang sering dijadikan probiotik dalam usaha budi daya perikanan yaitu bakteri *Bacillus subtilis*.

Menurut Errington *et al.* (2020) bakteri *Bacillus subtilis* diklasifikasikan sebagai berikut:

Domain	: Bacteria
Pylum	: Firmicutes
Class	: Bacili
Order	: Bacillales
Family	: Bacillaceae
Genus	: <i>Bacillus</i>
Species	: <i>Bacillus subtilis</i>

Bentuk bakteri *Bacillus subtilis* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bakteri *Bacillus subtilis*
Sumber: Hussein *et al.* (2019)

Bakteri *Bacillus subtilis* adalah salah satu bakteri aerob gram positif yang bisa tumbuh dengan cepat. *Bacillus subtilis* memiliki sel berbentuk batang dengan ukuran panjang 2 - 6 μm dan diameter kurang dari 1 μm (Errington *et al.*, 2020).

Bila dikultur di media *nutrient agar* morfologi bakteri ini yaitu bentuk koloni melingkar atau bulat, permukaan kasar, elevasi cembung, dan berwarna krem/putih kekuningan dengan bentuk tepian koloni rata (Purwaningsih dan Wulandari, 2021). Bakteri ini mampu membentuk endospora ketika berada pada kondisi lingkungan yang tertekan.

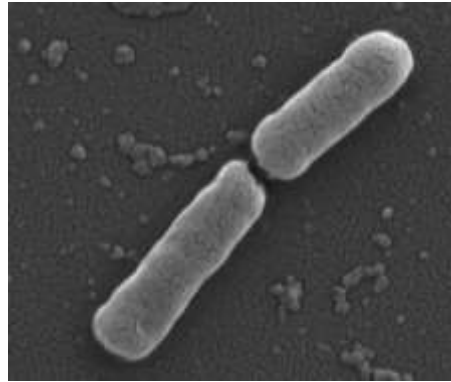
Bacillus subtilis merupakan strain probiotik yang aman serta tidak bersifat patogen untuk manusia maupun hewan. Pada saat proses pertumbuhan dan reproduksi bakteri ini dapat menghasilkan protein bakteriosin atau polipeptida. Zat yang dihasilkan ini memiliki aktivitas antibakteri tinggi dan stabilitas termal yang sangat baik. Oleh karena itu, *Bacillus subtilis* dapat digunakan sebagai alternatif obat antimikroba. Bila dikultur di media agar biasa morfologi bakteri ini yaitu bentuk koloni melingkar dan berwarna putih pucat dengan tepi yang tidak rata atau bergerigi (Lu *et al.*, 2018).

2.3 *Aeromonas hydrophila*

Menurut Seshadri *et al.* (2006) bakteri *Aeromonas hydrophila* memiliki klasifikasi yaitu, sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Phylum	: Prokaryota
Class	: Proteobacteria
Ordo	: Aeromonadales
Famili	: Aeromonadaceae
Genus	: <i>Aeromonas</i>
Species	: <i>Aeromonas hydrophila</i>

Bentuk bakteri *Aeromonas hydrophila* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Bakteri *Aeromonas hydrophila*
Sumber: Panjaitan *et al.* (2020)

Aeromonas hydrophila adalah bakteri gram negatif yang berbentuk batang dengan koloni bulat serta memiliki warna merah dan kuning (Arwin *et al.*, 2016). Penelitian Sinubu *et al.* (2022), menunjukkan bahwa bakteri *Aeromonas hydrophila* adalah bakteri gram negatif. Hal tersebut dapat diketahui karena saat isolat bakteri disuspensikan pada cairan media KOH 3% timbul lendir ketika ditarik. Bakteri ini dapat tumbuh pada minimum suhu 4°C dan dapat tumbuh dengan optimal pada suhu 37°C. Bakteri sudah tidak dapat tumbuh yaitu pada suhu 50°C. Bakteri *Aeromonas hydrophila* mampu tumbuh pada kisaran pH 4,7 - 11. Selain itu, pada kondisi anaerob bakteri ini dapat memanfaatkan karbohidrat melalui proses fermentasinya. Oleh karena itu, *Aeromonas hydrophila* bisa tetap hidup dengan tidak adanya oksigen.

Pada ikan, bakteri *Aeromonas hydrophila* adalah bakteri patogen yang dapat menyebabkan *haemorrhagic septicemia* atau yang dikenal dengan penyakit *motile aeromonas septicemia* (MAS) (Hamid *et al.*, 2016). Penyakit MAS dapat menyerang ikan air tawar, ikan air payau, maupun ikan air laut. Namun, pada semua ikan air tawar lebih rentan terhadap penyakit MAS ini. Ikan yang terserang penyakit MAS memiliki gejala eskternal seperti kemerahan pada bagian pangkal sirip daerah mulut, operculum, serta sekitar anus. Adapun gejala internal ditandai dengan erythema dan hemoragik di bagian rongga perut dan organ dalam ikan. Biasanya usus ikan yang terserang penyakit MAS bewarna kemerahan dan terdapat banyak lendir (Ashari *et al.*, 2014).

2.4 Kualitas Air

Dalam meningkatkan keberhasilan produksi budi daya ikan nila, faktor yang perlu diperhatikan yaitu ketersediaan dan kualitas air yang baik. Walaupun ikan nila merupakan salah satu ikan yang memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan kualitas air, tetapi kualitas air harus tetap dikontrol dan dikelola dengan baik agar tidak menghambat pertumbuhan karena pertumbuhan ikan akan menjadi lambat jika kualitas air budidaya kurang baik. Selain itu, kualitas air yang tidak baik juga dapat mengganggu kelangsungan hidup ikan selama budi daya (Istiqomah *et al.*, 2018).

2.4.1 Suhu

Suhu merupakan ukuran panas atau dingin yang dimiliki oleh suatu benda (Nailah *et al.*, 2021). Dalam kegiatan budi daya ikan, suhu dapat memengaruhi proses metabolisme ikan dan proses metabolisme ini akan berpengaruh pada pertumbuhan ikan. Jika suhu tidak sesuai itu dapat menyebabkan tingkat kelangsungan hidup ikan menjadi rendah, karena suhu yang rendah akan menyebabkan ikan stres dan mati. Selain itu, suhu yang rendah juga dapat menghambat pertumbuhan ikan (Ridwantara *et al.*, 2019). Menurut Budi *et al.* (2021) suhu yang optimal untuk kehidupan ikan nila yaitu berkisar 25 - 33 °C. Suhu air dapat memengaruhi ikan dan secara tidak langsung juga dapat berpengaruh terhadap kelarutan oksigen di dalam air (Yulan *et al.*, 2013).

2.4.2 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut (DO) adalah jumlah milligram gas oksigen yang terlarut dalam air. Kadar oksigen terlarut dalam air dapat dipengaruhi oleh suhu, salinitas, turbulensi air, respirasi, dan limbah yang terdapat pada perairan (Madyawan *et al.*, 2020). Dalam kegiatan budi daya oksigen terlarut sendiri dibutuhkan untuk proses respirasi ikan. Oksigen terlarut dalam media budi daya harus selalu diperhatikan, karena penurunan kadar atau kondisi oksigen terlarut sangat rendah dapat memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Menurut Budi *et al.* (2021) kadar oksigen terlarut yang optimal untuk budi daya ikan nila yaitu lebih dari 4 - 7 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian Prakoso dan Chang

(2018), aktivitas ikan nila sangat dipengaruhi oleh kadar oksigen terlarut. Jadi semakin rendah kadar oksigen terlarut di perairan maka aktivitas ikan nila juga akan menurun atau lambat. Pada kadar oksigen 2,3 mg/L ikan masih dapat hidup, namun aktivitas renang ikan nila sudah lambat. Pada kadar 1,0 mg/L ikan sudah tidak bisa menyeimbangkan lagi dengan keadaan lingkungannya dan akhirnya terjadi kematian. Oksigen terlarut dalam perairan berasal dari difusi oksigen dari udara ke air. Selain itu, keadaan oksigen terlarut di perairan juga dapat dipengaruhi oleh kelimpahan fitoplankton (Salsabila & Suprpto, 2018).

2.4.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan indikator yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki pada suatu perairan (Naillah *et al.*, 2021). Pada perairan kadar pH menjadi faktor pembatas untuk kehidupan ikan dan jasad renik lainnya. Oleh karena itu, pH juga memiliki peranan yang sangat penting dalam budi daya ikan nila (Yulan *et al.*, 2013). Pada umumnya pH yang netral untuk kehidupan ikan air tawar adalah berkisar antara 6,5 - 8, sedangkan untuk perkembangbiakan ikan pH yang baik yaitu berkisar 6,4 - 7 (Siswanto *et al.*, 2021). Budi *et al.* (2021) menambahkan nilai pH yang optimal untuk pertumbuhan ikan nila yaitu berkisar 6 - 8.

2.4.4 Amonia (NH₃)

Amonia merupakan senyawa toksik yang bersifat basa. Di perairan budi daya peningkatan kadar amonia dapat berasal dari limbah aktivitas budi daya ikan, seperti sisa pakan yang tidak dimakan oleh ikan dan kotoran ikan atau feses. Sisa pakan yang tidak dimakan oleh ikan mengandung senyawa nitrogen yang akan mengalami proses dekomposisi. Oleh karena itu, jumlah amonia semakin meningkat. Meningkatnya persentase kadar amonia di perairan dapat dipengaruhi juga oleh nilai pH dan suhu perairan. Kadar amonia untuk pemeliharaan ikan nila tidak boleh melebihi dari 1 mg/L, karena jika lebih dari kadar tersebut bisa berdampak buruk yaitu bersifat toksik bagi ikan dan mengganggu kelangsungan hidup ikan (Delong *et al.*, 2009).

2.4.5 Nitrit (NO₂)

Nitrit adalah bentuk nitrogen yang relatif tidak stabil dan mudah teroksidasi. Dalam perairan kadar nitrit tidak bertahan lama, karena keberadaan nitrit merupakan proses sementara dari oksidasi antara amonia dengan nitrat (Amalia *et al.*, 2021). Keberadaan nitrit di dalam air dapat disebabkan oleh limbah dari aktivitas budi daya, seperti sisa pakan dan organisme yang mati. Walaupun di dalam air tidak bertahan lama, adanya nitrit di perairan dapat mengganggu kesehatan ikan. Jika senyawa nitrit di dalam terlalu tinggi juga dapat menyebabkan terjadinya kematian ikan karena senyawa nitrit yang terikat pada darah ikan dapat menyebabkan terbentuknya *methaemoglobin* yang bisa menghambat jalannya oksigen di tubuh ikan. Oleh karena itu, di dalam perairan konsentrasi senyawa nitrit itu tidak lebih besar dari 0,06 mg/L (Gerung *et al.*, 2022).

2.4.6 Hidrogen Sulfida (H₂S)

Hidrogen sulfida (H₂S) merupakan salah satu sulfur di perairan. Sulfur di perairan berkaitan dengan ion hidrogen dan oksigen (Purnomo *et al.*, 2013). Menurut Sa'diyah *et al.* (2018), apabila keberadaan H₂S di perairan berlebihan maka itu dapat membahayakan kehidupan organisme di lingkungan perairan tersebut. Adanya H₂S di perairan yaitu disebabkan oleh perombakan bahan organik yang tertimbun di dasar perairan. Kandungan H₂S di air dapat bertambah seiring dengan semakin lamanya waktu kegiatan budi daya. Sulfida merupakan gas beracun yang larut dalam air, maka dapat menyebabkan toksisitas dalam perairan meningkat jika konsentrasinya melebihi dari batas ambang baku mutu yaitu 0,05 mg/L (Fadila *et al.*, 2023).

2.4.7 Total Organic Matter (TOM)

Total organic matter (TOM) merupakan indikator kandungan bahan organik di suatu perairan (Indriyastuti *et al.*, 2014). Jika dalam suatu perairan kandungan TOM tinggi, maka semakin tinggi juga kandungan bahan organiknya (Suryono dan Badjoeri, 2013). Penyebab tingginya kandungan TOM dalam perairan yaitu dapat disebabkan dari kegiatan budi daya, seperti pakan yang tidak dimakan oleh ikan dan hasil sisa metabolisme seperti feses ikan. Jadi seiring dengan lamanya

kegiatan budi daya akan berpengaruh juga terhadap bertambahnya kandungan TOM dalam air. Tingginya kandungan bahan organik dalam suatu perairan dapat memberikan dampak bagi kelangsungan hidup ikan (Suriyadin *et al.*, 2023). Oleh karena itu, kandungan TOM pada perairan tidak >60 mg/L (Yoviandianto *et al.*, 2019).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Oktober sampai dengan November 2023 di Unit Pengujian Lapang Obat Ikan dan Laboratorium Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPKIL) Serang, Jl. Raya Carita, Umbul Tanjung, Cinangka, Kabupaten Serang, Provinsi Banten.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No	Nama Alat	Fungsi
1	Cawan petri	Mengkultur bakteri.
2	Tabung <i>sentrifuge</i> 50 mL	Menampung sampel air.
3	Rak tabung reaksi	Meletakkan tabung <i>sentrifuge</i> .
4	Mikropipet dan mikrotip	Memindahkan larutan atau cairan.
5	Tabung <i>sentrifuge</i> 15 mL	Wadah larutan fisiologis.
6	<i>Cell spreader</i>	Meratakan hasil pengenceran pada media.
7	<i>Colony counter</i>	Menghitung koloni bakteri.
8	Inkubator	Menginkubasi bakteri.
9	<i>Vortex</i>	Menghomogenkan sampel.
10	<i>Biosafety cabinet</i>	Alat yang digunakan agar tetap aseptis.
11	<i>Hotplate</i>	Menghomogenkan media.
12	Autoklaf	Mensterilisasi peralatan dan bahan.
13	Tabung <i>schoot</i>	Menampung media.
14	Bak fiber	Wadah pemeliharaan ikan.
15	Instalasi aerasi	Meningkatkan oksigen terlarut dalam air.
16	Sikat	Membersihkan bak fiber.
17	Serokan ikan	Mengambil ikan dari bak fiber.
18	Selang	Mengalirkan air.
19	pH meter	Mengukur kadar keasaman air.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian (lanjutan)

No	Nama Alat	Fungsi
20	DO meter	Mengukur DO dan suhu.
21	Botol sampel	Menampung sampel air.
22	Erlenmeyer	Wadah pengujian sampel air.
23	Labu ukur	Wadah <i>spike</i> matriks.
24	Gelas piala	Wadah larutan.
25	Pipet tetes	Memindahkan larutan atau cairan.
26	Spektrofotometer dan kuvet	Alat untuk mengukur nilai absorbansi dan konsentrasi amonia, nitrit, dan H ₂ S.
27	Gelas ukur	Mengukur volume cairan.
28	Tabung reaksi dan rak tabung	Alat untuk pengujian sampel air.
29	Perangkat titrasi	Alat untuk pengujian sampel air.
30	Pemanas listrik	Memanaskan sampel.
31	Termometer	Mengukur suhu.
32	<i>Stopwatch</i>	Alat untuk pengukur waktu.
33	Alat tulis	Mencatat hasil data uji.
34	Timbangan digital	Menimbang bahan.
35	<i>Hand glove</i>	Menjaga agar tangan tetap steril.
36	Penggaris	Mengukur panjang ikan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No	Nama Bahan	Fungsi
1	Probiotik <i>Bacillus subtilis</i>	Bahan uji.
2	Sampel air	Sampel penelitian.
3	Larutan fisiologis	Mengencerkan sampel.
4	Media <i>glutamat starch phenile</i> (GSP)	Media selektif untuk bakteri <i>Aeromonas</i> sp.
5	Alkohol	Sebagai antiseptis.
6	Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	Bakteri untuk uji tantang.
7	Air tawar	Media pemeliharaan.
8	Ikan nila	Hewan uji.
9	Pakan ikan	Pakan untuk ikan selama pemeliharaan.
10	Sabun	Bahan untuk membersihkan bak fiber.
11	Akuades	Bahan untuk membilas, melarutkan dan mencampurkan bahan.
12	Larutan fenol (C ₆ H ₅ OH)	Reagen untuk uji amonia.

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian (lanjutan)

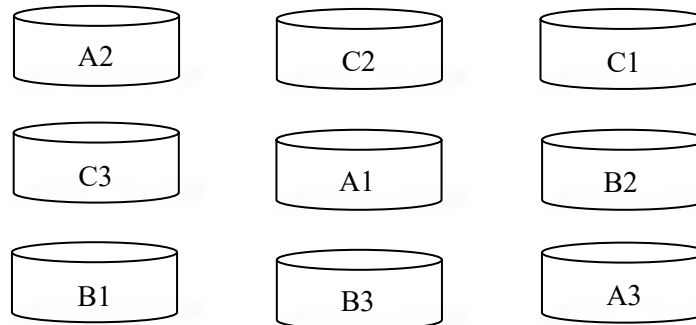
No	Nama Bahan	Fungsi
13	Larutan natrium nitroprusida ($C_5FeN_6Na_2O$) 0,5%	Reagen untuk uji amonia.
14	Larutan alkalin sitrat ($C_6H_5Na_3O_7$)	Reagen dalam pembuatan larutan oksidator.
15	Larutan natrium hipoklorit	Reagen dalam pembuatan larutan oksidator.
16	Larutan standar amonia 10 mg/L	Reagen dalam pembuatan <i>spike</i> standar amonia.
17	Larutan sulfanilamide ($C_6H_8N_2O_2S$)	Reagen untuk uji nitrit.
18	Larutan <i>n</i> -(1-naphthyl)-ethylene diamine dihydrochloride (NED dihidroklorida)	Reagen untuk uji nitrit.
19	Asam oksalat ($C_2H_2O_4$)	Reagen untuk uji TOM.
20	Larutan standar nitrit 10 mg/L	Reagen dalam pembuatan <i>spike</i> matriks standar nitrit.
21	Asam sulfat (H_2SO_4)	Reagen untuk uji TOM.
22	Kalium permanganat ($KMnO_4$)	Reagen untuk uji TOM.
23	Batu didih	Membantu pemanasan.
24	<i>Amine-sulfuric acid</i>	Reagen untuk uji H_2S .
25	Asam sulfat (H_2SO_4) 1:1	Reagen untuk uji H_2S .
26	<i>Iron III chloride hexahydrate</i> ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$)	Reagen untuk uji H_2S .
27	Diamonium hidrogen fosfat ($(NH_4)_2HPO_4$)	Reagen untuk uji H_2S .
28	Air keran	Bahan untuk pembuatan <i>spike</i> .

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan secara ekperimental dan uji rancangan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan sebagai berikut:

- Perlakuan A : pemberian probiotik *Bacillus subtilis* 0 ppm pada media budi daya ikan nila.
- Perlakuan B : pemberian probiotik *Bacillus subtilis* 2 ppm pada media budi daya ikan nila.
- Perlakuan C : pemberian probiotik *Bacillus subtilis* 4 ppm pada media budi daya ikan nila.

Penempatan wadah percobaan penelitian dilakukan secara acak. Tata letak wadah percobaan penelitian disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tata letak wadah penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Tahap Persiapan

3.4.1.1 Persiapan Wadah

Wadah pemeliharaan yang digunakan selama penelitian yaitu bak fiber bundar sebanyak 9 buah yang berdiameter 2 m dan tinggi 1 m. Bak fiber dicuci menggunakan sabun dan disikat untuk menghilangkan kotoran yang terdapat dari sisa pemeliharaan sebelumnya, dibilas menggunakan air bersih dan dikeringkan. Bak fiber diisi dengan air sebanyak 1.730 L. Air untuk pemeliharaan diendapkan selama 24 jam.

3.4.1.2 Persiapan Hewan Uji

Hewan uji yang akan digunakan selama penelitian yaitu ikan nila yang berasal dari pembudi daya ikan di daerah Pandeglang dengan berat rata-rata sebesar $25,37 \pm 3,85$ g dengan masing bak fiber berisi 60 ekor. Sebelum perlakuan, ikan diaklimatisasi selama 2 minggu agar dapat menyesuaikan dengan kondisi lingkungan percobaan. Selama aklimatisasi, ikan diberi pakan komersil 2 kali dalam sehari sebanyak 3% dari biomassa ikan.

3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

Ikan yang sudah diaklimatisasi selama 2 minggu ditimbang bobotnya, kemudian dipindahkan ke bak fiber yang diisi air yang sudah diendapkan selama 24 jam dan aklimatisasi lagi selama 6 hari. Sebelum pemberian probiotik dilakukan pengecekan kualitas air terlebih dahulu, seperti suhu, DO, pH, amonia (NH_3), nitrit (NO_2), hidrogen sulfida (H_2S), dan *total organic matter* (TOM). Kemudian probiotik *Bacillus subtilis* ($5,4 \times 10^6$ CFU/mL) dimasukkan ke dalam media budi daya sesuai dengan dosis perlakuan. Setelah itu, dimasukkan juga bakteri *Aeromonas hydrophila* ke dalam media budi daya dengan kepadatan $5,78 \times 10^4$ sel/mL sebanyak 10 mL. Pergantian air dan pemberian probiotik dilakukan seminggu sekali yaitu pada Jumat untuk pergantian air dan Senin untuk pemberian probiotik. Pemberian pakan ikan dilakukan 2 kali dalam sehari sebanyak 3% dari biomassa ikan. Penelitian ini dilakukan selama 30 hari.

3.4.3 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil air media budi daya. Sampel air diambil sebelum pemberian probiotik dan setiap minggu untuk diukur suhu, DO, pH, amonia (NH_3), nitrit (NO_2), hidrogen sulfida (H_2S), *total organic matter* (TOM), dan angka lempeng total (ALT) bakteri. Selain itu, dilakukan pengecekan pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan pada awal dan akhir pemeliharaan. Pengambilan sampel data pertumbuhan dilakukan dengan diambil sampel ikan sebanyak 10 ekor dari setiap bak untuk diukur bobot dan panjangnya.

3.4.4 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang akan diamati selama penelitian yaitu ALT bakteri, pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan kualitas air.

1. ALT (Angka Lempeng Total) Bakteri

Pengujian angka lempeng total (ALT) bakteri dilakukan sesuai dengan SNI 2332.2:2015. Bakteri yang dilakukan pemeriksaan angka lempeng total (ALT) yaitu bakteri *Aeromonas hydrophila*. Pelaksanaan ALT bakteri tersebut dilakukan dengan menyiapkan media *glutamat starch phenile* (GSP) untuk isolasi bakteri

Aeromonas hydrophila. Sampel ALT yang digunakan diambil dari air media budi daya menggunakan tabung *sentrifuge* 50 mL. Sampel air yang sudah diambil dilakukan pengenceran 10^{-1} dengan dipipet sebanyak 1 mL dan dilarutkan ke dalam tabung *sentrifuge* 15 mL yang sudah berisi 9 mL larutan fisiologis. Selanjutnya dibuat pengenceran 10^{-2} dengan dipipet 1 mL dari tabung pengenceran 10^{-1} dan dimasukkan ke dalam tabung *sentrifuge* 15 mL yang sudah berisi 9 mL larutan fisiologis, begitu seterusnya hingga diperoleh pengenceran 10^{-3} . Sampel yang sudah diencerkan kemudian diisolasi ke dalam media *glutamat starch phenile* (GSP). Dari masing-masing pengenceran sampel dipipet 0,1 mL dan diteteskan ke dalam cawan petri yang berisikan media. Kemudian sampel diratakan menggunakan *cell spreader* hingga sampel benar-benar menyebar ke seluruh bagian media. Setelah itu sampel diinkubasi pada suhu 35°C selama 48 jam. Koloni bakteri yang tumbuh dihitung menggunakan *colony counter*. Jumlah koloni bakteri dari masing-masing cawan petri dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$N = \frac{\sum C}{\{(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2)\} \times (d)}$$

Keterangan:

N = Jumlah koloni (CFU/mL)

$\sum C$ = Jumlah koloni pada semua cawan yang dihitung

n_1 = Jumlah cawan pada pengenceran pertama yang dihitung

n_2 = Jumlah cawan pada pengenceran kedua yang dihitung

d = Angka pengenceran pertama yang digunakan

2. Pertumbuhan

Pengukuran pertumbuhan dilakukan pada awal dan akhir penelitian yaitu meliputi pengukuran bobot dan panjang ikan.

a. Pertumbuhan Bobot Mutlak

Pertumbuhan bobot mutlak ikan dihitung menggunakan persamaan menurut Effendie (1997), sebagai berikut:

$$W = W_t - W_0$$

Keterangan:

W = Berat mutlak ikan nila (g)

W_t = Berat total ikan nila pada akhir penelitian (g)

W_0 = Berat total ikan nila pada awal penelitian (g)

b. Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak ikan dihitung menggunakan persamaan menurut Effendie (1997), sebagai berikut:

$$PM = L_t - L_0$$

Keterangan:

PM = Pertumbuhan panjang mutlak (cm)

L_t = Panjang total ikan nila pada akhir penelitian (cm)

L_0 = Panjang total ikan nila pada awal penelitian (cm)

3. Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup ikan dihitung menggunakan persamaan menurut Effendie (1997), sebagai berikut:

$$TKH = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan:

TKH = Kelangsungan hidup (%)

N_t = Jumlah ikan nila yang hidup pada akhir percobaan (ekor)

N_0 = Jumlah ikan nila tebar pada awal percobaan (ekor)

4. Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan setiap minggu yang meliputi pengukuran suhu, DO, pH, amonia, nitrit, H_2S , dan TOM.

a. Suhu, DO, dan pH

Alat yang akan digunakan untuk mengukur suhu, DO, dan pH selama penelitian yaitu, sebagai berikut:

Tabel 3. Parameter kualitas air, satuan, dan alat ukur

Parameter Kualitas Air	Satuan	Alat Ukur
Suhu	°C	Termometer
DO	mg/L	DO meter
pH	-	pH meter

b. Amonia (NH₃)

Pengukuran amonia (NH₃) dilakukan menggunakan alat spektrofotometer dengan metode fenat berdasarkan SNI 06-6989.30-2005 dan APHA-AWWS edisi ke-22 bagian 4500-NH₃-N. Pengukuran amonia dilakukan dengan menyiapkan erlenmeyer 50 mL. Sampel air dimasukkan sebanyak 25 mL ke dalam erlenmeyer. Setelah itu, pembuatan blangko dilakukan dengan memasukkan akuades sebanyak 25 mL ke dalam erlenmeyer. Pembuatan *spike* matriks akuades dibuat dengan cara akuades dimasukkan sebanyak 1,25 mL ke dalam labu ukur 25 mL dan *spike* matriks standar amonia konsentrasi 0,50 mg/L dibuat dengan cara larutan standar amonia 10 mg/L dimasukkan sebanyak 1,25 mL ke dalam labu ukur 25 mL, lalu *spike* matriks tersebut ditambahkan dengan air keran sampai tepat tanda tera. Selanjutnya labu ukur ditutup dan dihomogenkan. Larutan *spike* matriks akuades dan standar amonia yang sudah dihomogenkan dipindahkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian sampel, blangko, dan *spike* matriks ditambahkan larutan fenol sebanyak 1 mL, larutan natrium nitroprusida sebanyak 1 mL, dan larutan oksidator sebanyak 2,5 mL. Selanjutnya sampel, blangko, dan *spike* matriks yang sudah diberi larutan dihomogenkan dan erlenmeyer ditutup menggunakan kertas film. Sampel disimpan di dalam ruang gelap dan didiamkan selama 1 jam untuk pembentukan warna. Setiap larutan uji yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam kuvet. Kemudian kuvet dimasukkan ke dalam spektrofotometer UV-Vis dan diamati nilai absorbansi pada panjang gelombang 640 nm. Hasil konsentrasi kadar amonia yang telah didapatkan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$y = ax + b$$

Keterangan :

x = Konsentrasi (mg/L)

y = Absorbansi

a = *Slope*

b = *Intercept*

c. Nitrit (NO₂)

Pengukuran nitrit (NO₂) dilakukan menggunakan alat spektrofotometer berdasarkan SNI 06-6989.9-2004 dan APHA-AWWWS edisi ke-22 bagian 4500-NO₂-N.

Pengukuran nitrit dilakukan dengan menyiapkan labu ukur 50 mL. Sampel air dimasukkan sebanyak 50 mL ke dalam labu ukur sampai tepat tanda tera. Setelah itu, pembuatan blangko dilakukan dengan memasukkan akuades sebanyak 50 mL ke dalam labu ukur sampai tepat tanda tera. Pembuatan *spike* matriks akuades dibuat dengan cara akuades dimasukkan sebanyak 1 mL ke dalam labu ukur 50 mL dan *spike* matriks standar amonia konsentrasi 0,20 mg/L dibuat dengan cara larutan standar nitrit 10 mg/L dimasukkan sebanyak 1 mL ke dalam labu ukur 50 mL, lalu *spike* matriks tersebut ditambahkan dengan air keran sampai tepat tanda tera, selanjutnya labu ukur ditutup dan dihomogenkan. Kemudian sampel, blangko, dan *spike* matriks ditambahkan larutan sulfanilamida dan larutan NED dihidroklorida sebanyak 1 mL ke dalam labu ukur. Selanjutnya labu ukur ditutup dan dihomogenkan hingga larutan benar-benar tercampur. Sampel didiamkan selama 10 menit. Setiap larutan uji yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam kuvet. Kemudian kuvet dimasukkan ke dalam spektrofotometer UV-Vis dan diamati nilai absorbansi pada panjang gelombang 543 nm. Hasil konsentrasi kadar nitrit yang telah didapatkan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$y = ax + b$$

Keterangan :

x = Konsentrasi (mg/L)

y = Absorbansi

a = *Slope*

b = *Intercept*

d. Hidrogen Sulfida (H₂S)

Pengukuran hidrogen sulfida (H₂S) menggunakan alat spektrofotometer, dilakukan dengan menyiapkan tabung reaksi dan diberi kode A dan B. Sampel air dipipet sebanyak 7,5 mL ke dalam tabung reaksi A dan B. Kemudian sampel di tabung reaksi A ditambahkan larutan *amino sulfuric acid* sebanyak 0,5 mL dan larutan FeCl₃ sebanyak 0,15 mL, untuk sampel di tabung reaksi B ditambahkan larutan H₂SO₄ (1+1) sebanyak 0,5 mL dan FeCl₃ sebanyak 0,15 mL didiamkan selama 5 menit. Setelah itu tabung reaksi A dan B ditambahkan larutan diamonium hidrogen fosfat sebanyak 1,6 mL dan diamkan lagi selama 15 menit. Setiap larutan uji yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam kuvet. Kemudian kuvet dimasukkan ke dalam spektrofotometer UV-Vis dan diamati nilai absorbansi pada panjang gelombang 664 nm. Hasil konsentrasi H₂S yang telah didapatkan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$y = ax + b$$

Keterangan :

x = Konsentrasi (mg/L)

y = Absorbansi

a = *Slope*

b = *Intercept*

e. Total Organic Matter (TOM)

Pengukuran *total organic matter* (TOM) dilakukan dengan metode titrasi berdasarkan SNI 06-6989.22-2004. Pengukuran TOM dilakukan dengan menyiapkan erlenmeyer 250 mL. Sampel air dimasukkan sebanyak 50 mL ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 3 butir batu didih. Sampel ditambahkan larutan permanganat 0,01 N sebanyak 1 tetes dan larutan asam sulfat 8 N sebanyak 2,5 mL. Sampel

didihkan di atas pemanas listrik pada suhu 250 °C selama 1 menit. Setelah 1 menit sampel diangkat dari pemanas listrik, kemudian ditambahkan larutan permanganat 0,01 N sebanyak 5 mL dan dididihkan lagi selama 5 menit. Sampel diangkat dari pemanas listrik dan ditambahkan larutan asam oksalat 0,01 N sebanyak 5 mL, dihomogenkan hingga larutan menjadi jernih. Setelah itu, sampel dititrasi dengan larutan permanganat 0,01 N sampai berwarna merah muda. Hasil titrasi dicatat dan untuk menentukan nilai TOM menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{TOM} = \frac{(x - y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{\text{mL sampel}}$$

Keterangan:

x = mL titran untuk air sampel

y = mL titran untuk untuk akuades (larutan blanko)

31,6 = Seperlima dari BM KMnO_4

0,01 = Normalitas KMnO_4

3.4.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian seperti angka lempeng total (ALT) bakteri dan pertumbuhan ikan dianalisis secara statistik menggunakan uji *analysis of variances* (Anova) dengan bantuan perangkat lunak SPSS. Jika pengaruh perlakuan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan sebagai acuan untuk menentukan perlakuan yang terbaik. Data tingkat kelangsungan hidup diuji non parametrik Kruskal Wallis karena data tidak normal dan tidak homogen (Sig. <0,05). Adapun data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini, yaitu:

- a. Pemberian probiotik *Bacillus subtilis* pada media budi daya ikan nila dengan dosis yang berbeda (0, 2, dan 4 ppm) menghasilkan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, serta perbaikan kualitas air. Namun, pengaruhnya berbeda nyata terhadap ALT bakteri *Aeromonas hydrophila*.
- b. Pemberian probiotik *Bacillus subtilis* dengan dosis 2 dan 4 ppm pada media budi daya ikan nila mampu menekan populasi *Aeromonas hydrophila* jika dilihat dari ALT yang cenderung turun di setiap minggu.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disarankan untuk menekan populasi *Aeromonas hydrophila* dalam media budi daya ikan nila dilakukan aplikasi probiotik *Bacillus subtilis* dengan dosis 2 ppm dan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mempelajari penggunaan dosis dan metode pemberian probiotik yang terbaik dalam meningkatkan performa pertumbuhan, kelangsungan hidup, serta perbaikan kualitas air.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, W. A., Pamukas, N. A., & Putra, I. 2019. Pengaruh penambahan probiotik dalam pakan terhadap laju pertumbuhan dan kelulushidupan ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) dengan sistem bioflok. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 24(1): 32 - 40.
- Aisyah, Haetami, K., Andriani, Y., & Mulyani, Y. 2022. Aplikasi bakteri probiotik pada pakan ikan. *Jurnal Ruaya*, 10(1): 1 - 7.
- Amalia, H. T., Tasya, A. K., & Ramadhani, D. 2021. Kandungan nitrit dan nitrat pada kualitas air permukaan. *Prosiding SEMNAS BIO*, 1(1): 679-688.
- Andriani, Y., Kamil, T. I., & Iskandar, I. 2018. Efektivitas probiotik BIOM-S terhadap kualitas air media pemeliharaan ikan nila nirwana *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 7(3): 209 - 217.
- Arwin, M., Ijong, F. G., & Tumbol, R. 2016. Characteristics of *Aeromonas hydrophila* isolated from tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquatic Science & management*, 4(2): 52 - 55.
- Ashari, C., Tumbol, R. A., & Kolopita, M. E. F. 2014. Diagnosa penyakit bakterial pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang di budi daya pada jaring tancap di Danau Tondaro. *E-Journal Budi daya Perairan*, 2(3): 24 - 30.
- Athirah, A., Mustafa, A., & Rimmer, M. A. 2013. Perubahan kualitas air pada budi daya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Bendungan Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. *Dalam Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 1(1): 1065 - 1075.
- Budi, R., Sari, A. K., & Wijayanti, O. 2021. Peningkatan produksi dan pendapatan usaha kelompok pembesaran nila (*Oreochromis niloticus*) melalui kegiatan penyuluhan di Kecamatan Manisrenggo, Kabupaten Klaten. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 15(2): 189 - 206.
- Budianto & Suprastyani, H. 2017. Aktivitas antagonis *Bacillus subtilis* terhadap *Streptococcus iniae* dan *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Veteriner*, 18(3): 409 - 415.

- Budianto, Faadhilah, I. F., Ekawati, A., Anggaita, S., A'Yunin, Q., & Andayani, S. 2022. Efektivitas bakteri *Bacillus subtilis* terhadap kelulushidupan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diinfeksi bakteri *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 6(2): 81 - 88.
- Dailami, M., Rahmawati, A., Saleky, D., & Toha, A, H. 2021. *Ikan Nila*. Brainy Bee. Malang. 122 hlm.
- Delong, D, P., Losordo, T, M., & Rakocy, J, E. 2009. Tank Culture of Tilapia. *Southern Regional Aquaculture Center*, 282. 8 hlm.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budi daya. 2012. *Profile Ikan Nila*. DJPB. Jakarta. 119 hlm.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budi daya. 2022. Maksimalkan potensi komoditas kearifan lokal, KKP resmikan kampung budi daya nila di Sulawesi Utara. <https://kkp.go.id/djpb/artikel/39533-> (diakses pada 19 Oktober 2023).
- Effendie. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 27 hlm.
- Eliyani, Y., Suhrawardan., & Sujono. 2015. Pengaruh pemberian probiotik *Bacillus* sp. terhadap profil kualitas air, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup benih ikan lele (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Penyuluhan Kelautan dan Perikanan Indonesia*, 9(1): 73 - 86.
- Ernawati, D. 2014. *Pengaruh Pemberian Bakteri Heterotrof terhadap Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele Dumbo (Clarias sp.) Tanpa Pergantian Air*. (Tesis). Universitas Airlangga. Surabaya. 70 hlm.
- Errington, J., & Aart, L. T. V. D. 2020. Microbe profile: *Bacillus subtilis*: model organism for cellular development, and industrial workhorse. *Microbiology*, 166(5): 425 - 427.
- Fadila, N., Indrawati, E, & Aqmal, A. 2023. Analisis kualitas air media pemeliharaan benih ikan nila *Oreochromis niloticus* yang diberi pakan berbahan dasar tepung keong mas *Pomacea Canaliculata*. *J. of Aquac. Environment*, 6(1): 55 - 60.
- Fadillah, H., Junaidi, M., & Azhar, F. 2022. Efektivitas penggunaan *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter* untuk perbaikan kualitas air media budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal Perikanan*, 12(1): 54 - 65.
- FAO/WHO. 2001. *Joint FAO/WHO Expert Consultation on Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food Including Powder Milk With Live Lactic Acid Bacteria*. FAO Press. Argentina.
- Franklin, A., & Edward, L. L. 2019. Ammonia toxicity and adaptive response in marine fishes- a review. *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, 48(03): 273 - 279.

- Gerung, P. R., Mudeng, J. D., Salindeho, I. R., Longdong, S. N., Pangkey, H., & Rumengan, I. F. 2022. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila *Oreochromis niloticus* yang dikultur pada sistem akuaponik dengan kepadatan biofilter kangkung yang berbeda. *Budidaya Perairan*, 10(2): 199 - 211.
- Hamid, N. H., Hassan, M. D., Sabri, M. M., Hasliza, A. H., Hamdan, R. H., Afifah, M. N., Raina, M. S., Nadia, A. B., & Fuad, M. M. 2016. Studies on pathogenicity effect of *Aeromonas hydrophila* infection in juvenile red hybrid tilapia *Oreochromis* sp.. *Proceedings of International Seminar on Livestock Production and Veterinary Technology*. Universitas Putra Malaysia. Hlm: 532 - 539.
- Hartami, P., Ayuzar, E., Salamah, Nurjannah, L., Carman, O., Alimuddin, Rafi, M., & Fakhri, M. 2024. *Motile aeromonas septicemia* (MAS) disease resistance test by *Aeromonas hydrophila* on triploid striped catfish (*Pangasias-nodon hypophthalmus*). *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 13(1): 121 - 133.
- Hasanah, U., Haeruddin, & Widyorini, N. 2017. Pengaruh pemberian enzim dengan konsentrasi berbeda pada pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) terhadap konsentrasi amoniak, nitrit, dan sulfida dalam media pemeliharaan. *Journal of Maquares*, 6(4): 530 - 535.
- Hussein, Z. M., Abedali, A. H., & Ahmead, A. S. 2019. Improvement properties of self-healing concrete by using bacteria. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 584(1): 1 - 10.
- Indriyastuti, J. F., Muskananfolo, M. R., & Widyorini, N. 2014. Analisis total bakteri, tom, nitrat dan fosfat di Perairan Rowo Jombor, Kabupaten Klaten. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(4): 102 - 108.
- Istiqomah, D. A., Suminto, & Harwanto, D. 2018. Efek pergantian air dengan persentase berbeda terhadap kelulushidupan, efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan benih monosex ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 7(1): 46 - 54.
- Kamelia, M., Widiani, N., & Adistyningrum, N. 2018. Analisis perbedaan jumlah bakteri pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) budi daya. *Biospecies*, 11(2): 76 - 82.
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2022. *Rilis Data Kelautan dan Perikanan Triwulan II Tahun 2022*. Pusat Data, Statistik, dan Informasi Sekretariat Jenderal KKP. Jakarta. 16 hlm.
- Lara-Flores, M. 2011. The use probiotic in aquaculture: an overview. *International Research Journal of Microbiology (IRJM)*, 2(12): 471 - 478.

- Linggarjati, K. F., Djunaedi, A., & Subagiyo. 2013. Uji penggunaan *Bacillus* sp. sebagai kandidat probiotik untuk pemeliharaan rajungan (*Portunus* sp.). *Journal of Marine Research*, 2(1): 1 - 6.
- Liu, H., Wang, S., Cai, Y., Guo, X., Cao, Z., Zhang, Y., Liu, S., Yuan, W., Zhu, W., Zheng, Y., Xie, Z., Guo, W., & Zhou, Y. 2017. Dietary administration of *Bacillus subtilis* HAINUP40 enhances growth, digestive enzyme activities, innate immune responses and disease resistance of tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Fish & Shellfish Immunology*, 60: 326 - 333.
- Lu, Z., Guo, W., & Liu, C. 2018. Isolation, identification and characterization of novel *Bacillus subtilis*. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 80(3): 427 - 433.
- Madyawan, D., Hendrawan, I. G., & Suteja, Y. 2020. Pemodelan oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) di Perairan Teluk Benoa. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 6(2): 270 - 280.
- Marsuki, N., A. 2022. *Studi morfometrik ikan nila (Oreochromis niloticus) hasil pancingan masyarakat dan hasil budi daya tangkap di Sungai Jeneberang, Kelurahan Pangkabinanga, Kabupaten Gowa*. Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar. 7 hlm.
- Monalisa, S. S., & Minggawati, I. 2010. Kualitas air yang mempengaruhi pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis* sp.) di kolam beton dan terpal. *Journal of Tropical Fisheries*, 5(2): 526 - 530.
- Mulqan, M., Rahimi, S. A., & Dewiyanti, I. 2017. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila gesit (*Oreochromis niloticus*) pada sistem akuaponik dengan jenis tanaman yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(1): 183 - 193.
- Naillah, A., Budiarti, L. Y., & Heriyani, F. 2021. Literature review: analisis kualitas air sungai dengan tinjauan parameter pH, suhu, BOD, COD, DO terhadap *Coliform*. *Homeostasis*, 4(2): 487 - 494.
- Nugroho, M. A., & Rivai, M. 2018. Sistem kontrol dan monitoring kadar amonia untuk budidaya ikan yang diimplementasi pada raspberry Pi 3B. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2): 2337 - 3539.
- Olmos, J., Acosta, M., Mendoza, G., & Pitones, V. 2019. *Bacillus subtilis*, an ideal probiotic bacterium to shrimp and fish aquaculture that increase feed digestibility, prevent microbial diseases, and avoid water pollution. *Archives of Microbiology*, 202: 427 - 435.
- Panggabean, T. K., Sasanti, A. D., & Yulisman. 2016. Kualitas air, kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan efisiensi pakan ikan nila yang diberi pupuk hayati cair pada air media pemeliharaan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 4(1): 67 - 79.

- Piranti, A. S., Rahayu, D. R., & Waluyo, G. 2018. Evaluasi status mutu air Danau Rawapening. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(2): 151 - 160.
- Pitrianingsih, C., Suminto, & Sarjito. 2014. Pengaruh bakteri kandidat probiotik terhadap perubahan kandungan nutrisi C, N, P dan K media kultur lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4): 247 - 256.
- Prakoso, V. A., & Chang, Y. J. 2018. Pengaruh hipoksia terhadap konsumsi oksigen pada benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 3(2): 165 - 171.
- Pratama, F. A., Afiati, N., & Djunaedi, A. 2016. Kondisi kualitas air kolam budi daya dengan penggunaan probiotik dan tanpa probiotik terhadap pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias* sp) Di Cirebon, Jawa Barat. *Diponegoro Journal of Maquares*, 5(1): 38 - 45.
- Purnomo, P. W., Nitisupardjo, M., & Purwandari, Y. 2013. Hubungan antara total bakteri dengan bahan organik, NO_3 , dan H_2S pada lokasi sekitar eceng gondok dan perairan terbuka di Rawa Pening. *Journal of Management of Aquatic Resources*, 2(3): 85 - 92.
- Purwaningsih, D., & Wulandari, D. 2021. Uji aktivitas antibakteri hasil fermentasi bakteri endofit umbi talas (*Colocasia esculenta* L) terhadap bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 3 (5): 750 - 759.
- Putra, K. A., Saifullah., & Putra, A. N. 2016. Pengaruh prebiotik terhadap nilai amoniak pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 6(1): 61 - 66.
- Rahmaningsih, S. 2012. Pengaruh ekstrak sidawayah dengan konsentrasi yang berbeda untuk mengatasi infeksi bakteri *Aeromonas hydrophilla* pada ikan nila (*Oreochromis Niloticus*). *AQUASAINS: Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*, 1(1): 1 - 8.
- Rahmayanti, F., Mahendra., Munandar., Febrina, C. D., & Rahma, E. A. 2020. Pemanfaatan probiotik untuk budi daya perikanan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat: Darma Bakti Teuku Umar*, 2(1): 179 - 185.
- Ridwantara, D., Buwono, I. D., Handaka, A. A., Lili, W., & Bangkit, I. 2019. Uji kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan mas mantap (*Cyprinus carpio*) pada rentang suhu yang berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, X(1): 46 - 54.
- Sa'diyah, H., Afiati, N., & Purnomo, P. W. 2018. Kandungan bahan organik sedimen dan kadar H_2S air di dalam dan di luar tegakan mangrove Desa Bedono, Kabupaten Demak. *Journal of Maquares*, 7(1): 78 - 85.

- Salsabila, M., & Suprpto, H. 2018. Teknik pembesaran ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di instalasi budi daya air tawar Pandaan, Jawa Timur. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 7(3): 118 - 123.
- Sari, E. T., Gunaedi, T., & Indrayani, E. 2017. Pengendalian infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan ekstrak rimpang lengkuas merah (*Alpinia purpurata*). *Jurnal Biologi Papua*, 9(2): 37 - 42.
- Sari, S. P., Hasibuan, S., & Syafridi. 2021. Fluktuasi ammonia pada budi daya ikan patin (*Pangasius* sp.) yang diberi pakan jeroan ikan. *Jurnal Akuakultur Sebatan*, 2(2): 40 - 55.
- Sartika, D., Harpeni, E., & Diantari, R. 2012. Pemberian molase pada aplikasi probiotik terhadap kualitas air, pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup benih ikan mas (*Cyprinus carpio*). *e-JRTBP*, 1(1): 57 - 64.
- Seshadri, R., Joseph, S. W., Chopra, A. K., Sha, J., Shaw, J., Graf, J., Haft, D., Wu, M., Ren, Q., Rosovitz, M. J., Madupu, R., Tallon, L., Kim, M., Jin, S., Vuong, H., Stine, O. C., Ali, A., Horneman, A. J., & Heidelberg, J. F. 2006. Genomic sequence of *Aeromonas hydrophila* ATCC 7966: jack of all trades. *Journal of Bacteriology*, 188(23): 8272 - 8282.
- Siegers, W., Prayitno, Y., & Sari, A. 2019. Pengaruh kualitas air terhadap pertumbuhan ikan nila nirwana (*Oreochromis* sp.) pada tambak payau. *The Journal of Fisheries Development*, 3(2): 95 - 10.
- Sinubu, W. V., Tumbol, R. A., Undap, S. L., Manoppo, H., & Kreckhoff, R. L. 2022. Identifikasi bakteri patogen *Aeromonas* sp. pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Desa Matungkas, Kecamatan Dimembe, Kabupaten Minahasa Utara. *E-Journal Budi daya Perairan*, 10(2) : 109 - 120.
- Siswanto, Sofarini, D., & Hanifa, M. S. 2021. Kajian fisika kimia perairan Danau Bangkai sebagai dasar pengembangan budi daya ikan. *Rekayasa*, 14(2): 245 - 251.
- Sungsirin, N., Songsuk, A., Jaisupa, N., & Kulabong, S. 2024. Efficacy of a probiotic *Bacillus subtilis* strain in fish culture water for ammonia removal and enhancing survival of juvenile common carps (*Cyprinus carpio*). *International Journal of Agricultural Technology*, 20(1): 355 - 364.
- Suriyadin, A., Abdurachman, M. H., Fahrudin, M., Murtawan, H., & Huda, M. A. 2023. Performa hematologi dan kualitas air budi daya ikan patin (*Pangasius* sp.) yang diberi bakteri fotosintetik (*Rhodobacter* sp. dan *Rhodococcus* sp.). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budi Daya Perairan*, 18(1): 25 - 33.

- Suryono, T., & Badjoeri, M. 2013. Kualitas air pada uji pembesaran larva ikan sidat (*Anguilla Spp.*) dengan sistem pemeliharaan yang berbeda. *LIMNOTEK: Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 20(2): 169 - 177.
- Wardani, P., Feliatra, & Dahliaty, A. 2015. *The Bacteriocin Antimicrobial Test Activity of Probiotic Bacteria Isolated from Giant Prawns (Macrobrachium rosenbergii)*. (Disertasi). Riau University. 10 hlm.
- Yoviandianto, I. A., Mahmudi, M., & Darmawan, A. 2019. Pemetaan distribusi kualitas air untuk mendukung pengelolaan sumberdaya perairan dengan sistem informasi geografis, kasus di Sungai Brantas, Kecamatan Bumiaji. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(3): 372 - 380.
- Yulan, A., Anrosana, I. A., & Gemaputri, A. A. 2013. Tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*) pada salinitas yang berbeda. *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)*, XV(2): 78 - 83.
- Yuriana, L., Santoso, H., & Sutanto, A. 2017. Pengaruh probiotik strain *Lactobacillus* terhadap laju pertumbuhan dan efisiensi pakan lele masamo (*Clarias sp*) tahap pendederan i dengan sistem bioflok sebagai sumber biologi. *Jurnal Lentera Pendidikan Pusat Penelitian LPPM UM METRO*, 2(1):13 - 23.
- Yuspita, N. L., Putra, I. D., & Suteja, Y. 2018. Bahan organik total dan kelimpahan bakteri di Perairan Teluk Benoa, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(1): 129 - 140.