

**EFEKTIVITAS SINBIOTIK *Lactobacillus casei* DAN OLIGOSAKARIDA
ALGINAT PADA PEMBESARAN GURAME (*Osphronemus goramy*)**

SKRIPSI

Oleh

**KRISMA HOSIANNA SIMANJUNTAK
NPM 2214111039**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

**EFEKTIVITAS SINBIOTIK *Lactobacillus casei* DAN OLIGOSAKARIDA
ALGINAT PADA PEMBESARAN GURAME (*Osphronemus goramy*)**

Oleh

KRISMA HOSIANNA SIMANJUNTAK

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS SINBIOTIK *Lactobacillus casei* DAN ALGINAT OLIGOSAKARIDA PADA PEMBESARAN GURAME (*Osphronemus goramy*)

Oleh

KRISMA HOSIANNA SIMANJUNTAK

Ikan gurame (*Osphronemus goramy*) merupakan salah satu komoditas ikan air tawar bernilai ekonomi tinggi dan banyak di budi dayakan di Indonesia. Pertumbuhan gurame relatif lambat dibandingkan ikan air tawar lainnya seperti ikan lele dan nila. Penelitian ini merupakan studi yang bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sinbiotik kombinasi *Lactobacillus sp. casei* ATCC 393 PK/5 dan oligosakarida alginat (OSA) pada pembesaran gurame. Metode yang digunakan adalah Rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan yaitu penambahan probiotik, prebiotik, sinbiotik dan kontrol masing-masing tiga ulangan. Beberapa parameter meliputi pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, rasio konversi pakan, tingkat kelangsungan hidup, laju pertumbuhan harian, laju pertumbuhan spesifik, analisis proksimat, dan histologi usus, kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan seluruh perlakuan secara statistik tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dan tingkat kelangsungan hidup mencapai 100% pada seluruh perlakuan. Secara histologi, perlakuan sinbiotik menunjukkan peningkatan sel goblet yang mengindikasikan perbaikan fungsi usus. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi probiotik *Lactobacillus sp.* dan prebiotik oligosakarida alginat (OSA) yang diberikan belum mampu meningkatkan performa pembesaran secara signifikan.

Kata kunci : *Lactobacillus sp.*, Oligosakarida Alginat (OSA), *Osphronemus goramy*, Sinbiotik

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF SYNBIOTIC *Lactobacillus casei* AND ALGINATE OLIGOSACCHARIDE ON GROOMING OF GOURAME (*Osphronemus goramy*)

By

KRISMA HOSIANNA SIMANJUNTAK

Gouramy fish (*Osphronemus goramy*) is one of the freshwater fish commodities with high economic value and is widely cultivated in Indonesia. Gouramy growth is relatively slow compared to other freshwater fish such as catfish and tilapia. This study aimed to evaluate the effectiveness of the synbiotic combination of *Lactobacillus* sp. *casei* ATCC 393 PK/5 and oligosaccharide alginate (OSA) on gourami enlargement. The method used was a completely randomized design (CRD) with four treatments: the addition of probiotics, prebiotics, synbiotics, and controls, each with three replications. Several parameters included absolute weight growth, absolute length growth, feed conversion ratio, survival rate, daily growth rate, specific growth rate, proximate analysis, and intestinal histology, water quality. The results showed that all treatments were not statistically significantly different ($p > 0.05$) and the survival rate reached 100% in all treatments. Histologically, the synbiotic treatment showed an increase in goblet cells indicating improved intestinal function. This shows that the combination of probiotic *Lactobacillus* sp. and prebiotic oligosaccharide alginate (OSA) given has not been able to significantly improve rearing performance.

Keywords : *Lactobacillus* sp., Oligosaccharide Alginate (OSA), *Osphronemus goramy*, Synbiotic

LEMBAR PENGESAHAN

Judul skripsi

: **EFEKTIFITAS SINBIOTIK *Lactobacillus casei* DAN OLIGOSAKARIDA ALGINAT PADA PEMBESARAN GURAME (*Osphronemus goramy*).**

Nama Mahasiswa

: **Krisma Hosianna Simanjuntak**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **2214111039**

Program Studi

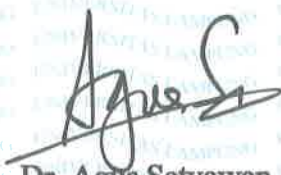
: **Budidaya Perairan**

Fakultas

: **Pertanian**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.

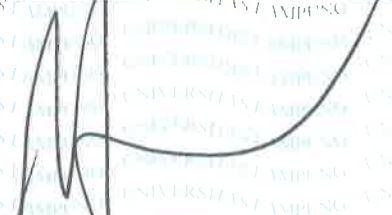
NIP. 198408052009121003



Hilma Putri Fidyandini, S. Pi., M.Si.

NIP. 199001282019032018

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan



Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.

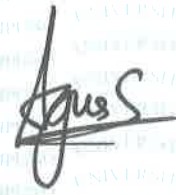
NIP. 198309232006042001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.




Sekretaris

: Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si.



Penguji Bukan Pembimbing


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



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. H. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002



Tanggal lulus ujian skripsi: 06 Mei 2026



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN PERIKANAN DAN KELAUTAN

Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145 Telp (0721) 704946 Fax (0721) 770347

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi yang berjudul **“Efektivitas Sinbiotik *Lactobacillus casei* dan Oligosakarida Alginat pada Pembesaran Gurame (*Osphronemus goramy*).”** tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam naskah skripsi ini ditemukan dan terbukti terdapat unsur-unsur fabrikasi, falsifikasi, plagiat dan konflik kepentingan saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Bandar Lampung, 25 Mei 2025

Yang membuat pernyataan



Krisma Hosianna Simanjuntak
NPM. 2214111039

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Krisma Hosianna Simanjuntak dilahirkan di Pematangsiantar, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara, pada 30 Agustus 2004. Penulis lahir dari pasangan Bapak Plancius Simanjuntak dan Ibu Seperina Nainggolan sebagai anak kedua. Penulis mengawali pendidikan dasar di SDN 122350 Pematangsiantar, Siantar Timur dan lulus pada 2016. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Siantar, Simalungun dan lulus pada 2019, dan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Siantar, Simalungun mengambil jurusan (Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan lulus pada 2022.

Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2022. Penulis mengikuti salah satu organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (HIMAPIK) sebagai anggota pada 2024.

Selama masa studi, penulis pernah menjadi asisten praktikum yaitu pada mata kuliah Mikrobiologi Akuakultur pada 2023 dan 2026. Penulis pernah magang mandiri di Balai Benih Ikan (BBI) di Metro, Lampung pada 2024 dan di PT Central Proteina Prima (CPP) Kalianda, Lampung Selatan pada 2024. Penulis pernah mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Rajabasa, Kec. Rajabasa, Lampung Selatan dan Kegiatan Praktik Umum di PT Central Proteina Prima (CPP) Serang, Kecamatan Cinangka, Kabupaten Serang, Provinsi Banten.

“Ombakku besar, perahuku kecil. Tapi, Tuhan Yesusku Terlebih besar”

YESAYA 41 : 10

“Janganlah takut, sebab Aku menyertai engkau, janganlah bimbang, sebab Aku ini Allahmu; Aku akan meneguhkan, bahkan akan menolong engkau; Aku akan memegang engkau dengan tangan kanan-Ku yang Membawa Kemenangan”

ULANGAN 31 : 6

“Jangan takut akan masa depanmu. Dia yang berjanji, Dia juga yang akan menepati tepat pada waktunya”

“Skripsi ini saya persembahkan kepada Sang Juruslamat Tuhan Yesus Kristus kepada Bapak, Mamak, Kakak, dan Adek Tercinta yang selalu ada, Mendoakan, Mendukung, dan Memotivasi saya selama menuntut ilmu”

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “Efektivitas Sinbiotik *Lactobacillus casei* dan Oligosakarida Alginat pada Pembesaran Gurame (*Osphronemus goramy*)” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan.
3. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P. selaku Dosen Pembimbing Utama.
4. Hilma Putri Fidyandini S.Pi., M.Si. selaku Koordinator Program Studi Budidaya Perairan dan Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris.
5. Dr. Yudha Trinoegraha A., S.Pi., M.Si. selaku Penguji Utama.
6. Limin Santoso S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Kedua orang tua tercinta beserta keluarga yang senantiasa memberikan doa, motivasi, dukungan, dan semangat tanpa henti kepada penulis.

Bandarlampung, 2026

Krisma Hosianna Simanjuntak

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang masalah	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Manfaat.....	3
1.4 Kerangka Pikir.....	4
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Biologi Gurame (<i>Osphronemus goramy</i>)	8
2.1.1 Klasifikasi	8
2.1.2 Morfologi.....	8
2.1.3 Habitat.....	9
2.2 Probiotik dalam Akuakultur	10
2.3 Prebiotik dalam Akuakultur	11
2.4 Sinbiotik dalam Akuakultur.....	12
2.5 Oligosakarida Alginat (OSA).....	12
2.6 Histologi Usus	14
III. METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat.....	15
3.1.1 Waktu.....	15
3.1.2 Tempat	15
3.2 Bahan dan Alat	15
3.2.1 Bahan	15
3.2.2 Alat.....	16
3.3 Rancangan Penelitian	17
3.4 Prosedur Penelitian	18
3.4.1 Sterilisasi Alat.....	18
3.4.2 Pembuatan Media <i>de Man, Rogosa, Sharpe</i> (MRS).....	19
3.4.3 Kultur <i>Lactobacillus casei</i> ATCC 393 PK/5	19

3.4.4 Kultur <i>Bacillus cereus</i> PTF.....	19
3.4.5 Preparasi <i>Sargassum</i> sp.....	20
3.4.6 Ekstraksi <i>Sargassum</i> sp.....	20
3.4.7 Pembuatan Oligosakarida Alginat (OSA).....	20
3.4.8 Pencampuran Pakan	20
3.4.9 Pemeliharaan Gurame.....	21
3.5 Parameter Penelitian	21
3.5.1 Pertumbuhan Berat Mutlak.....	21
3.5.2 Pertumbuhan Panjang Mutlak.....	22
3.5.3 Rasio Konversi Pakan.....	22
3.5.4 Laju Pertumbuhan Harian	22
3.5.6 Tingkat Kelangsungan Hidup	23
3.5.7 Analisis Proksimat	24
3.5.8 Histologi Usus.....	24
3.5.9 Kualitas air	25
3.6 Analisis Data	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Hasil.....	27
4.1.1 Pertumbuhan Berat Mutlak (PBM).....	27
4.1.2 Pertumbuhan Panjang Mutlak (PPM)	28
4.1.3 Laju Pertumbuhan Harian (LPH)	28
4.1.4 Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS).....	29
4.1.5 Rasio Konversi Pakan (RKP).....	30
4.1.6 Tingkat Kelangsungan Hidup (TKH)	30
4.1.7 Uji Proksimat	31
4.1.8 Histologi Usus.....	31
4.1.9 Kualitas air	33
4.2 Pembahasan	33
V. SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Simpulan.....	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Nama bahan, jumlah/vol/konsentrasi, merek, dan fungsi bahan.....	15
2. Nama alat, dimensi/jumlah, merek, dan fungsi alat	16
3. Komposisi nutrisi dan standar kandungan nutrisi pakan.....	31
4. Deskripsi kerusakan histologi usus berdasarkan perlakuan dan dokumentasi pengamatan.....	32
5. Parameter kualitas air pada perlakuan dengan standar optimal.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	5
2. Morfologi gurame (<i>Osphronemus goramy</i>)	9
3. Morfologi bakteri <i>Lactobacillus</i> sp. pewarnaan gram perbesaran (1000x)	11
4. (a) Struktur <i>Sargassum</i> (b) <i>Sargassum</i>	13
5. Kerusakan jaringan histologi (a) normal dan (b) abnormal	14
6. Tata letak wadah pemeliharaan gurame (<i>Osphronemus goramy</i>).....	18
7. Pertumbuhan berat mutlak (PBM) ikan gurame dengan perlakuan kontrol, probiotik, prebiotik, sinbiotik.....	27
8. Pertumbuhan panjang mutlak (PPM) ikan gurame dengan perlakuan kontrol, probiotik, prebiotik, sinbiotik.....	28
9. Laju pertumbuhan harian (LPH) ikan gurame dengan perlakuan kontrol, probiotik, prebiotik, sinbiotik.....	29
10. Laju pertumbuhan spesifik (LPS) ikan gurame dengan perlakuan kontrol, probiotik, prebiotik, sinbiotik.....	30
11. Rasio konversi pakan (RKP) ikan gurame dengan perlakuan kontrol, probiotik, prebiotik, sinbiotik.....	30
12. Tingkat kelangsungan hidup (TKH) ikan gurame dengan perlakuan kontrol, probiotik, prebiotik, sinbiotik.....	31
13. Kerusakan P1 kontrol.....	32
14. Kerusakan P2 <i>Lactobacillus casei</i>	32
15. Kerusakan P3 OSA	32
16. Kerusakan P4 kombinasi.....	32
17. Kerusakan histologi usus P1.1 (Kontrol)	55

18. Kerusakan histologi usus P1.2 (Kontrol)	55
19. Kerusakan histologi usus P1.3 (Kontrol)	56
20. Kerusakan histologi usus P2.1 (<i>Lactobacillus casei</i>).....	56
21. Kerusakan histologi usus P2.2 (<i>Lactobacillus casei</i>).....	57
22. Kerusakan histologi usus P2.3 (<i>Lactobacillus casei</i>).....	57
23. Kerusakan histologi usus P3.1 (OSA).....	58
24. Kerusakan histologi usus P3.2 (OSA).....	58
25. Kerusakan histologi usus P3.3 (OSA).....	59
26. Kerusakan histologi usus P4.1 (Kombinasi)	59
27. Kerusakan histologi usus P4.2 (Kombinasi)	60
28. Kerusakan histologi usus P4.3 (Kombinasi)	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Uji normalitas, homogenitas dan uji anova.....	50
2. Hasil pengujian histologi	55
3. Data <i>feeding rate</i> 5%.....	61
4. Diagram alir ekstraksi alginat <i>Sargassum</i> sp.	63
5. Dokumentasi penelitian.....	64

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Gurame (*Osphronemus goramy*) merupakan salah satu komoditas ikan air tawar unggulan di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena ukuran tubuhnya yang besar serta kemampuannya beradaptasi terhadap berbagai kondisi kualitas air (Indra et al., 2013). Sejak 2016, permintaan pasar dalam negeri mencapai sekitar 15.000 ton per tahun dengan peningkatan sebesar 8–10%, yang didorong oleh tingginya konsumsi pada sektor kuliner tradisional. Produksi nasional yang mencapai 20.000 ton juga berkontribusi terhadap ekspor ke negara Singapura dan Malaysia dengan nilai sekitar Rp200 miliar, sehingga mampu meningkatkan pendapatan budi daya serta memberikan kontribusi positif terhadap devisa negara (Widodo, 2018). Kandungan protein yang tinggi pada daging gurame menjadikannya sangat diminati oleh konsumen, meskipun upaya peningkatan pertumbuhan secara optimal tetap menjadi faktor penting dalam mencapai efisiensi budi daya jangka panjang (Hidayat et al., 2021).

Permasalahan utama dalam budi daya gurame adalah pertumbuhan yang relatif lambat, dengan laju pertumbuhan hanya berkisar antara 0,5–0,8 per hari, masih jauh dibawah target ideal yaitu 1–1,5 per hari. Kondisi tersebut menyebabkan waktu pemeliharaan menjadi lebih lama, yaitu sekitar 8–10 bulan, serta meningkatkan biaya operasional (Smith et al., 2015; Khani et al., 2018). Faktor penyebab utamanya meliputi ketidakseimbangan nutrisi pakan dengan kadar protein di bawah 30%, kepadatan tebar yang terlalu tinggi, serta kualitas air yang kurang optimal akibat rendahnya kadar oksigen dan fluktuasi suhu pada sistem budi daya intensif (Merrifield et al., 2010). Upaya perbaikan dapat dilakukan melalui pemanfaatan

pakan berbasis bahan lokal yang mudah ditemukan dengan tambahan enzim suplemen seperti enzim protease, amilase, dan lipase sehingga mampu meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi dan mempercepat pertambahan bobot ikan hingga 20–30%, khususnya pada sistem pemeliharaan semi intensif (Sari et al., 2020).

Pertumbuhan gurame sangat dipengaruhi oleh ketersediaan pakan yang berkualitas, mengandung nutrisi lengkap, dan mudah dicerna, terutama protein serta lemak esensial yang berperan penting dalam pembentukan jaringan tubuh (Ghosh et al., 2020). Penggunaan pakan buatan dengan nilai *Feed Conversion Ratio* (FCR) antara 1,2–1,5 dinilai lebih efisien dibandingkan pakan alami, meskipun biaya pakan dapat mencapai sekitar 50% dari total biaya produksi. Kombinasi pakan berbasis dedak yang difortifikasi dengan bahan tambahan tertentu terbukti mampu meningkatkan laju pertumbuhan harian benih gurame hingga 1,2 gram (Hidayat et al., 2021; Rani et al., 2021). Selain pakan, faktor lingkungan juga berperan penting. Suhu optimal antara 26–30°C dan pH berkisar 6,5–8,0 dapat mendukung aktivitas metabolisme ikan, sedangkan sistem aerasi yang baik mampu meningkatkan produksi biomassa sebesar 15–25% (Khani et al., 2018; Sharma et al., 2021). Penambahan enzim suplemen, seperti fitase, juga berpotensi meningkatkan efisiensi pencernaan tanpa perlu menambah kepadatan tebar (Sari et al., 2020).

Penggunaan probiotik *Lactobacillus* efektif dalam meningkatkan pertumbuhan gurame melalui keseimbangan bakteri usus yang mendukung metabolisme nutrisi (Merrifield et al., 2010). Ketika diberikan melalui pakan, probiotik *Lactobacillus* mampu memperbaiki pertumbuhan harian hingga mencapai 1,1 gram, menurunkan nilai FCR menjadi 1,1, serta merangsang aktivitas enzim seperti amilase (Ghosh et al., 2020). Dalam praktik budi daya, bobot akhir ikan meningkat sebesar 25% setelah periode 6 bulan, sehingga probiotik ini menjadi alternatif alami untuk mengurangi ketergantungan terhadap pakan yang mahal (Nayak, 2010). Sementara itu, prebiotik berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi bakteri bermanfaat, yang meningkatkan proses pencernaan dan penyerapan zat gizi tanpa dicerna secara langsung oleh tubuh ikan, sehingga pertumbuhan gurame dapat meningkat hingga 18% pada dosis 2-5% (Gibson & Roberfroid, 1995). Prebiotik juga

menghasilkan asam lemak rantai pendek sebagai sumber energi, mengurangi pembuangan nutrisi yang tidak terpakai, dan mempercepat siklus budi daya dengan peningkatan biomassa hingga 20% pada pakan yang berbasis karbohidrat (Bindels et al., 2015).

Oligosakarida alginat yang berasal dari rumput laut *Sargassum* merupakan prebiotik potensial yang mampu menstimulasi pertumbuhan bakteri menguntungkan di saluran pencernaan, sehingga meningkatkan penyerapan nutrisi dan penambahan bobot ikan hingga 22% selama periode pemeliharaan empat bulan (Sharma et al., 2021; Nayak, 2010). Struktur alginat yang berserat panjang membantu memperlambat laju retensi pakan, sementara kandungan vitamin dan mineral dari *Sargassum* turut mendukung proses metabolisme, dengan penurunan nilai *Feed Conversion Ratio* (FCR) mencapai 15% (Gazali et al., 2018; Hidayati et al., 2019). Kombinasi sinbiotik antara *Lactobacillus* sp. dan oligosakarida alginat diharapkan memberikan efek sinergis yang lebih kuat terhadap pertumbuhan ikan gurame, melalui optimalisasi fungsi usus dan efisiensi penyerapan nutrisi.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi probiotik *Lactobacillus casei* dan prebiotik oligosakarida alginat dalam meningkatkan pembesaran gurame.

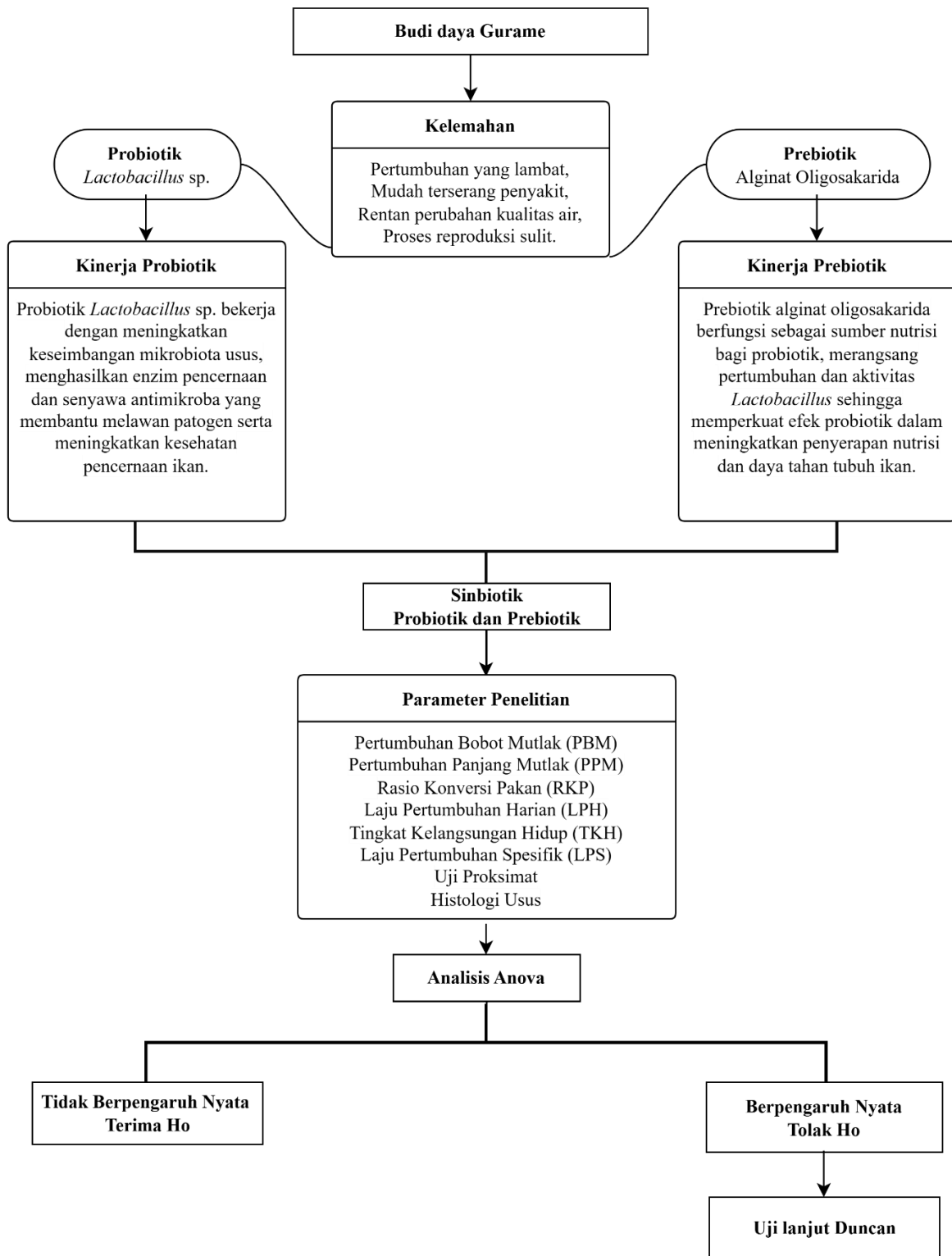
1.3 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan potensi pada masyarakat tentang manfaat probiotik *Lactobacillus* sp. dan prebiotik oligosakarida alginat dengan variasi dosis yang tepat untuk meningkatkan pertumbuhan, efisiensi pakan, serta kesehatan gurame (*Osphronemus goramy*) dalam sistem budi daya. Secara akademik, penelitian ini bermanfaat dalam memperkaya pengetahuan mengenai mekanisme kerja sinbiotik pada ikan air tawar, khususnya hubungan antara dosis

prebiotik dan aktivitas probiotik terhadap performa pertumbuhan

1.4 Kerangka Pikir

Gurame memiliki nilai ekonomi tinggi, namun budi dayanya masih terkendala oleh pertumbuhan lambat, kerentanan terhadap penyakit, dan sensitivitas terhadap perubahan kualitas air (Sari et al., 2020). Upaya mengatasi hal ini dapat dilakukan melalui penerapan sinbiotik, yaitu kombinasi probiotik dan prebiotik. Probiotik seperti *Lactobacillus* sp. berperan dalam menyeimbangkan mikrobiota usus, meningkatkan pencernaan, serta memperkuat sistem imun ikan (Wang et al., 2021). Sementara itu, prebiotik seperti alginat oligosakarida berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi probiotik sehingga memperkuat kinerjanya dalam meningkatkan penyerapan nutrisi dan daya tahan tubuh (Rajauria et al., 2017). Kombinasi mampu meningkatkan performa pertumbuhan, efisiensi pakan, dan kelangsungan hidup gurame, yang efektivitasnya dapat dianalisis melalui parameter pertumbuhan dan uji statistik (Zhang et al., 2022). Berikut kerangka pikir yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian yaitu :

a. Pertumbuhan berat mutlak (PBM)

H0 : semua $\pi_i = 0$: Sinbiotik *Lactobacillus casei* dan Oligosakarida alginat pada penambahan berbagai dosis tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak (PBM) gurame (*O. goramy*).

H1 : Minimal ada satu $\pi_i \neq 0$: Sinbiotik *Lactobacillus casei* dan Oligosakarida alginat pada penambahan berbagai dosis berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak (PBM) gurame (*O. goramy*).

b. Pertumbuhan panjang mutlak (PPM)

H0 : semua $\pi_i = 0$: Sinbiotik *Lactobacillus casei* dan Oligosakarida alginat pada penambahan berbagai dosis tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak (PPM) gurame (*O. goramy*).

H1 : Minimal ada satu $\pi_i \neq 0$: Sinbiotik *Lactobacillus casei* dan Oligosakarida alginat pada penambahan berbagai dosis berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak (PPM) gurame (*O. goramy*).

c. Rasio konversi pakan (RKP)

H0 : semua $\pi_i = 0$: Sinbiotik *Lactobacillus casei* dan Oligosakarida alginat pada penambahan berbagai dosis tidak berpengaruh nyata terhadap rasio konversi pakan (RKP) gurame (*O. goramy*).

H1 : Minimal ada satu $\pi_i \neq 0$: Sinbiotik *Lactobacillus casei* dan Oligosakarida alginat pada penambahan berbagai dosis berpengaruh nyata terhadap rasio konversi pakan (RKP) gurame (*O. goramy*).

d. Laju pertumbuhan harian (LPH)

H0 : semua $\pi_i = 0$: Sinbiotik *Lactobacillus casei* dan Oligosakarida alginat pada penambahan berbagai dosis tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan harian (LPH) gurame (*O. goramy*).

H1 : Minimal ada satu $\pi_i \neq 0$: Sinbiotik *Lactobacillus casei* dan Oligosakarida alginat pada penambahan berbagai dosis berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan harian (LPH) gurame (*O. goramy*).

e. Tingkat kelangsungan hidup (TKH)

H0 : semua $\pi_i = 0$: Sinbiotik *Lactobacillus casei* dan Oligosakarida alginat pada penambahan berbagai dosis tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup (TKH) gurame (*O. goramy*).

H1 : Minimal ada satu $\pi_i \neq 0$: Sinbiotik *Lactobacillus casei* dan Oligosakarida alginat pada penambahan berbagai dosis berpengaruh nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup (TKH) gurame (*O. goramy*).

f. Laju pertumbuhan spesifik (LPS)

H0 : semua $\pi_i = 0$: Sinbiotik *Lactobacillus casei* dan Oligosakarida alginat pada penambahan berbagai dosis tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik (LPS) gurame (*O. goramy*).

H1 : Minimal ada satu $\pi_i \neq 0$: Sinbiotik *Lactobacillus casei* dan Oligosakarida alginat pada penambahan berbagai dosis berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik (LPS) gurame (*O. goramy*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Gurame (*Osphronemus goramy*)

2.1.1 Klasifikasi

Gurame (*Osphronemus goramy*) merupakan ikan yang biasanya hidup di perairan tawar seperti kolam, danau, maupun sungai, dengan suhu air yang ideal untuk pertumbuhannya berkisar antara 22°C hingga 27°C (Hadi, 2022). Lingkungan yang sesuai sangat penting bagi pertumbuhan optimal ikan gurame, karena selain suhu, kualitas air, ketersediaan pakan, kepadatan populasi, dan pengelolaan budi daya juga menjadi faktor penentu keberhasilan pemeliharaan (Kristanto, 2021). Klasifikasi Ikan gurame menurut Froese & Pauly (2024), adalah sebagai berikut.

Filum	: Chordata
Kelas	: Actinopterygii
Ordo	: Anabantiformes
Famili	: Osphronemidae
Genus	: <i>Osphronemus</i>
Spesies	: <i>O. goramy</i>

2.1.2 Morfologi

Morfologi ikan gurame memiliki tubuh yang pipih dan lebar, serta sirip yang panjang dan lebar, yang memudahkan mereka untuk bergerak di perairan yang tenang. Panjang tubuh ikan gurame dapat mencapai 30 cm, dengan warna yang bervariasi dari hijau keperakan hingga coklat kehitaman, tergantung pada lingkungan tempat mereka tinggal (Pratiwi, 2019). Ikan gurame dikenal sebagai ikan yang memiliki nilai ekonomis tinggi, baik sebagai ikan konsumsi maupun ikan hias. Dalam

budidaya, terdapat beberapa varietas ikan gurame, seperti gurame kapas, gurame bastar, dan gurame batu, yang masing-masing memiliki karakteristik dan laju pertumbuhan yang berbeda (Nirmala, 2010). Berikut gambaran ikan gurame dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi gurame (*Osphronemus goramy*).

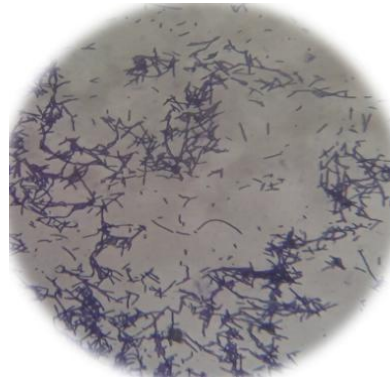
2.1.3 Habitat

Gurame (*Osphronemus goramy*) merupakan ikan air tawar yang banyak ditemukan di perairan tropis Asia Tenggara, khususnya di Indonesia, Malaysia, dan Thailand (Sutrisno et al., 2017). Habitat alami ikan gurame meliputi sungai, danau, rawa, dan kolam dengan air yang tenang dan kaya akan vegetasi air. Ikan ini lebih menyukai perairan dengan suhu berkisar antara 24 hingga 30°C dan pH air netral hingga sedikit basa, yaitu sekitar 6,5 hingga 8,0 (Andriani, 2019). Gurame juga dapat hidup di perairan dengan kadar oksigen yang relatif rendah karena kemampuannya bernapas menggunakan labirin, organ khusus yang memungkinkan pengambilan oksigen langsung dari udara. Vegetasi air seperti eceng gondok dan tumbuhan air lainnya menyediakan tempat berlindung dan sumber makanan alami bagi ikan gurami (Prasetyo et al., 2019). Selain itu, substrat dasar yang berlumpur atau berpasir juga mendukung aktivitas mencari makan ikan ini. Dalam budi daya, ikan gurame sering dipelihara di kolam tanah, kolam terpal, dan keramba jaring apung yang meniru kondisi habitat alaminya (Sutrisno et al., 2017).

2.2 Probiotik dalam Akuakultur

Penggunaan probiotik dalam kegiatan akuakultur telah terbukti memberikan manfaat penting bagi keberlanjutan dan efektivitas sistem budi daya. Probiotik bekerja dengan menekan pertumbuhan bakteri patogen, menguraikan sisa pakan dan feses melalui aktivitas enzim, dan membantu menurunkan senyawa toksik seperti amonia sehingga kualitas air menjadi lebih baik. Probiotik juga meningkatkan keseimbangan mikroflora usus, penyerapan nutrisi, dan daya tahan tubuh ikan. (Fitriyanto et al., 2020). Selain itu, probiotik mampu berkompetisi dengan mikroorganisme patogen dan menghasilkan senyawa antimikroba yang membantu mencegah infeksi, sehingga pemanfaatannya dapat mengurangi ketergantungan pada antibiotik maupun bahan kimia lain yang berpotensi berbahaya (Hamka et al., 2021). Penerapan probiotik juga dilaporkan mampu meningkatkan tingkat kelangsungan hidup ikan dan efisiensi pemanfaatan pakan, yang pada akhirnya berdampak pada meningkatnya produktivitas serta keuntungan bagi pembudidaya (Telaumbanua et al., 2023). Pendekatan yang memanfaatkan mikroorganisme lokal dan digabungkan dengan teknologi budidaya seperti sistem bioflok dan akuaponik turut menunjukkan prospek besar dalam mewujudkan akuakultur yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan (Sanoviq, 2024).

Lactobacillus casei adalah salah satu kelompok bakteri asam laktat yang secara aktif memfermentasi karbohidrat menjadi asam laktat, sehingga menurunkan pH produk dan membantu dalam pengawetan secara alami. Fermentasi oleh *Lactobacillus casei* juga menghasilkan senyawa volatil, enzim, dan metabolit lain yang memperbaiki cita rasa (Zhang, 2022). Dalam industri pangan *Lactobacillus casei* dikenal sebagai probiotik yang bermanfaat bagi sistem pencernaan, seperti meredakan gangguan lambung dan menjaga keseimbangan mikroorganisme baik dalam usus (Pratiwi et al., 2019). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa beberapa strain *Lactobacillus casei* mampu memberikan efek terapeutik terhadap infeksi saluran cerna serta mendukung respons imun tubuh (Fachri et al., 2024). Berikut gambaran morfologi bakteri *Lactobacillus* sp. dengan perbesaran (1000x) dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Morfologi bakteri *Lactobacillus* sp. pewarnaan gram perbesaran (1000x).
Sumber : Tallapragada, 2018.

2.3 Prebiotik dalam Akuakultur

Prebiotik adalah senyawa non-cerna yang berfungsi sebagai makanan bagi mikroorganisme menguntungkan dalam saluran pencernaan ikan, sehingga membantu meningkatkan kesehatan dan pertumbuhan ikan budidaya. Penggunaan prebiotik dalam akuakultur dapat meningkatkan keseimbangan mikrobiota usus, memperbaiki sistem imun, dan meningkatkan efisiensi pencernaan nutrisi (Gatesoupe, 2007; Merrifield et al., 2010). Prebiotik seperti frukto oligosakarida (FOS) dan inulin telah terbukti mampu menekan pertumbuhan bakteri patogen dan merangsang proliferasi bakteri probiotik (Zokaeifar et al., 2013). Selain itu, prebiotik juga berperan dalam meningkatkan kualitas air dengan mengurangi limbah organik melalui peningkatan pencernaan pakan (Merrifield et al., 2014).

Menurut Gibson & Roberfroid (1995) pemberian prebiotik pada dosis 2-5% mampu memacu pertumbuhan ikan hingga 18%. Prebiotik menghasilkan asam lemak rantai pendek sebagai energi tambahan yang dapat meningkatkan biomassa hingga 20% pada pakan berbasis karbohidrat. Penggunaan oligosakarida alginat (OSA) dari rumput laut *Sargassum* terbukti secara ilmiah mampu menstimulasi bakteri baik, meningkatkan bobot ikan hingga 22%, serta menurunkan nilai *Feed Conversion Ratio* (FCR) sebesar 15%. Menurut Eliyani et al. (2013) penerapan sinbiotik yang menggabungkan probiotik *Lactobacillus casei* dan prebiotik OSA menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak tertinggi sebesar 42,2 gram pertumbuhan fisik, nilai

efisiensi pakan atau FCR pada perlakuan sinbiotik ini mencapai angka 0,73, yang jauh lebih rendah dan lebih efisien dibandingkan dengan kelompok kontrol yang mencapai 0,87. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi sinbiotik secara jauh lebih optimal.

2.4 Sinbiotik dalam Akuakultur

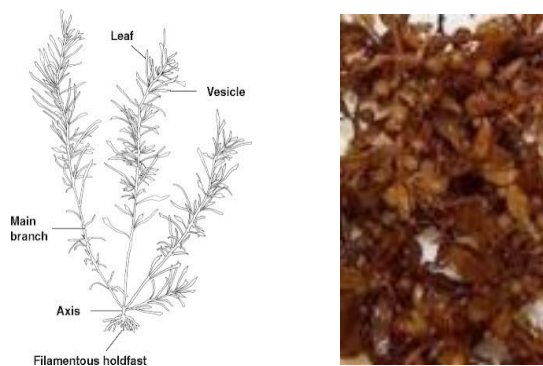
Sinbiotik merupakan kombinasi antara probiotik dan prebiotik yang berperan penting dalam meningkatkan kesehatan dan produktivitas dalam akuakultur. Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang bila diberikan dalam jumlah cukup dapat memberikan manfaat kesehatan bagi organisme akuakultur, seperti meningkatkan sistem imun dan menekan pertumbuhan patogen dalam saluran pencernaan (Oktaviana, 2023). Prebiotik adalah senyawa non cerna yang berfungsi sebagai substrat bagi pertumbuhan probiotik, sehingga memperkuat efek probiotik tersebut (Arief, 2023). Penggunaan sinbiotik dalam pakan ikan telah terbukti meningkatkan kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan ketahanan terhadap penyakit, serta memperbaiki keseimbangan mikrobiota usus (Nurhayati, 2022). Sinbiotik bekerja dengan membantu bakteri baik di usus ikan agar lebih aktif dalam mencerna pakan. Akibatnya, nutrisi pakan lebih banyak diserap tubuh dan sisa pakan yang terbuang menjadi lebih sedikit (Hamka et al., 2021). Oleh karena itu, sinbiotik menjadi alternatif yang menjanjikan dalam pengelolaan kesehatan ikan secara alami dan berkelanjutan dalam akuakultur (Oktaviana, 2023; Arief, 2023).

2.5 Oligosakarida Alginat (OSA)

Sargassum sp. merupakan salah satu jenis alga coklat yang banyak tumbuh di wilayah laut tropis dan subtropis. Alga ini mengandung senyawa bioaktif, seperti antioksidan, yang menjadikannya berpotensi besar untuk dimanfaatkan dalam industri pangan dan kesehatan (Sari et al., 2022). Selain itu, kandungan proteinnya yang cukup tinggi, *Sargassum* sp. juga bisa dijadikan sebagai bahan tambahan dalam pakan ternak atau suplemen nutrisi (Halim et al., 2023). Alga ini juga memainkan peran penting dalam mendukung kehidupan biota laut, karena mampu menyediakan

tempat tinggal dan perlindungan bagi berbagai jenis ikan serta organisme laut lainnya (Sari, 2021).

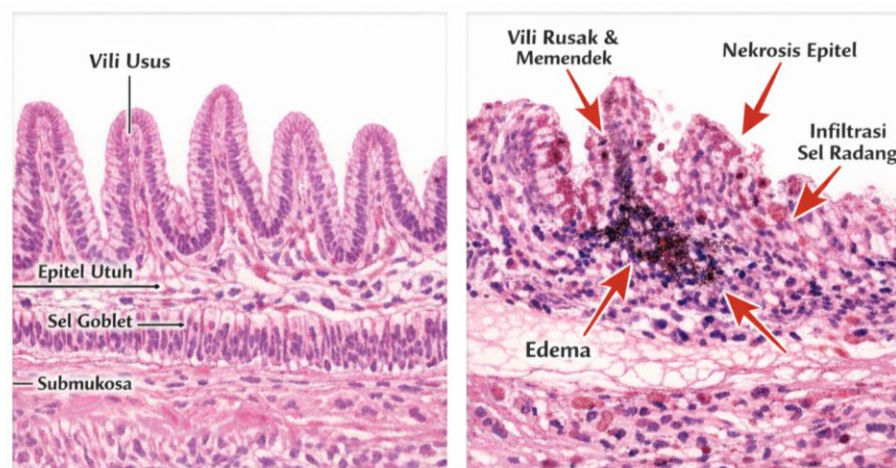
Oligosakarida alginat (OSA) merupakan produk hasil hidrolisis dari alginat yang memiliki potensi sebagai bahan imunomodulator dan prebiotik dalam berbagai aplikasi bioteknologi dan kesehatan (Afni et al., 2017). Subaryono et al. (2017) menunjukkan bahwa OSA dapat diperoleh melalui proses enzimatik dari rumput laut coklat lokal *Sargassum* sp., yang kemudian dikonfirmasi melalui analisis derajat polimerisasi (DP) menggunakan TLC dan spektrofotometri. Selain itu, pengaruh AOS terhadap pertumbuhan dan jumlah bakteri menunjukkan bahwa perlakuan dengan AOS dan enzim dapat meningkatkan jumlah bakteri tertentu, seperti *Lactobacillus acidophilus*, yang mampu bertahan pada pH rendah dan berperan dalam proses fermentasi (Nuraida et al., 2011). Alginat merupakan salah satu penghasil poligosakarida yang terdiri dari komponen esensial yang baik bagi mikroorganisme karena berfungsi sebagai antimikroba, imunostimulan, antivirus, antioksidan (Setyawan et al., 2020). Berikut gambaran prebiotik rumput laut coklat lokal *Sargassum* sp dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. (a) Struktur *Sargassum* (b) *Sargassum*.
Sumber : Pikidi & Suwoyo, 2017.

2.6 Histologi Usus

Histologi usus pada benih gurame (*Osphronemus gouramy*) digunakan sebagai penentu untuk menilai kondisi kesehatan dan fungsi pencernaan ikan. Struktur usus tersusun atas beberapa lapisan, yaitu mukosa, submukosa, muskularis, dan serosa, dimana mukosa berperan utama dalam proses penyerapan nutrisi karena memiliki vili usus yang dilapisi epitel serta sel goblet penghasil mukus pelindung. Pada kondisi normal, jaringan usus tersusun rapi dengan vili yang panjang dan utuh, epitel yang tidak mengalami kerusakan, dan tidak ditemukan tanda-tanda peradangan, sehingga penyerapan nutrisi berlangsung optimal. Menurut Natasya et al. (2023) terlihat pada Gambar 5. (a) yang menunjukkan perkembangan vili yang baik berhubungan dengan efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan. Sedangkan pada kondisi abnormal terjadi perubahan struktur seperti vili yang memendek atau rusak, epitel mengalami erosi atau nekrosis, terdapat edema dan infiltrasi sel radang yang umum-nya disebabkan oleh stres lingkungan, kualitas pakan yang buruk, atau infeksi pato-gen. Menurut Juanda et al. (2022), terlihat pada gambar Gambar 5. (b) kerusakan jaringan usus dapat menurunkan kemampuan absorpsi nutrisi dan berdampak negatif terhadap pertumbuhan serta kelangsungan hidup ikan.



Gambar 5. Kerusakan jaringan histologi (a) normal (b) abnormal.
Sumber : Natasya et al., 2023, Juanda et al., 2022.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1 Waktu

Penelitian ini dilakukan dari November 2025 sampai dengan Januari 2026.

3.1.2 Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nama bahan, jumlah/vol/konsentrasi, merek, dan fungsi bahan.

No	Nama Bahan	Jumlah/vol/konsentrasi	Merek	Fungsi
1	Gurame (<i>Osphronemus goramy</i>)	4,12±0,95 cm	-	Hewan uji untuk melihat pengaruh perlakuan.
2	<i>Lactobacillus casei</i> ATCC 393 PK/5	10 ⁷ CFU/kg	-	Meningkatkan kesehatan pencernaan ikan.
3	Media MRS (<i>de Man, Rogosa, Sharpe</i>)	5,5g	Himedia/Merck	Media pertumbuhan optimal untuk <i>Lactobacillus</i> sp.
4	Akuades	5l	-	Pelarut untuk media.
5	Bakteri <i>Bacillus cereus</i> PTF	10 ⁷ CFU/ml	PTF	Bakteri hidrolisis.
6	<i>Sargassum</i> sp.	70g	-	Bahan pembuat alginat.

Tabel 1. Nama bahan, jumlah/vol/konsentrasi, merek, dan fungsi bahan (Lanjutan).

No	Nama Bahan	Jumlah/vol/konsentrasi	Merek	Fungsi
7	Alkohol	96%	Cliger shop	Membuat media.
8	Tisu	-	Paseo	Membersihkan laminar.
9	Plastik tahan panas	-	Tioco	Untuk bungkus media.
10	Aluminium foil	-	Orisama	Penutup ujung erlenmeyer.
11	Handscoon	-	Safeglove	Agar tangan steril.
12	Masker	-	Geamedical	Agar tidak kontam.
13	Etanol	96%	Emsure	Pelarut Ekstraksi.
14	Kaca Steril	-	Onemed	Penutup ujung erlenmeyer.
15	Pakan komersil	-	MS	Sumber nutrisi dasar untuk pertumbuhan ikan.
16	Air tawar bersih	-	-	Media pemeliharaan ikan.
17	HCL (<i>Hydrochloric acid</i>)	-	Emsure	Larutan perendam <i>Sargassum</i> sp.
18	Soda ash (Na_2CO_3)	-	Sachi	Bahan ekstraksi alginat.
19	Soda api (NaOH)	-	Cap wallet	Penetral ph saat ekstraksi.

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nama alat, dimensi/jumlah, merek, dan fungsi alat.

No	Nama Alat	Dimensi/jumlah	Merek	Fungsi
1	Akuarium	Vol 45L, (50x30x30),	Napoli	Wadah pemeliharaan ikan dan perlakuan.
2	Aerator	-	Resun	Oksigen dalam air.
3	Timbangan digital	1200	Superior mini	Menimbang berat ikan untuk mengukur pertumbuhan.
4	Do meter	-	Lutron	Mengukur oksigen terlarut dalam air.
5	pH meter digital	-	Krisbow	Mengukur keasaman.
6	Termometer	0-50°C	Thermo	Mengukur suhu air.
7	Botol semprot	150-200 mL	-	Mencampur kepankan.

Tabel 2. Nama alat, dimensi/jumlah, merek, dan fungsi alat (Lanjutan).

No	Nama alat	Dimensi/jumlah	Merek	Fungsi
8	Magnetic stirrer	-	-	Menghomogenkan larutan alginat.
9	Ember, gayung, selang	-	-	Membantu pergantian air dan pembersihan akuarium.
10	Nampan	-	-	Menjemur pakan.
11	Kuvet	1 mL/3 mL	OEM	Wadah sampel.
12	Tabung corning	10-15 mL	Falcon	Mengkultur.
13	Rak tabung	-	Onelab	Penyangga tabung reaksi.
14	Erlenmeyer	100,250 mL	-	Tempat kultur cair.
15	Gelar ukur	50-200 mL	Shott	Mengukur volume larutan.
16	<i>hotplate</i>	-	IKA	Memanaskan larutan.
17	Spektrofotometer	-	B-One	Pengukur absorbansi uji.
18	Inkubator	35-37°C	Askot	Mendukung pertumbuhan mikro.
19	Laminar flow	-	Robust	Agar tidak terkontaminasi.
20	Autoklaf	206 kPa	GEA	Sterilisasi alat bahan.
21	Kertas label	-	-	Penanda bahan.
22	Kain blacu	-	-	Penyaring <i>sarrgasum</i> sp.
23	Saringan	-	-	Penyaring serbuk alginat.
24	Blender	2L	Philips	Menghaluskan alginat.
25	Kompur gas	-	Rinnai	Sumber api saat ekstraksi.
26	Panci rebusan	40L	Eagle	Wadah merebus alginat.
27	Oven	-	Hock	Pengering alginat.
28	Kulkas	-	Labmart	Menyimpan bahan/sampel.
29	<i>Vortex</i>	-	Thermo	Menghomogenkan bakteri.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan menggunakan 4 perlakuan dan 3 ulangan.

- P1 : Pemberian pakan tanpa penambahan probiotik dan prebiotik (Kontrol)
 P2 : Pemberian pakan dengan probiotik *Lactobacillus casei* 10⁷ CFU/mL (50 mL/kg pakan)
 P3 : Pemberian pakan dengan prebiotik OSA 120 mL/ kg pakan
 P4 : Pemberian pakan dengan kombinasi probiotik *Lactobacillus casei* 10⁷ CFU/mL (50 mL/kg pakan) + prebiotik OSA 120 mL/ kg pakan.

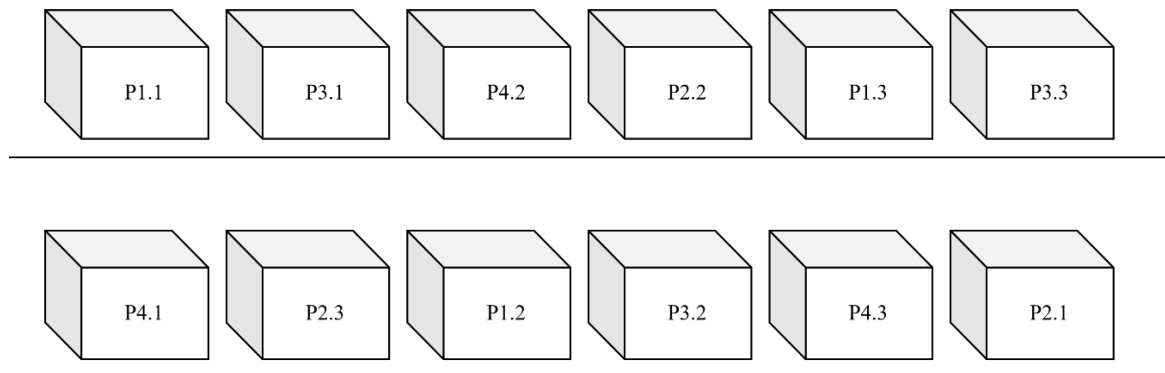
Model linear rancangan acak lengkap (RAL) yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

- Y_{ij} = pengamatan pada perlakuan ke-i ulangan ke-j
 μ = rata-rata umum
 τ_i = pengaruh perlakuan ke-i
 ϵ_{ij} = galat percobaan perlakuan ke-i ulangan ke-j
 i = perlakuan
 j = ulangan

Skema tata letak wadah pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tata letak wadah pemeliharaan gurame (*Osphronemus goramy*).

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Sterilisasi Alat

Alat dan media yang digunakan disterilisasi di dalam autoklaf. Setelah itu, tombol “on” pada autoklaf dihidupkan dan dibiarkan hingga suhu mencapai 121°C. Jika suhu tersebut telah tercapai, tombol “off” pada head ditekan, kemudian timer diatur selama 30 menit. Setelah waktu timer berbunyi, penutup uap pada bagian

atas autoklaf dibuka hingga seluruh uap di dalamnya habis. Dengan demikian, alat dan bahan yang ada di dalam autoklaf telah siap untuk digunakan.

3.4.2 Pembuatan Media *de Man, Rogosa, Sharpe* (MRS)

Sebanyak 55 g media *de Man, Rogosa, Sharpe* (MRS) ditimbang dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer berkapasitas 500 ml. Ke dalam erlenmeyer tersebut kemudian ditambahkan 1000 ml akuades. *Magnetic bar* dimasukkan, dan bagian ujung erlenmeyer ditutup menggunakan *aluminium foil*. Selanjutnya, media dipanaskan di atas *hotplate* selama 15 menit pada suhu 80°C. Setelah proses pemanasan selesai, media MRS dituangkan ke dalam tabung *corning* masing-masing sebanyak 9 ml per tabung. Media yang telah dimasukkan ke dalam tabung kemudian dimasukkan ke dalam plastik tahan panas dan di *autoklaf* selama 30 menit pada suhu 121°C.

3.4.3 Kultur *Lactobacillus casei* ATCC 393 PK/5

Media MRS yang telah diautoklaf di letakkan di dalam *laminar air flow*, kemudian lampu UV di nyalakan selama 15 menit. Setelah itu, sebanyak 90 ml bakteri *Lactobacillus casei* ATCC 393 PK/5 diambil menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke dalam tabung *corning*. Media MRS yang telah berisi bakteri kemudian di homogenkan menggunakan *vortex*. Selanjutnya tabung diberi label, bagian ujungnya dibungkus dengan *wrap*, dan media diinkubasi selama 24 jam. Menurut Subedi dan Shrestha (2020) mengatakan bahwa *Lactobacillus casei* ATCC 393 PK/5 berperan dalam meningkatkan pertumbuhan, efisiensi pakan, respon imun, ketahanan terhadap penyakit, serta kualitas lingkungan budi daya.

3.4.4 Kultur *Bacillus cereus* PTF

Kultur *Bacillus cereus* PTF disiapkan dengan menumbuhkan koloni tunggal pada media cair *Nutrient Broth* (NB) dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 30°C hingga mencapai kepadatan sekitar 10^7 CFU/mL. Kultur aktif tersebut kemudian digunakan sebagai inokulum dalam proses biokonversi alginat menjadi oligosakarida, dengan cara dicampurkan ke dalam larutan alginat dan di inkubasi selama 3 hari

dengan aerasi agar proses degradasi alginat berlangsung optimal.

3.4.5 Preparasi *Sargassum* sp.

Sargassum sp. diambil dari perairan Lampung, kemudian dicuci hingga bersih dan dianginkan sampai kering. Setelah kering, *Sargassum* sp. di keringkan kembali menggunakan oven pada suhu 40°C. Selanjutnya, rumput laut yang telah kering di halus kan menjadi serbuk dengan menggunakan blender.

3.4.6 Ekstraksi *Sargassum* sp.

Sargassum sp. yang telah di haluskan di timbang dan di rendam dalam larutan HCl 1% dengan perbandingan 1 : 2 antara bahan dan larutan selama 60 menit. Setelah perendaman, *Sargassum* sp. di tiriskan dan di bilas hingga bersih menggunakan air. Proses ekstraksi kemudian dilakukan dengan menggunakan larutan soda ash (Na₂CO₃) 2% melalui perebusan selama 60 menit pada suhu 60°C. Setelah proses perebusan selesai, ekstrak disaring menggunakan kain blacu, kemudian ditambahkan larutan KCl 0,13 M dan di biarkan selama 30 menit. Selanjutnya, larutan HCl 10% ditambahkan hingga mencapai pH 2–3 dan didiamkan selama 30 menit. Kemudian larutan dinetralkan menggunakan larutan NaOH hingga mencapai pH 7–8.

3.4.7 Pembuatan Oligosakarida Alginat (OSA)

Setelah proses ekstraksi selesai sebanyak 2 L alginat dan 20 ml bakteri *Bacillus cereus* PTF diambil, kemudian di campurkan ke dalam akuarium berkapasitas 15 L yang telah diberi aerasi. Campuran tersebut di inkubasi selama 3 hari (72 jam). Setelah masa inkubasi selesai, hasil yang diperoleh disimpan di dalam wadah tertutup.

3.4.8 Pencampuran Pakan

Pakan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan pakan PF800. Probiotik *Lactobacillus casei* dengan konsentrasi 10⁷ CFU/ml dan prebiotik alginat oligosakarida cair sebanyak dosis dicampurkan dengan cara disemprotkan pada pakan, menggunakan perekat berupa putih telur sebanyak 2%. Setelah proses pencampuran, pakan dikering-

kan dan dianginkan selama 1 jam untuk mengurangi kelembapan.

3.4.9 Pemeliharaan Gurame

Pemeliharaan benih gurami diawali dengan proses aklimatisasi selama 1 minggu dalam kontainer berkapasitas 45 liter dengan volume air 30 liter. Ukuran kontainer yang digunakan panjang 50 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 30 cm, dengan tinggi air efektif ± 20 cm. Ikan uji yang digunakan berukuran panjang $4,12 \pm 0,95$ cm dan berat $42,2 \pm 2,33$ g dengan kepadatan 15 ekor per kontainer. Selama pemeliharaan, ikan diberi pakan dengan *feeding rate* (FR) sebesar 5% dan bobot biomassa (Lampiran 3), yang diberikan sebanyak 3x sehari selama 30 hari masa pemeliharaan. Respon ikan terhadap pakan tergolong baik, dengan pakan yang selalu habis setiap pemberian, meskipun respon ikan kadang menunjukkan perilaku agak pasif sebelum akhirnya aktif makan. Selama periode pemeliharaan, tingkat kelangsungan hidup ikan mencapai 100%.

3.5 Parameter Penelitian

3.5.1 Pertumbuhan Berat Mutlak

Pertumbuhan berat mutlak (PBM) adalah parameter yang mengukur peningkatan berat gurame selama masa pemeliharaan (Zhou et al., 2022). Dalam penelitian pengaruh probiotik *Lactobacillus* sp. dan prebiotik alginat oligosakarida, PBM digunakan untuk menilai seberapa efektif pakan dimanfaatkan oleh ikan. Pertumbuhan berat mutlak selama penelitian dihitung menggunakan rumus di bawah ini (Santikawati et al., 2022) :

$$W = W_t - W_0$$

Keterangan :

W = Pertumbuhan berat mutlak (g)

W_t = Berat rata-rata akhir (g)

W₀ = Berat rata-rata awal (g)

3.5.2 Pertumbuhan Panjang Mutlak

Pertumbuhan panjang mutlak (PPM) merupakan selisih antara panjang akhir dan panjang awal ikan selama masa pemeliharaan. Parameter ini digunakan untuk mengetahui pengaruh pakan atau perlakuan terhadap peningkatan ukuran tubuh ikan. Pertumbuhan panjang mutlak selama penelitian dihitung menggunakan rumus di bawah ini (Mulqan et al., 2017) ;

$$P = L_t - L_o$$

Keterangan :

P = Pertumbuhan panjang mutlak (cm)

L_t = Panjang rata-rata akhir (cm)

L_o = Panjang rata-rata awal (cm)

3.5.3 Rasio Konversi Pakan

Rasio konversi pakan adalah ukuran yang menunjukkan berapa banyak pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan peningkatan berat ikan gurame (Balcázar et al., 2006). Dalam penelitian pengaruh probiotik *Lactobacillus* sp. dan prebiotik alginat oligosakarida, RPK digunakan untuk menilai seberapa efektif pakan dimanfaatkan oleh ikan. Rasio konversi pakan selama penelitian dihitung menggunakan rumus di bawah ini (Effendie, 2002) :

$$RKP = \frac{T}{W_t - W_o}$$

Keterangan :

RKP = Jumlah total pakan yang dikonsumsi

W_t = Berat rata rata akhir ikan (g)

W_o = Berat rata rata awal ikan (g)

3.5.4 Laju Pertumbuhan Harian

Laju pertumbuhan harian merupakan ukuran yang menunjukkan peningkatan berat badan benih gurame setiap hari selama masa pemeliharaan (Gatesoupe, 1999). Hal ini

sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa probiotik dan prebiotik dapat merangsang aktivitas enzim pencernaan dan meningkatkan penyerapan nutrisi, sehingga mempercepat pertumbuhan ikan (Dimitroglou et al., 2011). Laju pertumbuhan harian selama penelitian dihitung menggunakan rumus di bawah ini (Rumondang et al., 2023) :

$$LPH = \frac{(Wt - W_0)}{T}$$

Keterangan :

LPH = Laju pertumbuhan harian (g/hari)

Wt = Berat rata-rata ikan akhir (g)

W₀ = Berat rata-rata ikan awal (g)

3.5.5 Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik pada gurame menunjukkan kecepatan pertambahan bobot ikan per hari selama masa pemeliharaan. Laju pertumbuhan spesifik digunakan untuk menilai efisiensi pertumbuhan yang dipengaruhi oleh pakan, kualitas air, dan kondisi lingkungan. Semakin tinggi nilai LPS maka semakin baik performa pertumbuhan ikan, karena menunjukkan pemanfaatan nutrisi yang optimal. Laju pertumbuhan spesifik selama penelitian dihitung menggunakan rumus di bawah ini (Muchlisin et al, 2016) :

$$LPS = \frac{(\ln Wt - \ln W_0)}{T} \times 100\%$$

Keterangan :

LPS = Laju pertumbuhan spesifik (%/hari)

Wt = Berat rata-rata ikan akhir (g)

W₀ = Berat rata-rata ikan awal (g)

3.5.6 Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup adalah parameter penting dalam budi daya yang menunjukkan persentase ikan yang tetap hidup hingga akhir pemeliharaan. Pengaruh simbiotik probiotik *Lactobacillus casei* dan prebiotik alginat oligosakarida, TKH

digunakan untuk menilai efektivitas perlakuan dalam meningkatkan daya tahan tubuh ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) (Azizah, 2016). Penelitian sebelumnya menunjukkan probiotik maupun sinbiotik mampu meningkatkan kelangsungan hidup gurame hingga >90% (Ginting et al., 2025), dan alginat pada ikan lain juga terbukti mendukung imunitas serta *survival rate* (Iskandar et al., 2020). Tingkat kelangsungan hidup selama penelitian dihitung menggunakan rumus di bawah ini (FAO, 2011) :

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

Keterangan :

TKH = Tingkat kelangsungan hidup (%)

N_t = Jumlah ikan yang bertahan hidup

N_0 = Jumlah ikan awal

3.5.7 Analisis Proksimat

Parameter uji analisis proksimat yang digunakan pada penelitian ini meliputi kandungan air, abu, lemak, karbohidrat, dan protein dalam pakan yang digunakan. Parameter ini dilakukan untuk mengetahui kualitas nutrisi pakan yang diberikan kepada ikan, serta mengetahui bagaimana pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan. Pengujian proksimat dilakukan di Laboratorium Kimia Pengolahan dan Sensoris Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.

3.5.8 Histologi Usus

Metode histologi pada usus benih gurame menurut Natasya dkk. (2023) dilakukan dengan serangkaian tahapan preparasi jaringan untuk memperoleh gambaran struktur jaringan secara mikroskopis. Proses diawali dengan pengambilan sampel usus kemudian difiksasi menggunakan larutan formalin ($\pm 10\%$) untuk mempertahankan struktur jaringan dan mencegah autolisis. Selanjutnya dilakukan tahap dehidrasi menggunakan alkohol bertingkat untuk menghilangkan kandungan air, dilanjutkan dengan proses clearing (penjernihan) menggunakan xylol atau

toluol agar jaringan dapat diinfiltrasi parafin. Tahap berikutnya adalah embedding (penanaman dalam parafin), kemudian jaringan dipotong tipis menggunakan mikrotom ($\pm 4-5 \mu\text{m}$), ditempelkan pada kaca objek, dan dilakukan pewarnaan menggunakan Hematoxylin-Eosin (HE) sebelum diamati di bawah mikroskop. Pengujian Histologi usus dilakukan di Balai Veteriner Lampung, Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian.

3.5.9 Kualitas air

Kualitas air dilakukan sebagai penentu utama dalam keberhasilan pemeliharaan gurame karena memengaruhi angka tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*) dan laju pertumbuhan benih. Berdasarkan standar BSN (2000), benih gurame membutuhkan lingkungan dengan suhu yang stabil antara $25-30^{\circ}\text{C}$, karna sistem resirkulasi lebih baik dalam menjaga kestabilan suhu. Selain suhu, kadar oksigen terlarut yang ideal bagi pertumbuhan normal benih adalah di atas 5 ppm, dibawah 1 ppm bersifat mematikan. Di keasaman yang baik untuk gurame berkisar antara 6-8,5 dengan pertumbuhan optimal pada rentang 7-8, meskipun fluktuasi yang tidak terkendali dapat menghambat perkembangan benih. Kandungan amonia juga harus dijaga agar tetap rendah, yaitu di bawah 1 mg/l, karena zat ini bersifat toksik atau beracun bagi ikan.

3.6 Analisis Data

Data yang digunakan dari hasil penelitian ini berbasis kuantitatif. Analisis data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui berpengaruh nyata atau tidak berpengaruh nyata pemberian *Lactobacillus* sp. dan Alginat Oligosakarida pada berbagai dosis yang berbeda. Jika berbeda nyata dilanjutkan dengan *Uji Duncan* dengan tingkat kepercayaan 95% untuk menentukan perlakuan mana yang secara statistik berbeda secara nyata satu sama lain dan mengetahui perlakuan terbaik. Parameter yang diuji secara statistik meliputi pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, rasio konversi pakan, laju pertumbuhan harian, laju pertumbuhan spesifik, dan tingkat kelangs-

ngan hidup. Parameter yang diuji secara deskripsi meliputi uji proksimat, histologi usus, dan kualitas air.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh perlakuan tidak menunjukkan pengaruh yang nyata ($p > 0,05$) terhadap pertumbuhan gurame. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi probiotik *Lactobacillus casei* dan prebiotik oligosakarida alginat (OSA) yang diberikan belum mampu meningkatkan performa pertumbuhan secara signifikan. Oleh karena itu, tujuan penelitian untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi tersebut telah tercapai dalam bentuk pembuktian bahwa perlakuan yang diuji belum efektif dalam meningkatkan pembesaran gurame.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini selanjutnya perlu menambah durasi pemeliharaan yang lebih lama dan penambahan dosis agar efek pertumbuhan terlihat lebih nyata secara statistik dan mencoba variasi dosis untuk menemukan formulasi sinbiotik yang paling optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Afni, F. S., Purwaningsih, S., Nurilmala, M., & Peranginangin, R. (2017). Production of alginate oligosaccharides (AOS) as prebiotic ingredients through alginate lyase enzyme. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(1), 109–122. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i1.16498>
- Ahmad, I., Khan, M. A., & Javed, M. (2019). Dietary supplementation of probiotics and prebiotics improves growth and health status of fish: A review. *Aquaculture International*, 27(3), 789–805. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00384-7>
- Andriani, Y., Setiawati, M., & Sunarno, M. T. D. (2019). Diet digestibility and growth performance of giant gouramy juvenile, *Osphronemus goramy* fed on diet supplemented using glutamine. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1), 1–11. [10.32491/jii.v19i1.386](https://doi.org/10.32491/jii.v19i1.386)
- Arief, M. (2023). Sinbiotik sebagai pendukung sistem imun ikan budidaya. *Jurnal Ilmu Gizi dan Akuakultur*, 5(3), 148-155.
- Arisandy, T. (2016). Pemanfaatan *Sargassum sp.* sebagai bahan baku pakan ikan gurame (*Osphronemus goramy*) (No Publikasi 86100)[Skripsi, Institut Pertanian Bogor]. IPB Repository.
- Azizah, I. M. (2016). Pengaruh penambahan alginat oligosakarida (AOS) ekstrak *Turbinaria decurrens* terhadap pertumbuhan bakteri probiotik (No Publikasi 151293)[Skripsi, Universitas Brawijaya]. UB Repository.
- AOAC. (2005). *Official methods of analysis of AOAC International* (18th ed.). Gaithersburg, MD: AOAC International.
- Balcázar, J. L., de Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Vendrell, D., Gironés, O., & Múzquiz, J. L. (2006). The role of probiotics in aquaculture. *Veterinary Microbiology*, 114(3–4), 173–186. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.01.009>

- Balcázar, J. L., de Blas, I., Ruiz-Zarzuela, I., Vendrell, D., Gironés, O., & Múzquiz, J. L. (2010). The role of probiotics and prebiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 302(1–2), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.02.012>
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 01-6485.3-2000: Produksi benih ikan gurame (Osphronemus goramy)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bhatnagar, A., & Devi, P. 2013. Water quality guidelines for the management of pond fish culture. *International Journal of Environmental Sciences*, 3(6): 1980–2009. <https://doi.org/10.6088/ijes.2013030600019>
- Bindels, L. B., Delzenne, N. M., Cani, P. D., & Walter, J. (2015). Towards a more comprehensive concept for prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 12(5), 303–310. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2015.47>
- Bindu, M. S., & Sobha, V. (2004). Conversion efficiency and nutrient digestibility of certain seaweed diets by laboratory reared *Labeo rohita* (Hamilton). *Indian Journal of Experimental Biology*, 42(12), 1239–1244.
- Boyd, C.E., & Tucker, C.S. 2012. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Springer science business media, New York .pp.700, 10.1007/978-1-4615-5407-3.
- Dimitroglou, A., Merrifield, D. L., Moate, R., Davies, S. J., Spring, P., Sweetman, J., & Bradley, G. (2011). Dietary mannan oligosaccharide supplementation modulates intestinal microbial ecology and improves gut morphology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Animal Science*, 89(6), 2433–2441. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3474>
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2008). *Fennema's Food Chemistry* (4th ed.). Boca Raton, FL: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420028010>
- Effendie, M.I. (2002). *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara.
- El-Sayed, A. F. M. (2006). *Tilapia culture*. CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9780851990137.0000>
- Eliyani, Y., Widanarni, & Wahjuningrum, D. (2013). Pemberian probiotik *Lactobacillus brevis* dan prebiotik oligosakarida pada benih patin siam (*Pangasionodon hypophthalmus*) yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 8(2), 241–251. <https://doi.org/10.15578/jra.8.2.2013.241-251>
- FAO. (2011). *Cultured aquatic species information programme: Oreochromis*

niloticus. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5110.1363>

Fachri, M., Amoah, K., Huang, Y., Cai, J., Alfatat, A., Ndandala, C. B., Shija, V. M., Jin, X., Bissih, F., & Chen, H. (2024). Probiotics and paraprobiotics in aquaculture: a sustainable strategy for enhancing fish growth, health and disease prevention-a review. *Frontiers in Marine Science*, *11*, 1499228. [10.3389/fmars.2024.1499228](https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1499228)

Fitriyanto, A. N., Ediyanto, & Gultom, V. D. N. (2020). Efektifitas penambahan probiotik terhadap pertumbuhan, FCR dan sintasan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmiah Satya Minabahari*, *5*(2), 73–84. <https://doi.org/10.53676/jism.v5i2.81>

Froese, R., & Pauly, D. (Eds.). (2024). *FishBase*. World Wide Web electronic publication. <https://www.fishbase.org>

Fitriyanto, A., Ediyanto, N., & Gultom, V. (2020). Efektifitas penambahan probiotik terhadap pertumbuhan, fcr dan sintasan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmiah Satya Minabahari*, *5*(2), 73-84. <https://doi.org/10.53676/jism.v5i2.81>

Fellows P. J.. (2009). *Food processing technology: Principles and Practice* (3rd ed.). Cambridge: Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781845696344>

Fennema, O.R. (Ed.). 1996. *Food Chemistry*. 3rd Edition. Marcel Dekker, Inc.

Gatesoupe, F. J. (1999). The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, *180*(1–2), 147–165. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00187-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00187-8)

Gatesoupe, F. J. (2007). Live yeasts in the gut: Natural occurrence, dietary introduction, and their effects on fish health and development. *Aquaculture*, *267*(1–4), 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.01.009>

Gazali, H. (2018). Efek antioksidan alga-nat pada kesehatan ikan air tawar. *Jurnal Bioteknologi Kelautan*, *7*(2), 120–135.

Ghosh, K., Mukherjee, S. C., & Ray, A. K. (2020). Effect of probiotic *Lactobacillus* sp. and prebiotic alginate on growth and immune response of freshwater fish. *Aquaculture Nutrition*, *26*(3), 789–799. <https://doi.org/10.1111/anu.13045>

Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *The Journal of Nutrition*, *125*(6), 1401–1412. <https://doi.org/10.1093/jn/125.6.1401>

- Ginting, M. E. S., & Istiqomah, I. (2025). Pengaruh penambahan probiotik dan sinbiotik pada pakan terhadap sintasan dan pertumbuhan ikan gurami (*Osphronemus goramy*) (No Publikasi 250676)[Skripsi, Universitas Gadjah Mada]. UGM Repository.
- Hai, N. V. (2015). The use of probiotics in aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*, 119(4), 917–935. <https://doi.org/10.1111/jam.12886>
- Hadi, S., Junaidi, M., & Lestari, D. P. (2022). Stages of gurami (*Osphronemus gouramy*) embryogenesis at different temperature for 48 Hours. *Indonesian Journal of Aquaculture Medium*, 2(2), 177–189. <https://doi.org/10.29303/mediakuakultur.v2i2.1417>
- Hasan, M. T. 2021. Effects of water quality parameters on fish growth in aquaculture systems: a review. *Aquaculture Reports*, 17(1), 180–187. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100659>
- Halim, A., Rahman, M. M., & Hossain, M. (2023). Nutritional value of *Sargassum polycystum* as a feed supplement in aquaculture. *Aquaculture Research*, 54(2), 456–465. <https://doi.org/10.1111/are.16145>
- Hamka, M., Meryandini, A., Widanarni, W., & Kurniaji, A. (2021). Efek probiotik *bacillus megaterium* ptb 1.4 dan *pediococcus pentosaceus* e2211 terhadap repons imun dan kelangsungan hidup ikan lele (*clarias* sp.) selama uji tantang aeromonas hydrophila. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(3), 567–577. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.03.9>
- Hanum, S., Suminto, & Diana, C. (2017). Pengaruh penambahan Probio-7 pada pakan buatan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 1(1), 10–20.
- Hidayat, A. (2021). Evaluasi efisiensi pakan alami pada budidaya ikan gurame. *Jurnal Teknologi Perikanan*, 12(3), 145–158.
- Hidayati, J. R., Yudiati, E., Pringgenies, D., Arifin, Z., & Oktavianti, D. T. (2019). Total phenolic compound and pigment contents of tropical *Sargassum* sp. extract macerated in different solvents polarity. *Jurnal Kelautan Tropis*, 22(1), 73–80. <https://doi.org/10.14710/jkt.v22i1.4404>
- Indra, T. (2013). Adaptasi dan biologi ikan gurame di perairan tawar Indonesia. *Jurnal Perikanan Indonesia*, 15(2), 45–56.
- Iskandar, A., Sari, D. W., & Yuniarti, A. (2020). Effect of dietary alginate supplementation on growth performance, immunity, and survival of catfish (*Clarias*

- sp.) challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture Research*, 51(9), 3776–3785. <https://doi.org/10.1111/are.14700>
- Juanda, S. J., & Edo, S. I. (2022). Histopatologi organ usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diambil dari pembudidayaan ikan di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan*, 1(2), 20-24. <https://doi.org/10.35726/jvip.v1i2.727>
- Kurniaji, A., Yunarty, Y., Anton, A., Usman, Z., Wahid, E., & Rama, K. (2021). Pertumbuhan dan konsumsi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipelihara dengan sistem bioflok. *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 5(2), 197–203. <https://doi.org/10.14710/sat.v5i2.11824>
- Kristanto, A. H., Slembrouck, J., Subagja, J., & Pouyaud, L. (2021). Fluctuating temperature regime impairs growth in giant gourami (*Osphronemus goramy*) larvae. *Aquaculture*, 539, 736606. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736606>
- Khani, M. (2018). Faktor nutrisi dan dampaknya terhadap laju pertumbuhan ikan air tawar. *Jurnal Akuakultur Internasional*, 25(4), 210–225.
- Kumar, V., Kumar, S., & Singh, R. (2021). Impact of dietary probiotics and prebiotics on growth and immune response of fish: A review. *Fish & Shellfish Immunology*, 112, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2021.01.012>
- Li, X., Zhang, Y., & Wang, Q. (2020). Synergistic effects of probiotics and prebiotics on growth performance and intestinal microbiota of fish. *Aquaculture Nutrition*, 26(5), 1500–1510. <https://doi.org/10.1111/anu.13056>
- Ma'arif, S. (2017). *Potensi ekonomi dan ekspor ikan gurame di pasar domestik dan internasional*. Prosiding Seminar Nasional Perikanan Berkelanjutan (hlm. 112–125). Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Merrifield, D. L., & Ringø, E. (Eds.). (2014). *Aquaculture nutrition: Gut health, probiotics and prebiotics*. Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118897263>
- Merrifield, D. L., Dimitroglou, A., Foey, A., Davies, S. J., Baker, R. T. M., Bøgwald, J., Castex, M., & Ringø, E. (2010). The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. *Aquaculture*, 302(1–2), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.02.007>
- Muchlisin, Z. A., Muhammadar, A. A., Fadli, N., Arisa, I. I., & Siti-Azizah, M. N. (2016). Growth performance and feed utilization of keureling fish fed

- formulated diet. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 51(3), 890-905. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4181.0803>
- Mulqan, M., Rahimi, S. A. E., & 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.
- Nandeesh, M. C., & Varghese, T. J. (2000). Growth performance and feed utilization of Indian major carps. *Aquaculture Research*, 31(3), 263–269. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2000.00423>.
- National Research Council. (2011). Nutrient requirements of fish and shrimp. *Washington, DC: National Academies Press*. <https://doi.org/10.17226/13039>
- Natasya, N. S. T., Nazlia, S., & Almuqaramah, T. H. (2023). Histologi usus ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) yang diberi arang aktif tulang ikan tuna (*Thunnus sp*) pada pakan, 3(11), 1072–1078. <https://doi.org/10.59141/cerdika.v3i11.702>
- Nayak, S. K. (2010). Probiotics and immunity: A fish perspective. *Fish & Shellfish Immunology*, 29(1), 2–14. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2010.02.017>
- Nayak, S. K. (2010). Probiotik dalam pengendalian patogen ikan. *Fish & Shellfish Immunology*, 29(6), 1071–1080. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2010.09.017>
- Ningsih, T. R., Redjeki, E. S., & Luthfiyah, S. (2018). Pemberian Berbagai Dosis Probiotik pada Pakan terhadap Pertumbuhan dan FCR Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) dengan Sistem Polikultur. *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 1(2), 17–21. <https://doi.org/10.30587/jpp.v1i2.462>
- Nurhayati, S. (2022). Pengaruh dosis sinbiotik terhadap kesehatan saluran pencernaan ikan gurami. *Jurnal Ilmu Perikanan*, 18(2), 112-120.
- Nurrohmah, M., & Yuhana, M. (2018). Aplikasi probiotik *Bacillus BR2*, prebiotik MOS, dan sinbiotik untuk pencegahan infeksi *Aeromonas hydrophila* pada benih gurame (*Osphronemus goramy*) (No Publikasi 96705)[*Skripsi*, IPB University]. IPB Repository.
- Nuraida, L., Mardiana, N. R., Faridah, D. N., & Hana. (2011). Metabolisme prebiotik oleh kandidat probiotik isolat ASI sebagai dasar pengembangan produk sinbiotik. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 22(2), 156–163. <https://journal.ipb.ac.id/jtip/article/view/4271>
- Nirmala, K., & Rasmawan. (2010). Kinerja pertumbuhan ikan gurame (*Osphronemus*

- goramy Lac.) yang dipelihara pada media bersalinitas dengan paparan medan listrik. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 9(1), 46–55.
<https://doi.org/10.19027/jai.9.46-55>
- Oktaviana, A., & Febriani, D. (2023). Aplikasi sinbiotik dengan sumber prebiotik berbeda pada udang windu. *Sains Akuakultur Tropis*, 7(2), 214–220.
<https://doi.org/10.14710/sat.v7i2.19828>
- Pratiwi, R., & Nugroho, B. (2019). Dampak infeksi bakteri pada populasi ikan gurame di sistem budidaya intensif. *Jurnal Kesehatan Ikan*, 8(1), 67–78.
- Prasetyo, D., Zubaidah, A., & Noviana, V. (2019). Growth performance of wader cakul juvenile (*Puntius binotatus*) with different stocking density. (*Indonesian Journal of Tropical Aquatic*), 2(1), 40–45. 10.22219/ijota.v2i1.10965.
- Rahman, F. (2022). *Strategi inovasi berkelanjutan untuk budidaya ikan air tawar di Indonesia*. In Buku Ajar Perikanan Modern, pp 200–215. Yogyakarta: Penerbit Universitas Gadjah Mada.
- Rajauria, G., García-Vaquero, M., O'Doherty, J. V., & Sweeney, T. (2017). Polysaccharides from macroalgae: Recent advances, innovative technologies and challenges in extraction and purification. *Food Research International*, 99, 1011–1020. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.11.016>
- Rani, A. (2021). Kombinasi prebiotik dan probiotik untuk kesehatan usus ikan. *Journal of Applied Aquaculture*, 33(1), 45–60.
<https://doi.org/10.1080/10454438.2021.1874934>
- Ringø, E., Hoseinifar, S. H., Ghosh, K., Van Doan, H., Beck, B. R., & Song, S. K. (2018). Lactic acid bacteria in finfish An update. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1818. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01818>.
- Rumondang, A., Huda, M. A., Karsih, O. R., & Pridayem, P. (2023). Efektivitas tinggi air terhadap specific growth rate (SGR) dan survival rate (SR) benih ikan dewa (*Tor sp*) pada wadah terkontrol. *Jurnal Perikanan*, 13(4), 1084– 1092.
<https://doi.org/10.29303/jp.v13i4.693>
- Santikawati, S., Sitinjak, L., & Waruwu, R. A. (2022). Pengaruh perbedaan suhu terhadap laju pertumbuhan spesifik dan tingkat kelulushidupan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan teknologi manipulasi photoperiode. *Jurnal Penelitian dan Terapan Perikanan dan Kelautan*, 10(10), 1-9.
<https://doi.org/10.1111/are.14314>
- Sari, D. P., Putra, R. A., & Nugroho, A. (2021). Effect of dietary alginate oligosaccharide supplementation on growth performance, immune response, and dis-

- ease resistance of gourami (*Osphronemus goramy*). *Aquaculture Nutrition*, 27(4), 1023–1032. <https://doi.org/10.1111/anu.13245>
- Sari, D. (2020). Inovasi teknologi budidaya ikan gurame untuk produktivitas berkelanjutan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 19(1), 78–89.
- Sari, R., Gazali, M., & Hidayati, N. (2020). Penggunaan probiotik dalam budidaya ikan air tawar. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 19(1), 45–53. <https://doi.org/10.19027/jai.19.1.45-53>
- Sanoviq, R. M., AS, A. P., Hanisah, & Sakdiah, M. (2024). Aplikasi probiotik dalam pakan komersil pada pemeliharaan bawal (*Colossoma macropomum*) di kolam terpal. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan*, 6(1), 16–22. <https://doi.org/10.55542/mahseer.v6i1.802>
- Setyawan, A., Supono, Safitri, Y. B., Hudaidah, S., & Fidyandini, H. P. (2020). Suplementasi kalsium alginat *Sargassum* sp. dari perairan Lampung untuk memicu respon imun *Penaeus vannamei*. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XVII Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan* (pp. 41–47). Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sharma, V. (2021). Strategi sinbiotik untuk budidaya berkelanjutan. *Reviews in Aquaculture*, 13(4), 1120–1135. <https://doi.org/10.1111/raq.12488>
- Sutrisno, D. (2017). The Development of marine spatial planning and its application for floating fish net culture. *Geoplanning: Journal of Geomatics and Planning*, 4(1), 41–52. <https://doi.org/10.14710/geoplanning.4.1.41-52>
- Smith, J. A. (2015). Analisis faktor lingkungan pada pertumbuhan ikan. *Journal of Fish Biology*, 87(2), 345–362. <https://doi.org/10.1111/jfb.12723>
- Suminto, & Chilmawati, D. (2021). Pengaruh probiotik komersial pada pakan buatan terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan, dan kelangsungan hidup benih gurame (*Osphronemus goramy* D35–D75). *Saintek Perikanan*, 11(1), 11–16. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/saintek/article/view/10557>
- Subaryono, S., Perangiangan, R., Suhartono, M. T., & Zakaria, F. R. (2017). Imuno-modulator activity of alginate oligosaccharides from alginate *Sargassum crassifolium*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(1), 63–73. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i1.16434>
- Subedi, B., & Shrestha, A. (2020). A review: Application of probiotics in aquaculture. *International Journal of Forest, Animal and Fisheries Research*, 4(5), 52–60. <https://doi.org/10.22161/ijfaf.4.5.1>

- Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, 285(1-4), 146–158. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.015>
- Tallapragada, P., Rayavarapu, B., Priyanka, P.R., Niranjana, N.R., & Pavitra, P.V. (2018). Screening of potential probiotic lactic acid bacteria and production of amylase and its partial purification. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 16(2): 357–362. [10.1016/j.jgeb.2018.03.005](https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2018.03.005).
- Tazkia, G. R., Subandiyono, & Hastuti, S. D. (2018). Application of alginate extracted from *Sargassum* sp. as an immunostimulant to increase resistance of catfish (*Clarias* sp.) against *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Perikanan UGM*, 20(2), 65–74. <https://doi.org/10.22146/jfs.37532>
- Telaumbanua, B., Telaumbanua, P., Lase, N., & Dawolo, J. (2023). Penggunaan probiotik em4 pada media budidaya ikan: review. *Triton Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*, 19(1), 36-42. <https://doi.org/10.30598/tritonvol19issue1page36->
- Wang, Y., Li, X., Guo, Y., & Li, J. (2021). Probiotics as functional feed additives in aquaculture: a review on recent advances. *Aquaculture Reports*, 21, 100904. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100904>
- Widodo, S. (2018). *Analisis pasar dan ekspor produk perikanan air tawar: Kasus ikan gurame*. Laporan Penelitian Ekonomi Perikanan. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Zhang, P., Tang, F., Cai, W., Zhao, X., & Shan, C. (2022). Evaluating the effect of lactic acid bacteria fermentation on quality, aroma, and metabolites of chickpea milk. *Frontiers in Nutrition*, 9:1069714. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1069714>
- Zhang, Q., Ma, R., Li, Y., & Wang, C. (2022). Synergistic effects of synbiotics on growth performance, immunity, and intestinal microbiota in aquaculture species. *Aquaculture*, 548, 737625. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737625>
- Zhou, X., Wang, Y., & Li, J. (2022). Effects of combined probiotics and prebiotics on growth performance and gut health of freshwater fish: A meta analysis. *Aquaculture Reports*, 23, 101027. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101027>
- Zokaeifar, H., Balcázar, J. L., Saad, C. R., & Irianto, A. (2013). Effects of alginate oligosaccharides on growth performance and immune response of fish. *Fish &*

Shellfish Immunology, 35(6), 1947–1953.
<https://doi.org/10.1016/j.fsi.2013.09.021>