

**RESPON PERUBAHAN JARINGAN USUS, HATI, DAN GINJAL IKAN
GABUS (*Channa striata*) DENGAN PEMBERIAN PROBIOTIK *Bacillus* sp.
DALAM PAKAN BERBASIS PROTEIN NABATI**

SKRIPSI

Oleh

**EFRIYANI NUR FADDILLA
NPM 2114111029**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2025**

**RESPON PERUBAHAN JARINGAN USUS, HATI, DAN GINJAL IKAN
GABUS (*Channa striata*) DENGAN PEMBERIAN PROBIOTIK *Bacillus* sp.
DALAM PAKAN BERBASIS PROTEIN NABATI**

Oleh

EFRIYANI NUR FADDILLA

Skripsi

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

Pada

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



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2025**

ABSTRAK

RESPON PERUBAHAN JARINGAN USUS, HATI, DAN GINJAL IKAN GABUS (*Channa striata*) DENGAN PEMBERIAN PROBIOTIK *Bacillus* sp. DALAM PAKAN BERBASIS PROTEIN NABATI

Oleh

EFRIYANI NUR FADDILLA

Pakan merupakan faktor penting bagi pertumbuhan, perkembangan, dan kelangsungan hidup ikan. Peningkatan pesat akuakultur mendorong tingginya permintaan tepung ikan sebagai sumber protein hewani, sehingga diperlukan alternatif pengganti. *Distillers Dried Grain with Solubles* (DDGS) menjadi salah satu sumber protein nabati potensial, namun memiliki kandungan serat tinggi dan asam amino rendah. Untuk mengoptimalkan penyerapan nutrisi, ditambahkan taurin dan probiotik *Bacillus* sp. yang berperan meningkatkan kesehatan organ vital ikan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh probiotik *Bacillus* sp. pada pakan berbasis DDGS terhadap struktur jaringan usus, hati, dan ginjal ikan gabus (*Channa striata*). Penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan dan tiga ulangan, yaitu penambahan probiotik *Bacillus* sp. dengan dosis berbeda pada pakan berformula DDGS 20% + taurin 1,5%: 0 ml/kg (P1), 15 ml/kg (P2), 30 ml/kg (P3), dan 45 ml/kg (P4). Ikan uji berbobot awal $49,2 \pm 0,47$ g dipelihara selama 60 hari. Parameter yang diamati meliputi laju pertumbuhan harian, indeks viscerasomatik, indeks hepatosomatik, serta histopatologi usus, hati, dan ginjal. Hasil menunjukkan perbedaan nyata pada indeks viscerasomatik, laju pertumbuhan harian, dan histopatologi usus. Nilai tertinggi indeks viscerasomatik terdapat pada P4 (6,10%), laju pertumbuhan harian terbaik pada P3 (4,65%), dan histopatologi usus terbaik pada P3 dengan kerusakan edema terendah (0,67%). Indeks hepatosomatik, histopatologi hati, dan ginjal tidak berbeda nyata antar perlakuan. Pemberian probiotik *Bacillus* sp. 30 ml/kg pakan terbukti mampu mengurangi perubahan struktur jaringan usus, tetapi belum mampu mengurangi perubahan struktur jaringan hati dan ginjal ikan yang diberi pakan berbasis protein nabati.

Kata Kunci: *Distillers Dried Grain with Solubles*, Histopatologi, Probiotik.

ABSTRACT

RESPONSE OF CHANGES IN INTESTINAL, LIVER, AND KIDNEY TISSUE OF SNAKEHEAD FISH (*Channa striata*) WITH PROBIOTIC PROVISION *Bacillus* sp. IN PLANT-BASED PROTEIN FEED

By

EFRIYANI NUR FADDILLA

Feed is an important factor for the growth, development, and survival of fish. The rapid increase in aquaculture has driven high demand for fish meal as a source of animal protein, so alternatives are needed. *Distillers Dried Grain with Solubles* (DDGS) is one potential source of vegetable protein, but it has a high fiber content and low amino acids. To optimize nutrient absorption, taurine and probiotic *Bacillus* sp. are added which play a role in improving the health of vital fish organs. This study aims to evaluate the effect of probiotic *Bacillus* sp. in DDGS-based feed on the structure of intestinal tissue, liver, and kidney of snakehead fish (*Channa striata*). The study used a Completely Randomized Design method with four treatments and three replications, namely the addition of probiotic *Bacillus* sp. with different doses in feed formulated with 20% DDGS + 1.5% taurine: 0 ml/kg (P1), 15 ml/kg (P2), 30 ml/kg (P3), and 45 ml/kg (P4). Test fish with an initial weight of 49.2 ± 0.47 g were reared for 60 days. Observed parameters included daily growth rate, viscerasomatic index, hepatosomatic index, and histopathology of the intestine, liver, and kidney. The results showed significant differences in the viscerasomatic index, daily growth rate, and intestinal histopathology. The highest viscerasomatic index value was found in P4 (6.10%), the best daily growth rate was in P3 (4.65%), and the best intestinal histopathology was in P3 with the lowest edema damage (0.67%). The hepatosomatic index, liver histopathology, and kidney histopathology did not differ significantly between treatments. Administration of the probiotic *Bacillus* sp. 30 ml/kg of feed was shown to reduce changes in intestinal tissue structure, but was unable to reduce changes in liver and kidney tissue structure in fish fed a plant-based protein feed.

Keywords: *Distillers Dried Grain with Solubles*, Histopathology, Probiotics.

Judul : RESPON PERUBAHAN JARINGAN USUS,
HATI, DAN GINJAL IKAN GABUS (*Channa
striata*) DENGAN PEMBERIAN PROBIOTIK
Bacillus sp. DALAM PAKAN BERBASIS
PROTEIN NABATI.

Nama : Efriyani Nur Faddilla

Nomor Pokok Mahasiswa : 2114111029

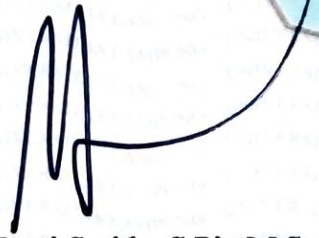
Program Studi : Budidaya Perairan

Jurusan : Perikanan dan Kelautan

Fakultas : Pertanian

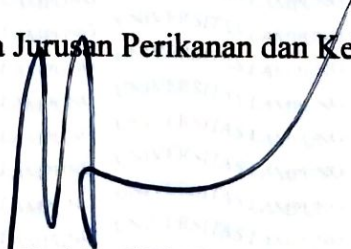


1.Komisi Pembimbing


Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198309232006042001


Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si.
NIP.199001282019032018

2.Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

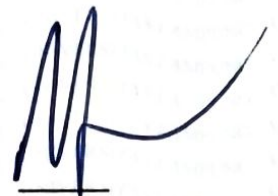

Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198309232006042001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

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

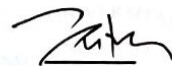


Sekretaris

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



Penguji Bukan Pembimbing : Dr. Yudha Trinoegraha, A., S.Pi., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Katswana Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal lulus ujian skripsi : 19 Juli 2025



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 **“Respon Perubahan Jaringan Usus, Hati, dan Ginjal Ikan Gabus (*Channa striata*) Dengan Pemberian Probiotik *Bacillus* sp. Dalam Pakan Berbasis Protein Nabati”** 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, 21 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan



Efriyani Nur Faddilla
NPM. 2114111029

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Seputih Surabaya, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung, pada tanggal 28 April 2003 sebagai anak pertama dari Bapak Epi Sutrisno dan Ibu Sunarni. Penulis menempuh pendidikan formal dari Taman Kanak-kanak Aisiyah Gaya 1 dan lulus pada tahun 2009, lalu melanjutkan pendidikan dasar di SD Negeri 1 Gaya Baru 1 dan lulus pada Tahun 2015, dilanjutkan dengan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 2 Seputih Surabaya dan lulus pada Tahun 2018 dan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Seputih Surabaya dan lulus pada Tahun 2021.

Penulis diterima sebagai mahasiswa pada Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021 melalui jalur SBMPTN. Penulis aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (HIMAPIK) sebagai anggota pada periode 2022-2023.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Lebu Dalem, Kecamatan Menggala Timur, Kabupaten Tulang Bawang. Penulis mengikuti kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) sekaligus penelitian di Laboratorium Perikanan dan Kelautan Universitas Lampung dengan Judul Respon Perubahan Jaringan Usus, Hati, dan Ginjal Ikan Gabus (*Channa striata*) dengan Pemberian Probiotik *Bacillus* sp. dalam Pakan Berbasis Protein Nabati.

Skripsi ini saya persembahkan sepenuhnya kepada dua orang hebat dalam hidup saya, Bapak Epi Sutrisno dan Ibu Sunarni. Keduanya yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa mendapat gelar sarjana.

UCAPAN TERIMA KASIH

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

Skripsi dengan judul “*Respon Perubahan Jaringan Usus, Hati, dan Ginjal Ikan Gabus (Channa striata) dengan Pemberian Probiotik Bacillus sp. dalam Pakan Berbasis Protein Nabati*” 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 FP Unila;
2. LPPM Unila untuk Hibah Riset MBKM DIPA BLU UNILA;
3. Limin Santoso. S.Pi., M.Si. selaku ketua MBKM Riset;
4. Munti Sarida, S.Pi. M.Sc. Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan dan Dosen Pembimbing Utama;
5. Hilma Putri Fidyandini, S.Pi., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris dan Dosen Pembimbing Akademik;
6. Dr. Yudha Trinoegraha, A., S.Pi., M.Si. selaku Dosen Penguji Utama;
7. Kedua orang tua Bapak Epi Sutrisno dan Ibu Sunarni.

Bandar Lampung, 19 Juli 2025

Efriyani Nur Faddilla

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pikir	3
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Gabus (<i>Channa striata</i>)	8
2.2 Kebutuhan Nutrisi Ikan Gabus (<i>C. striata</i>)	9
2.3 Pakan Ikan	9
2.4 <i>Distillers Dried Grains with Solubles</i> (DDGS)	10
2.5 Taurin	11
2.6 Probiotik	11
2.7 Histopatologi Ginjal Ikan Gabus (<i>C. striata</i>)	12
2.8 Histopatologi Usus Ikan Gabus (<i>C. striata</i>)	13
2.9 Histopatologi Hati Ikan Gabus (<i>C. striata</i>)	14
III. METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat	16
3.1.1 Waktu Penelitian	16
3.1.2 Tempat Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Rancangan Penelitian	18
3.4 Prosedur Penelitian	18
3.4.1 Pembuatan Pakan	19
3.4.2 Persiapan Wadah dan Media Pemeliharaan	20
3.4.3 Persiapan Ikan Uji	20
3.4.4 Pemeliharaan Ikan	21
3.5 Sampling dan Variabel Penelitian	21
3.5.1 Indeks Hepatosomatik	21
3.5.2 Indeks Viscerasomatik	22
3.5.3 Laju Pertumbuhan Harian	22
3.5.4 Perubahan Jaringan Usus, Hati, dan Ginjal	22
3.6 Analisis Data	23

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil.....	24
4.1.1 Kandungan Nutrisi Pakan Uji	24
4.1.2 Indeks Hepatosomatik.....	24
4.1.3 Indeks Viscerasomatik	25
4.1.4 Laju Pertumbuhan Harian	25
4.1.5 Histopatologi Usus Ikan Gabus (<i>C. striata</i>).....	26
4.1.6 Histopatologi Hati Ikan Gabus (<i>C.striata</i>)	27
4.1.7 Histopatologi Ginjal Ikan Gabus (<i>C. striata</i>).....	28
4.2 Pembahasan	29
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	34
5.1 Simpulan.....	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan nutrisi tepung <i>distillers dried grain with solubles</i> (DDGS).	10
2. Nama alat, spesifikasi, merek dan kegunaan.	16
3. Nama bahan, spesifikasi, merek, dan kegunaan.....	17
4. Formulasi pakan uji.....	20
5. Kandungan nutrisi pakan uji.	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir kerangka pikir penelitian	5
2. Ikan gabus (<i>C. striata</i>)	8
3. Bagian ginjal dan kerusakan jaringan ginjal ikan gabus (<i>C. striata</i>)	13
4. Kerusakan jaringan usus ikan gabus (<i>C. striata</i>)	14
5. Bagian hati dan kerusakan jaringan hati ikan gabus (<i>C. striata</i>)	15
6. Tata letak kolam penelitian	19
7. Indeks hepatosomatik pakan ikan gabus (<i>C. striata</i>) dengan penambahan probiotik <i>Bacillus</i> sp. dalam pakan	25
8. Indeks viscerasomatik ikan gabus (<i>C. striata</i>) dengan penambahan probiotik <i>Bacillus</i> sp. dalam pakan	25
9. Laju pertumbuhan harian ikan gabus (<i>C. striata</i>) dengan penambahan probiotik <i>Bacillus</i> sp. dalam pakan	26
10. Histopatologi usus ikan gabus (<i>C. striata</i>) dengan penambahan probiotik <i>Bacillus</i> sp. dalam pakan	27
11. Histopatologi hati ikan gabus (<i>C. striata</i>) dengan penambahan probiotik <i>Bacillus</i> sp. dalam pakan	28
12. Histopatologi ginjal ikan gabus (<i>C. striata</i>) dengan penambahan probiotik <i>Bacillus</i> sp. dalam pakan	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Uji normalitas dan tabel sidik ragam Anova untuk pengaruh perlakuan pakan protein nabati dengan penambahan probiotik <i>Bacillus</i> sp. terhadap laju pertumbuhan harian ikan gabus (<i>C. striata</i>).....	42
2. Uji normalitas dan tabel sidik ragam Anova untuk pengaruh perlakuan pakan protein nabati dengan penambahan probiotik <i>Bacillus</i> sp. terhadap Indeks hepatosomatik (<i>C.striata</i>).....	43
3. Uji normalitas dan tabel sidik ragam Anova untuk pengaruh perlakuan pakan protein nabati dengan penambahan probiotik <i>Bacillus</i> sp. terhadap indeks viscerasomatik (<i>C. striata</i>).....	44
4. Uji normalitas dan tabel sidik ragam Anova untuk pengaruh perlakuan pakan protein nabati dengan penambahan probiotik <i>Bacillus</i> sp. terhadap histopatologi usus ikan gabus (<i>C. striata</i>).....	45
5. Tabel sidik ragam Anova untuk pengaruh perlakuan pakan protein nabati dengan penambahan probiotik <i>Bacillus</i> sp. terhadap histopatologi hati ikan gabus (<i>C. striata</i>).....	47
6. Tabel sidik ragam Anova untuk pengaruh perlakuan pakan protein nabati dengan penambahan probiotik <i>Bacillus</i> sp. terhadap histopatologi ginjal ikan gabus (<i>C. striata</i>).....	48
7. Hasil gambar histopatologi usus ikan gabus (<i>C. striata</i>)	49
8. Hasil gambar histopatologi hati ikan gabus (<i>C. striata</i>)	50
9. Hasil gambar histopatologi ginjal ikan gabus (<i>C. striata</i>)	51

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Budi daya perikanan di Indonesia, khususnya ikan lokal memiliki potensi besar untuk dikembangkan. Salah satu jenis ikan lokal yang memiliki nilai ekonomis tinggi yaitu ikan gabus (*Channa striata*). Ikan gabus memiliki harga jual sekitar Rp40.000 – Rp60.000 / kg (Shasia et al., 2021). Produksi ikan gabus di Indonesia tercatat pada tahun 2021 mencapai 117.624 ton, jumlah tersebut mengalami kenaikan 5,63% dibandingkan pada tahun 2020 yaitu sebanyak 111.359 ton (KKP, 2022). Ikan gabus merupakan ikan karnivora yang membutuhkan kandungan protein sebesar 45%, kandungan lemak tidak lebih dari 8%, dan karbohidrat berkisar antara 66 – 82% (Mardhiyyah et al., 2023). Pakan berbahan dasar tepung ikan menjadi pilihan utama untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan karnivora. Pesatnya perkembangan akuakultur telah menyebabkan meningkatnya permintaan tepung ikan, namun sumber daya tepung ikan yang terbatas dan memiliki harga yang mahal. Oleh karena itu, perlu mencari sumber protein baru untuk mengurangi penggunaan tepung ikan (Seviana et al., 2023). Salah satu alternatif protein yang dapat digunakan yaitu *distillers dried grain with solubles* (DDGS) yang merupakan fermentasi dari tepung jagung.

Distillers dried grain with solubles (DDGS) memiliki kandungan protein 30-35 %, lemak kasar 10 %, dan serat 11 % (Fitriastuti & Fitriani, 2025). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Gumus, (2020) menunjukkan bahwa substitusi DDGS 20 % mampu mempengaruhi kinerja pertumbuhan, pemanfaatan pakan dan pencernaan nutrisi ikan trout pelangi (*Oncorhynchus mykiss*). Selain itu, penggunaan DDGS dalam pakan tidak berdampak negatif terhadap parameter

histopatologi usus, hati, dan ginjal pada ikan gabus (*C. striata*) (Aqila, 2025). Penggunaan pakan berbasis protein nabati secara berlebihan dapat menimbulkan efek negatif seperti kekurangan sumber asam amino yang diterima oleh ikan (Dawood et al., 2019). Salah satu sumber asam amino yang digunakan mampu memenuhi kebutuhan ikan yaitu taurin.

Taurin merupakan asam amino bebas yang terdapat dalam jaringan tubuh dan dapat dihasilkan oleh organisme di perairan dalam jumlah tertentu (Melianawati et al., 2023). Taurin adalah asam amino sulfur non-esensial yang memiliki banyak peran fisiologis penting, seperti mendukung fungsi empedu, menjaga integritas membran sel, membantu integritas membran sel, serta bertindak sebagai antioksidan dan modular imun (Salze & Davis, 2015). Pada ikan, taurin juga berperan dalam menjaga kesehatan organ hati dan ginjal, memperkuat sistem pencernaan, serta meningkatkan efisiensi metabolisme lipid dan protein. Pakan berbasis protein nabati cenderung memiliki kandungan taurin yang rendah, sehingga penambahan taurin atau bahan pemicu biosintesis taurin seperti probiotik menjadi penting, khususnya dalam formulasi pakan berbasis protein nabati.

Probiotik memiliki kemampuan menghasilkan enzim pencernaan (protease, lipase, dan amilase) serta memperbaiki keseimbangan mikroflora usus untuk mendukung penyerapan nutrisi dan kesehatan sistem imun ikan (Hai, 2015). Selain itu, probiotik juga diketahui berperan dalam menstimulasi ekskresi antimicrobial peptide (AMP), yang membantu mempertahankan integritas jaringan dari serangan patogen (Hoseinifar et al., 2017). Menurut Aini (2024), penambahan probiotik 10 ml/kg pakan dengan penambahan DDGS dan taurin dapat memberikan pengaruh terhadap total eritrosit, total leukosit, dan aktivitas fagositosis terhadap respon imun ikan lele (*Clarias gariepinus*).

Pemberian probiotik *Bacillus* sp. memberikan pengaruh terhadap kerusakan histopatologi usus yaitu mengurangi kerusakan vili pada usus, meningkatkan integritas jaringan usus, mengurangi infiltrasi leukosit, sedangkan pengaruh probiotik pada organ ginjal ikan membantu mengurangi kerusakan tubulus, meningkatkan fungsi ginjal, serta mengurangi kadar kreatinin (Risna et al., 2020). Menurut Aqila (2025) histopatologi hati dengan penambahan probiotik *Bacillus*

sp. membantu mengurangi kerusakan hepatosit, meningkatkan fungsi hati, dan mengurangi kadar enzim pada organ hati. Penggunaan DDGS, taurin dan probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati diharapkan dapat memenuhi kebutuhan ikan gabus sehingga dapat meningkatkan efisiensi pertumbuhan dan mengurangi kerusakan struktur jaringan usus, hati dan ginjal ikan gabus (*C. striata*).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh pemberian probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati terhadap perubahan respon perubahan struktur jaringan usus, hati, dan ginjal ikan gabus (*C. striata*).

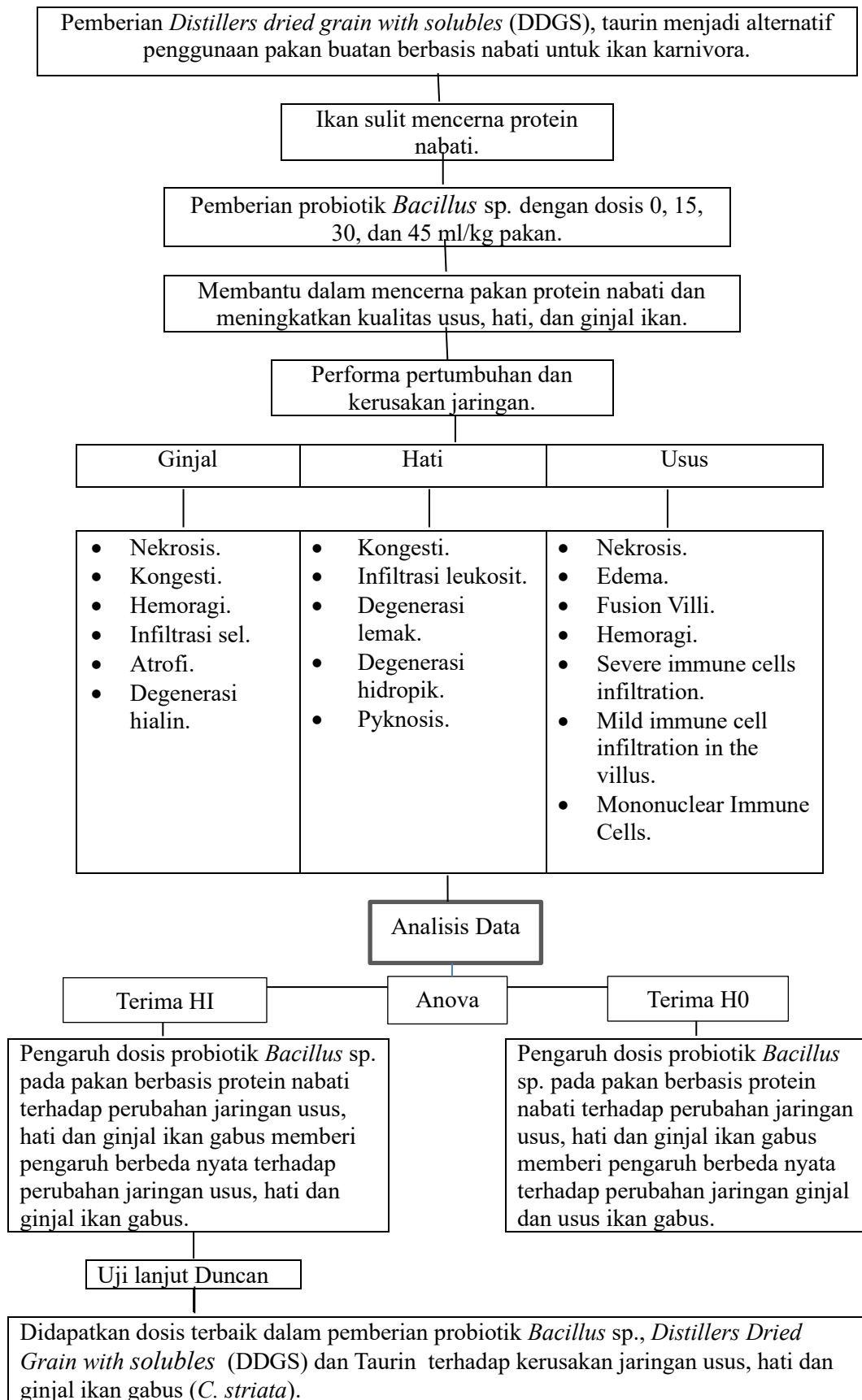
1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk menyediakan informasi terkait efisiensi pemberian probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati terhadap perubahan struktur jaringan usus, hati, dan ginjal ikan gabus (*C. striata*).

1.4 Kerangka Pikir

Budi daya ikan gabus memiliki keunggulan seperti ketahanan hidup yang tinggi karena mampu hidup di lingkungan perairan yang kurang baik. Salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan yaitu pakan, dalam pakan ikan karnivora tepung ikan masih dianggap sebagai sumber protein utama sehingga menyebabkan permintaan tepung ikan yang tinggi. Oleh karena itu perlu adanya alternatif pakan berbasis nabati yang memiliki kandungan nutrisi sehingga mampu menunjang pertumbuhan ikan karnivora. Penggunaan *distillers dried grains with solubles* (DDGS) dan taurin menjadi salah satu alternatif pakan berbasis protein nabati untuk ikan karnivora. Namun, pakan berbasis protein nabati ini memerlukan tambahan probiotik agar pakan berbasis protein nabati mudah dicerna oleh ikan. Salah satu probiotik yang dapat digunakan adalah probiotik *Bacillus* sp. Probiotik *Bacillus* sp. diharapkan mampu membantu dalam mencerna pakan berbasis protein nabati serta meningkatkan kualitas jaringan usus, hati, dan ginjal.

Kerusakan jaringan yang terjadi pada organ usus, hati, dan ginjal biasanya seperti nekrosis, kongesti, infiltrasi, hemoragi, degenerasi tubulus, degenerasi hialin, fusion vili, hemoragi dan perubahan struktur vili. Analisis data dilakukan menggunakan ANOVA untuk mengetahui pengaruh signifikan antar perlakuan, serta uji lanjut Duncan untuk menentukan perbedaan nyata antar perlakuan, jika H1 diterima maka pemberian probiotik memberikan pengaruh nyata terhadap kerusakan jaringan usus, hati dan ginjal. Sebaliknya, jika H0 diterima, maka hanya terjadi perubahan signifikan pada organ usus, hati, dan ginjal saja. Dengan demikian, diperoleh dosis terbaik dari pemberian probiotik *Bacillus* sp., *distillers dried grains with solubles* (DDGS), dan taurin yang mampu menurunkan kerusakan jaringan ginjal, hati, dan usus ikan gabus (*C. striata*). Diagram alir kerangka pikir penelitian disajikan pada Gambar 1. Pada bagian ini juga dibuat bagan kerangka pikir berupa bagan yang menjelaskan hubungan antar variabel.



Gambar 1. Diagram alir kerangka pikir penelitian

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian yaitu :

a. Indeks hepatosomatik

H0 : semua $\tau_i = 0$: Penambahan probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati tidak berpengaruh nyata terhadap indeks hepatosomatik (IHS) ikan gabus (*C. striata*).

H1 : Minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Penambahan probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati berpengaruh nyata terhadap indeks hepatosomatik (IHS) ikan gabus (*C. striata*).

b. Indeks Viscerasomatik

H0 : semua $\tau_i = 0$: Penambahan probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati tidak berpengaruh nyata terhadap indeks viscerasomatik (IVS) ikan gabus (*C. striata*).

H1 : Minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Penambahan probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati berpengaruh nyata terhadap indeks viscerasomatik (IVS) ikan gabus (*C. striata*).

c. Histopatologi ginjal

H0 : semua $\tau_i = 0$: Penambahan probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati tidak berpengaruh nyata terhadap histopatologi ginjal ikan gabus (*C. striata*).

H1 : Minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Penambahan probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati berpengaruh nyata terhadap histopatologi ginjal ikan gabus (*C. striata*).

d. Histopatologi usus

H0 semua $\tau_i = 0$: Penambahan probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati tidak berpengaruh nyata terhadap histopatologi usus ikan gabus (*C. striata*).

H1 $\neq 0$ Minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Penambahan probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati berpengaruh nyata terhadap histopatologi usus ikan gabus (*C. striata*).

e. Histopatologi hati

H0 semua $\tau_i = 0$: Penambahan probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati tidak berpengaruh nyata terhadap histopatologi hati ikan gabus (*C. striata*).

H1 $\neq 0$ Minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Penambahan probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati berpengaruh nyata terhadap histopatologi hati ikan gabus (*C. striata*).

F. Laju pertumbuhan harian

H0 semua $\tau_i = 0$: Penambahan probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan harian ikan gabus (*C. striata*).

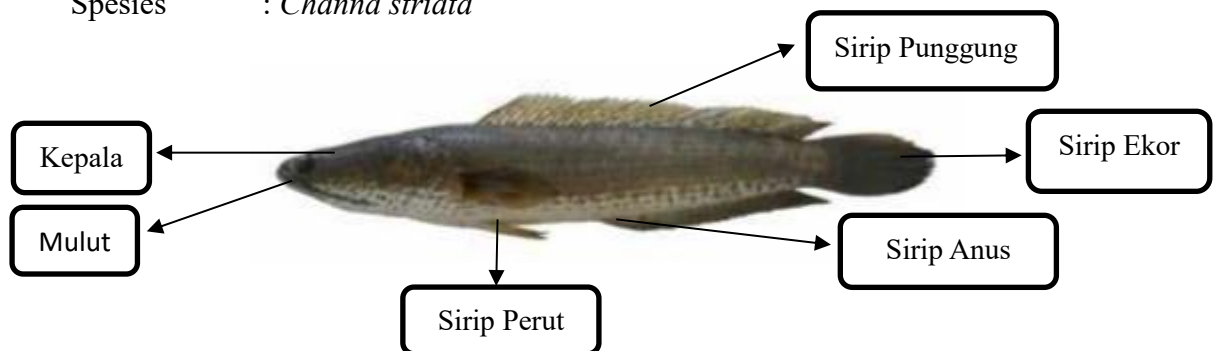
H1 $\neq 0$ Minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Penambahan probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan harian ikan gabus (*C. striata*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Gabus (*C. striata*)

Menurut Kottelat et al., (1993) klasifikasi ikan gabus (*C. striata*) adalah sebagai berikut.

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Kelas : Actinopterygii
Ordo : Perciformes
Famili : Channidae
Genus : *Channa*
Spesies : *Channa striata*



Gambar 2. Ikan gabus (*C. striata*)
(Sumber : Mutia et al., 2017)

Ciri umum ikan dengan genus *Channa* yaitu tubuh memanjang, kepala besar dan mulut yang lebar. Sedangkan spesies *C. striata* memiliki ciri umum kepala seperti ular sehingga disebut dengan kepala ular (*snakehead*), bentuk mulut yang non protachead dengan ukuran mulut yang lebar dan agak runcing. Seluruh tubuh dan kepala ikan gabus ditutupi sisik stenoid. Bentuk badan hampir bulat di bagian depan dan pipih tegak ke arah belakang. Ikan gabus memiliki lima buah sirip yaitu sirip punggung, sirip dada, sirip perut, sirip anus, dan sirip ekor. Ikan gabus mempunyai sirip punggung dan sirip anal yang Panjang dan lebar, sirip ekor berbentuk setengah lingkaran, sirip dada lebar dengan ujung membulat dapat

dilihat pada Gambar 2. Ikan ini memiliki gigi dengan ukuran kecil namun kuat dan tajam, ukuran usus lebih pendek dari tubuhnya dan bentuk lambung lonjong sehingga ikan gabus dikategorikan sebagai ikan karnivora.

2.2 Kebutuhan Nutrisi Ikan Gabus (*C. striata*)

Pemberian pakan yang tepat sangat penting dalam menentukan kualitas kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan khususnya pada ikan karnivora. Pakan buatan atau pakan komersial juga diartikan sebagai pakan yang berasal dari beberapa bahan baku yang memiliki nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan. Menurut Isnawati et al., (2015), kebutuhan nutrisi ikan karnivora terdapat dalam beberapa kandungan yaitu kebutuhan protein, lemak, serat kasar, vitamin, dan mineral. Menurut (SNI) kebutuhan protein pada benih lele berukuran 5-7 cm yaitu 35%, lemak 5%, dan kadar lemak kasar 6%, kebutuhan pembesaran lele yaitu protein 25-28% lemak 4-5% dan kadar serat kasar 8%, dan kandungan protein untuk indukan ikan lele berukuran 1 kg yaitu kebutuhan protein 35 %, kadar lemak 5% dan kadar serat kasar 8%. Menurut Mardhiyyah et al., (2023), kebutuhan karbohidrat untuk ikan karnivora biasanya berkisar antara 20-30%, sumber karbohidrat biasanya terdapat pada protein nabati seperti tepung jagung, tepung tapioka, dan tepung terigu. Kebutuhan vitamin dan mineral ikan karnivora berkisar antara 2-5%.

2.3 Pakan Ikan

Pakan ikan merupakan salah satu faktor penunjang yang penting dalam meningkatkan kualitas pertumbuhan dan kelulushidupan ikan. Pakan ikan dibagi menjadi dua yaitu pakan alami dan pakan buatan. Pakan alami merupakan salah satu penunjang pertumbuhan ikan, karena merupakan sumber energi dalam pertumbuhan ikan. Selain mampu dalam menunjang pertumbuhan pakan alami ikan mengandung nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan ikan (Niode et al., 2017). Pakan buatan merupakan salah satu jenis pakan yang dapat diberikan sebagai sumber nutrisi ikan yang di budi dayakan dimana pakan buatan sengaja dibuat dengan formulasi tertentu. Pakan buatan harus memiliki kualitas dan kuantitas yang baik, pembuatan pakan buatan sebaiknya didasarkan pada pertimbangan kebutuhan nutrisi ikan, kualitas bahan baku, dan nilai ekonomis agar dapat

dimanfaatkan secara optimum, pakan harus mengandung seluruh nutrisi yang diperlukan oleh ikan. Akan tetapi, kebutuhan nutrisi untuk suatu spesies ikan berbeda. Kandungan pakan yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan ikan yaitu protein, lemak, mineral, vitamin dan karbohidrat (Santika et al., 2021). Pakan ikan merupakan salah satu aspek penting yang perlu diuji kualitas fisik pakan, terutama untuk ikan karnivora yang umumnya memiliki kebiasaan makan selektif dan agresif. Parameter fisik yang umum diuji meliputi kekerasan, daya apung, kerapuhan, ukuran, dan stabilitas pakan dalam air. Ikan karnivora cenderung lebih menyukai pakan dengan tekstur padat dan bentuk menyerupai mangsa alami (Anggraeni & Abdulgani, 2013).

2.4 *Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS)*

Distillers dried grains with solubles (DDGS) merupakan hasil dari fermentasi pati biji-bijian oleh ragi untuk menghasilkan etanol, dan setelah proses destilasi untuk memisahkan etanol, residu yang tersisa dikeringkan menjadi DDGS (Ray et al., 2022). DDGS dapat digunakan sebagai sumber protein dan energi untuk ikan. Keunggulan DDGS antara lain terdapat kandungan protein, lemak, dan fosfor yang tinggi dengan biaya yang rendah. Selain itu, DDGS merupakan sumber protein untuk pertumbuhan ikan. Penelitian yang dilakukan oleh Herath et al., (2016) pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menunjukkan bahwa DDGS dapat menjadi alternatif pengganti tepung ikan dalam pakan dan memberikan respons positif pada pertumbuhan ikan. Menurut penelitian Aqila, (2025), diketahui bahwa penggunaan DDGS hingga 15% pada formulasi pakan ikan gabus sebagai pengganti tepung ikan secara umum tidak memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan. Berikut adalah gambar tepung DDGS pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan nutrisi tepung *distillers dried grain with solubles* (DDGS).

Komposisi	Jumlah
Protein	34,74%
Lemak Kasar	9,03%
Serat Kasar	2,10 %
Kadar Abu	20,38%

2.5 Taurin

Taurin merupakan senyawa organik golongan asam amino sulfur yang berperan penting dalam berbagai proses fisiologis ikan, seperti osmoregulasi, pembentukan empedu, stabilitas membran sel, serta modulasi sistem imun (Salze & Davis, 2015). Meskipun taurin bukan termasuk asam amino esensial secara struktural, taurin dikategorikan sebagai nutrisi semi esensial dalam budi daya ikan karena ketersediaannya yang rendah dalam pakan berbasis protein nabati. Struktur molekul taurin terdiri dari gugus amino ($-\text{NH}_2$) dan gugus sulfonat ($-\text{SO}_3\text{H}$) dengan rumus kimia $\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$, menjadikannya senyawa polar yang mudah larut dan aktif secara biologis (El- sayed, 2015). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Hongmanee et al., (2022), ikan gabus berukuran bobot awal 4,66 - 4,71 gram dapat diberikan pakan dengan sumber protein nabati dengan suplemen-tasi taurin sebanyak 0,5 % dalam pakan. Suplementasi taurin tidak menghambat pertumbuhan, perubahan morfologi pada ginjal dan usus ikan.

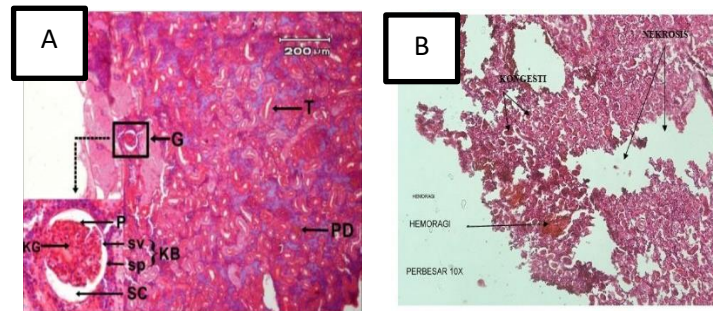
2.6 Probiotik

Probiotik merupakan mikroorganisme hidup yang apabila diberikan dalam jumlah yang cukup akan memberikan manfaat kesehatan bagi inangnya, termasuk meningkatkan fungsi saluran pencernaan, kekebalan tubuh, dan keseimbangan mikroflora (Hai, 2015). Dalam budi daya perikanan probiotik yang umum digunakan berasal dari berbagai jenis bakteri seperti *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Streptococcus* sp., yang memiliki karakteristik tahan terhadap lingkungan usus, dan mampu berkoloni pada saluran pencernaan ikan (Hoseinifar et al., 2017). Fungsi utama probiotik dalam sistem budi daya seperti, menekan pertumbuhan bakteri patogen, serta memperbaiki kualitas air melalui degradasi bahan organik. Salah satu jenis probiotik yang banyak digunakan dalam pakan ikan adalah *Bacillus* sp. karena kemampuannya menghasilkan berbagai enzim pencernaan seperti protease, amilase, dan lipase serta menghasilkan menghasilkan senyawa antimikroba untuk melindungi ikan dari infeksi penyakit (Dawood et al., 2019). Menurut Aini (2024), penambahan probiotik *Bacillus* sp. 10 ml/kg pakan dengan penambahan DDGS dan taurin dapat memberikan

pengaruh terhadap total eritrosit, total leukosit, dan aktivitas fagositosis terhadap respon imun ikan lele (*Clarias gariepinus*).

2.7 Histopatologi Ginjal Ikan Gabus (*C. striata*)

Histologi adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari struktur jaringan tubuh secara mikroskopis, mencakup susunan sel, jaringan, organ untuk memahami fungsi biologisnya secara detail (Junquiera & Carneiro, 2005) pada ikan histopatologi berperan penting dalam menilai kondisi fisiologis dan mendeteksi kerusakan organ akibat stress lingkungan, infeksi patogen, atau perubahan kualitas pakan. Organ-organ utama yang diamati secara histologi dalam studi akuakultur meliputi usus, hati, insang, dan ginjal, karena berkaitan langsung dengan fungsi vital seperti pencernaan, metabolisme, respirasi, dan ekskresi. Ginjal pada ikan memiliki fungsi yang kompleks, seperti ekskresi limbah metabolik, pengaturan osmoregulasi, serta produksi sel darah merah. Secara histologi, ginjal ikan terdiri atas dua bagian utama, yaitu ginjal anterior (*pronefros*) yang berperan hematopoietic dan ginjal posterior (*mesonefros*) yang berperan ekskretoris. Struktur jaringan ginjal tersusun dari glomerulus, tubulus ginjal, serta jaringan interstitial dan pembuluh darah. *Glomerulus* berfungsi sebagai tempat filtrasi darah, sementara tubulus berperan dalam proses reabsorpsi dan sekresi. Gangguan pada struktur ini seperti degenerasi tubular, kongesti pembuluh darah, dan nekrosis glomerulus dapat menjadi indikator adanya stres toksikologis, infeksi, atau ketidakseimbangan nutrisi (Mandia et al., 2013). Berikut adalah gambar bagian ginjal dan kerusakan jaringan ginjal Gambar 3.

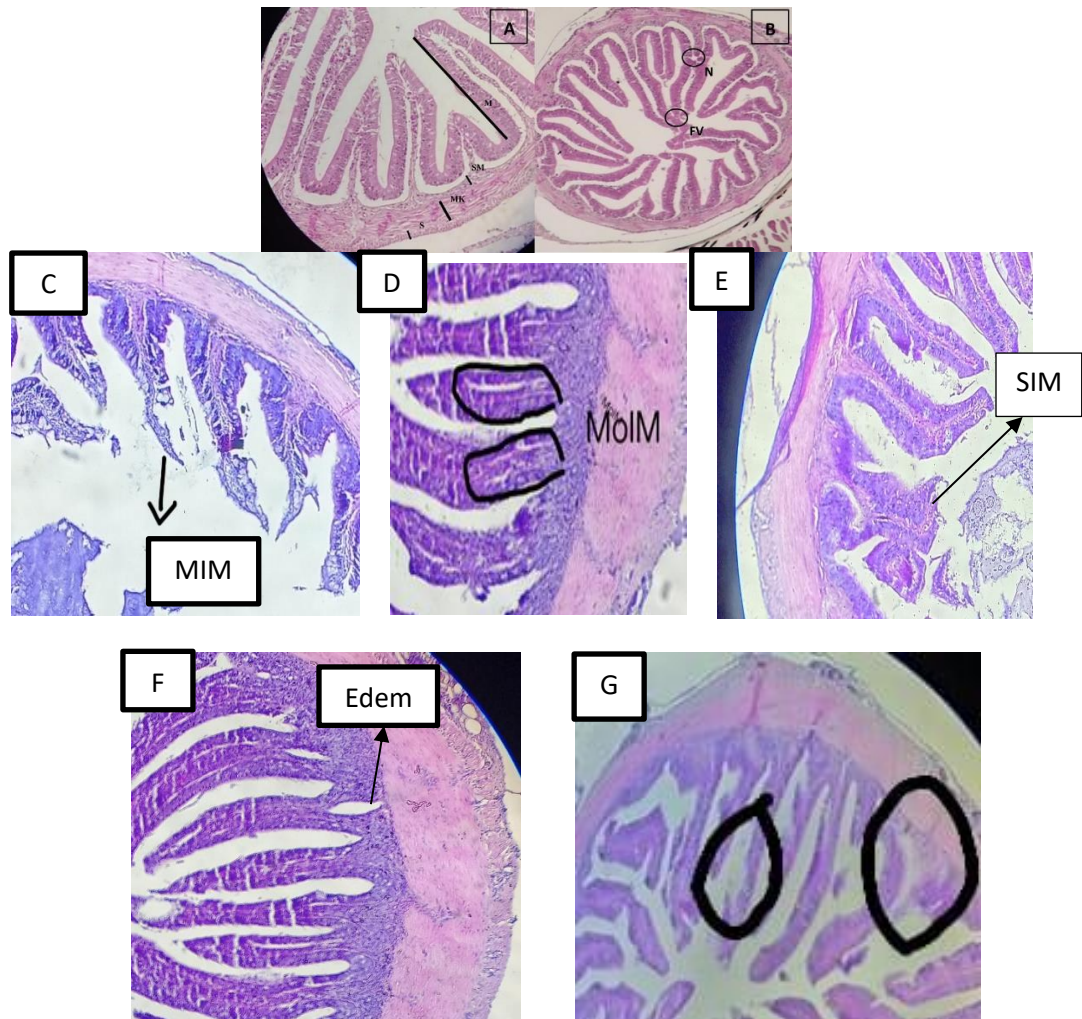


Keterangan : A.)Bagian ginjal ikan gabus, *Glomerulus* (G), *Tubulus* (T) dan *Pembuluh Darah* (PD), *Kapsula Bowman* (KB), *stratum visceral* (sv), *stratum parietal* (sp), *Spatium kapsulare* (SC), *Kapiler Glomerulus* (KG) dan *Podosit* (P). melintang, pewarnaan HE dan pembesaran 100x. B.)Kerusakan jaringan ginjal *Nekrosis* (N), *Kongesti* (K), *Hemoragi* (H) Pewarnaan HE dan perbesaran 10x (Sumber : Safratilofa, 2017) (Histopatologi Organ Vita Ikan Gabus)

Gambar 3. Bagian ginjal dan kerusakan jaringan ginjal ikan gabus (*C. striata*)

2.8 Histopatologi Usus Ikan Gabus (*C. striata*)

Usus dengan vili yang tinggi, lebar, dan banyak dapat meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi (Ikpegbu & Ibe, 2015). Secara histologis, usus ikan tersusun atas empat lapisan utama, yaitu mukosa (terdiri dari lamina epithelia, lamina propria, dan muskularis mukosa), submukosa (jaringan ikat padat tidak teratur yang mengandung pembuluh darah, limfatik, dan saraf), muskularis (otot sirkuler dan longitudinal), serta serosa (jaringan ikat longgar dan pembuluh darah). Pada ikan gabus, lapisan mukosa membentuk vili usus, yang tersusun dari *sel epitel silindris*, *mikrovili (limbus penicillatus)*, dan *sel goblet*. Kerusakan jaringan usus dapat berupa nekrosis (kematian sel epitel), edema (pembengkakan jaringan akibat pelebaran ruang antar sel), *infiltrasi sel imun* yang menyebabkan peleburan sel vili, *hemoragi* (perdarahan), serta *fusion vili* (penyatuan ujung-ujung vili). *Infiltrasi* ringan maupun *infiltrasi* sel imun mononuklear juga dapat merusak struktur vili dengan mengubah bentuk dan integritas jaringan (Safratilofa, 2017). Penelitian yang telah dilakukan oleh Aqila, (2025) dengan pemberian pakan berbasis DDGS, taurin dan probiotik pada ikan gabus memberikan hasil kerusakan nekrosis pada semua perlakuan histopatologi usus Gambar 4.



Keterangan: A.) Usus Normal; B.) Usus Tidak Normal; S: Serosa; MK : Muskularis; SM : Submukosa; M: Mukosa; N : Nekrosis; FV; Fusion Villi C.)Mild immune cell infiltration in the villus (MIM) D.) Mononuclear Immune Cells (MoIM) E.) Severe immune cells infiltration F.) Edema G.) Hemoragi (Sumber : Aqila, 2025).

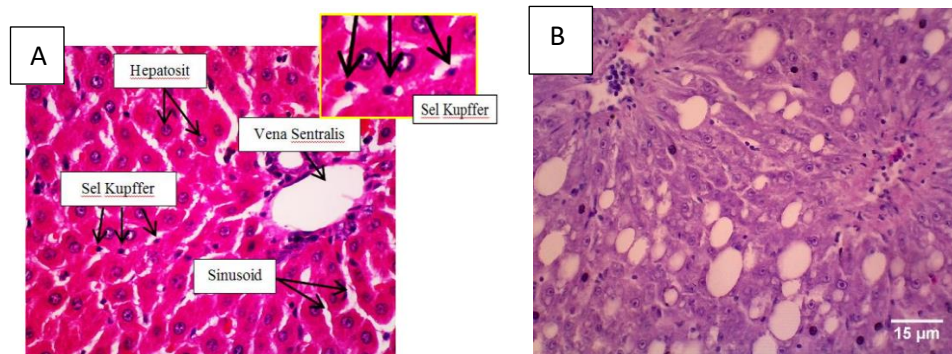
Gambar 4. Kerusakan jaringan usus ikan gabus (*C. striata*)

2.9 Histopatologi Hati Ikan Gabus (*C. striata*)

Hati berfungsi sebagai pusat metabolisme tubuh, detoksifikasi, sintesis protein, dan proses bahan kimia yang membantu mencerna makanan (Ratmana & Maftacha, 2018). Hati memiliki peran dalam mengekskresi bahan untuk proses pencernaan yang tersusun dari sel parenkim (*hepatosit*) dan jalinan serabut (Safratilofa, 2017). Komponen sel utama hati adalah *hepatosit* atau sel hati yang berbentuk poligonal. *Hepatosit* (sel parenkim) memiliki peran utama dalam proses metabolisme. Sel-sel ini terletak pada sinusoid yang berisi darah dan empedu. Sel

kupffer merupakan monosit atau makrofag yang berfungsi sebagai penghancur bakteri dan benda asing dalam darah, sehingga hati merupakan salah satu organ utama dalam pertahanan agen toksik. Sinusoid mengandung sel endotel, sel kupffer, sel penimbunan lemak, dan celah disse. Sinusoid berfungsi sebagai pembuluh pertukaran oksigen, karbon dioksida, nutrisi dan zat toksik yang dipindahkan dari darah ke hepatosit dan hepatosit ke darah (Irena et al., 2021). Penelitian yang telah dilakukan oleh Aqila, (2025) dengan pemberian pakan berbasis DDGS, taurin dan probiotik pada ikan gabus memberikan hasil kerusakan hemoragi pada semua perlakuan histopatologi hati.

Kerusakan sel hati dibagi menjadi 2 yakni, *taksohepatik* dan *trofohepatik*. Kerusakan akibat taksohepatik atau patologis disebabkan oleh pengaruh langsung dari agen penyebab toksik, baik berupa bahan kimia atau bakteri. Kerusakan akibat trofohepatik disebabkan oleh faktor-faktor penting untuk kehidupan sel seperti oksigen atau zat makanan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Hati sangat rentan terhadap pengaruh berbagai zat kimia dan sering menjadi organ sasaran utama dari efek toksik zat kimia. Ciri-ciri kondisi histologi hati normal yaitu, permukaan inti hepatosit berbentuk bulat atau oval, dengan permukaan teratur, dan ukurannya bervariasi dari satu sel ke sel lainnya. (Berikut gambar bagian hati dan kerusakan jaringan hati Gambar 5).



Keterangan: A) Bagian hati ikan gabus, *Hepatositis*, *Vena Sentrikal*, *Sel Kapffer*, dan *Sinusoid*. B) Kerusakan jaringan hati, *Degenerasi lemak*, *Degenerasi hydropik* dan *Infiltrasi leukosit* (Sumber : Sukarni et al., 2012)

Gambar 5. Bagian hati dan kerusakan jaringan hati ikan gabus (*C. striata*)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada September 2024 sampai Januari 2025.

3.1.2 Tempat Penelitian

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

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Nama alat, spesifikasi, merk dan kegunaan.

No	Nama Alat	Spesifikasi	Merk	Kegunaan
1.	Mesin pencetak pakan	<i>extruder</i> 2-3 mm	Starke	Mencetak pakan.
2.	Mesin penepung	Getra Mesin SY-1200	Yamasuka	Menggiling bahan kasar menjadi tepung halus.
3.	Ayakan	Ukuran ayakan 0,6 mm	Idealis	Mengayak bahan/tepung.
4.	Kolam bundar	Vinapik 1 meter	Tinavi78 terpal	Wadah pemeliharaan.
5.	Timbangan digital	Digital Scale 0.1-100	Orisama	Menimbang bahan.
6.	Mikroskop	Biomolekuler	Rofa	Mengamati preparat histopatologi ginjal dan usus ikan gabus.
7.	Botol sampel	20 cc	-	Meletakkan sampel histopatologi.

No	Nama Alat	Spesifikasi	Merk	Kegunaan
8.	Batu aerasi	2 x 3 cm	Nikita star	Memperbanyak gelembung udara
9.	Skopnet	15 cm	Sidu	Mengambil ikan gabus.
10.	Alat tulis	700x700		Mencatat setiap pengamatan.
11.	Kamera	DSC-WX350 SONY CORP	Canon	Mendokumentasikan setiap kegiatan
12.	Alat bedah	<i>Hecting</i>	-	Membedah ikan gabus.

Tabel 3. Nama bahan, spesifikasi, merek, dan kegunaan.

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Merk	Kegunaan
1.	Ikan gabus	Ukuran 60 g	-	Hewan uji.
2.	Tepung kedelai	18, 2 kg	Nuansa baru	Sumber lisin asam amino.
3.	Tepung jagung	7,3 kg	Nuansa baru	Sumber protein sebagai sumber energi.
4.	Tepung daging	24,4 kg	Nuansa baru	Sumber asam amino.
5.	Tepung terigu	2.9 kg	Nuansa baru	Sebagai sumber protein.
6.	DDGS	14,6 kg	Nuansa baru	Sumber protein sebagai sumber energi.
7.	Minyak kedelai	1,1 liter	Mozola	Sumber lemak amino esensial.
8.	Minyak ikan	1.5 liter	Al-azka	Sumber lemak hewani dan vitamin A.
9.	Vitamin mix	0,4 kg	Mineral aquatic	Sumber vitamin dan asam amino tertentu.
10.	DL- Metionin	0.1 kg	Celtic	Sumber asam amino esensial.
11.	Mineral mix	0,4	Celtic	Sumber mineral dan asam amino tertentu.
12.	L-Sistin	0,3 kg	Celtic	Sumber asam amino esensial.
13.	L-lisin	0,3 kg	Celtic	Sumber asam amino esensial.
14.	Taurin	1,1 kg	Celtic	Sumber asam amino.
15.	Air			Media pencampuran bahan pakan.
16.	Probiotik	<i>Bacillus</i> sp.	Mina Pro	Membantu pencernaan nutrisi.

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Merk	Kegunaan
17.	Formalin	10%	Reagent Solutions	Mengawetkan sampel histopatologi.
18.	Etanol	70%	Reagent Solutions	Memperjelas gambar organ.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap yang terdiri dari empat perlakuan dengan tiga ulangan.

P1 : Penambahan probiotik *Bacillus* sp. 0 ml/kg pada pakan berbasis DDGS 20 % dan taurin 1,5 % (Kontrol).

P2 : Penambahan probiotik *Bacillus* sp. 15 ml/kg pada pakan berbasis DDGS 20 % dan taurin 1,5 %.

P3 : Penambahan probiotik *Bacillus* sp. 30 ml/kg pada pakan berbasis DDGS 20 % dan taurin 1,5 %.

P4 : Penambahan probiotik *Bacillus* sp. 45 ml/kg pada pakan berbasis DDGS 20 % dan taurin 1,5 %.

Model rancangan acak lengkap yang digunakan adalah

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

Keterangan :

Y_{ij} : Hasil pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ : Rataan umum

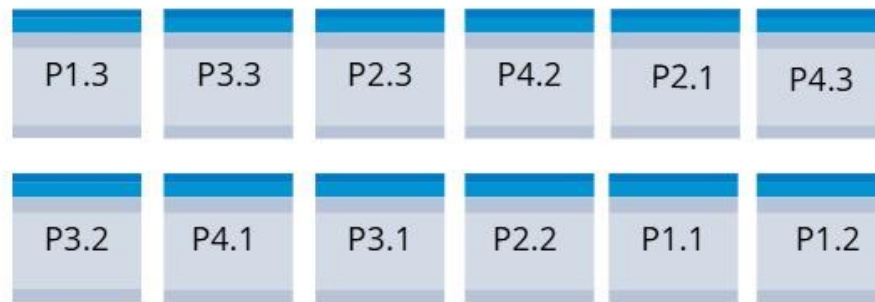
τ_i : Perlakuan pengaruh ke-i

ϵ_{ij} : Pengaruh faktor random pada perlakuan

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur yang akan dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi pembuatan pakan, persiapan wadah/ media pemeliharaan, persiapan ikan uji, pemeliharaan dan pengamatan hasil.

Tata letak kolam percobaan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Tata letak kolam penelitian

Keterangan

P1.1, P1.2, P1.3 : Perlakuan 1 ulangan 1, 2, dan 3

P2.1, P2.2, P2.3 : Perlakuan 2 ulangan 1, 2, dan 3

P3.1, P3.2, P3. 3 : Perlakuan 3 ulangan 1, 2, dan 3

P4.1, P4.2, P4.3 : Perlakuan 4 ulangan 1, 2, dan 3

3.4.1 Pembuatan Pakan

Pakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pakan terapung. Bahan dalam pembuatan pakan antara lain tepung kedelai, tepung jagung, tepung singkong, (DDGS), minyak ikan, minyak kedelai, vitamin mix, mineral mix. DL *metioinin*, *L-triptophan*, *L-lysine*, *dikalsium* fosfat, dan taurin (Aqila, 2025). Tepung DDGS difermentasi dengan mencampurkan ragi tempe atau *Rhizopus* sp. selama tujuh hari. Kemudian bahan - bahan pakan dicampurkan sesuai dengan formulasi pakan yang dibuat (Tabel 4). Setelah tercampur rata pakan dicetak dengan menggunakan mesin cetak terapung (mesin *extruder*). Pakan ikan yang telah dicetak kemudian masuk tahap penjemuran hingga kering. Sebelum pakan diberikan pada ikan, pakan disemprotkan probiotik *Bacillus* sp. sesuai dengan perlakuan.

Tabel 4. Formulasi pakan uji

No	Kandungan Pakan	Total (g)
1	Tepung kedelai	250
2	Tepung daging	335
3	Tepung jagung	100
4	Tepung terigu	44
5	DDGS	200
6	Taurin	1.5
7	Minyak kedelai	15
8	Minyak ikan	20
9	Dikalsium fosfat	6.5
10	Vitamin mix	5
11	Mineral mix	5
12	DL-metionin	0,8
13	L-sistin	1.7
14	L-lisin	2
Total		1000

3.4.2 Persiapan Wadah dan Media Pemeliharaan

Wadah pemeliharaan yang digunakan adalah kolam bundar dengan diameter satu meter dengan kapasitas liter berjumlah 12 kolam. Kerangka besi kolam dipasangkan terlebih dahulu kemudian dilapisi dengan terpal kolam. Setelah itu diisi air sebanyak 300 liter dengan perbandingan air 150 liter air kolam budi daya dan 150 liter air bersih, kemudian air didiamkan selama 24 jam dengan penambahan aerasi. Setelah 24 jam wadah dan media pemeliharaan sudah dapat digunakan.

3.4.3 Persiapan Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan berupa ikan gabus berukuran panjang rata rata $18,11 \pm 0,44$ cm dengan bobot rata-rata $49,2 \pm 0,47$ g berjumlah 360 ekor, ikan gabus berasal dari Kabupaten Pringsewu. Sebelum dilakukan penebaran, ikan gabus diaklimatisasi selama 20 menit di dalam bak penampungan. Ikan yang masih berada di dalam plastik *packing* diletakkan di atas bak penampungan agar kondisi air plastik *packing* dan air bak penampungan homogen. Kemudian ikan ditebar ke dalam bak penampungan terlebih dahulu untuk memudahkan dalam pemindahan ikan tiap kolamnya. Setelah lama masa adaptasi selesai, ikan gabus

siap ditebar pada masing-masing kolam pemeliharaan. Penebaran dilakukan pada pagi hari dengan jumlah 30 ekor/300 liter.

3.4.4 Pemeliharaan Ikan

Pemeliharaan ikan dilakukan selama 75 hari dengan 61 pemeliharaan menggunakan pakan perlakuan dan 14 hari ujiantang. Pemberian pakan dilakukan sebanyak 3 kali sehari pada pukul 07.00, 13.00, dan 19.00 WIB dengan menggunakan *feeding rate* 3 % dari biomassa ikan uji. Selama proses pemeliharaan dilakukan penyiponan yang dilaksanakan satu minggu sekali dan pergantian air dilakukan sesuai dengan kondisi air budi daya. Pada saat pemeliharaan akan dilaksanakan sampling setiap 15 hari sekali sampai akhir pemeliharaan.

3.5 Sampling dan Variabel Penelitian

Parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu, laju pertumbuhan harian, indeks hepatosomatik, indeks viscerasomatik, dan histopatologi ginjal, hati dan usus yang diberi pakan tanpa tepung ikan dan penambahan probiotik *Bacillus* sp. Pengamatan akan dilakukan sebanyak dua kali selama pemeliharaan yaitu setelah perlakuan pada hari ke 61 dan setelah ujiantang pada hari ke 75.

3.5.1 Indeks Hepatosomatik

Perhitungan indeks hepatosomatik didapat dengan cara pembedahan ikan untuk ditimbang pada bagian hati secara utuh. Setelah itu dilakukan perhitungan indeks hepatosomatik menggunakan rumus Aslamyiah et al., (2019) sebagai berikut.

$$IHS \% = \frac{BH}{BT} \times 100$$

Keterangan :

IHS = Indeks hepatosomatik (%)
 BH = Berat hati (gram)
 BT = Berat tubuh (gram)

3.5.2 Indeks Viscerasomatik

Indeks viscerasomatik didapatkan dengan menimbang utuh semua organ dalam ikan, kemudian ikan dibedah untuk ditimbang organ viscera. Setelah itu dilakukan penghitungan indeks viscerasomatik menggunakan rumus Sulistyo et al., (2000) rumus indeks viscerasomatik sebagai berikut.

$$IVS\% = \frac{BV}{BT} \times 100$$

Keterangan :

IVS = Indeks viscerasomatik (%)

BV = Berat viscera ikan (gram)

BT = Berat tubuh ikan (gram)

3.5.3 Laju Pertumbuhan Harian

Laju Pertumbuhan harian dihitung dengan menggunakan rumus Zonneveld, (1991) sebagai berikut.

$$SGR = \frac{(\ln W_t - \ln W_o)}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

SGR : Laju pertumbuhan harian (%/hari)

W_t : Berat tubuh rata rata ikan pada akhir penelitian (g)

W_o : Berat tubuh rata -rata ikan uji pada awal pemeliharaan (g)

t : Lamanya waktu pemeliharaan (hari)

3.5.4 Perubahan Jaringan Usus, Hati, dan Ginjal

Pengambilan sampel ginjal, hati, dan usus ikan gabus dilakukan setelah 60 hari pemeliharaan. Ikan dipingsankan menggunakan minyak cengkeh, lalu dilakukan pembedahan untuk mengambil organ. Sampel organ direndam dalam formalin 10 % selama 24 jam, dibilas dengan etanol 70 %, dan kemudian dikirim ke Balai Veteriner Lampung untuk proses pembuatan preparat histologi. Proses histologi meliputi dehidrasi, clearing menggunakan xylol, infiltrasi parafin, dan

embedding (pencetakan jaringan dalam blok parafin). Blok jaringan dipotong setebal 4–5 μm , ditempatkan pada kaca objek dengan perekat, lalu diinkubasi pada suhu 56°C selama 24 jam. Pewarnaan jaringan dilakukan menggunakan hematoksilin-eosin, kemudian direkatkan (mounting) dengan entellan dan ditutup kaca penutup. Preparat yang telah jadi diamati di bawah mikroskop untuk mengevaluasi kondisi histopatologi organ (Panjaitaan & Mutmainnan, 2020). Pengamatan preparat histologi dilakukan mengamati kerusakan dalam kaca preparat dengan tiga titik dalam satu preparat. satu titik kerusakan diamati dan dilihat kerusakannya setelah tiga titik dalam satu preparat selesai nilai kerusakan histologi dirata-ratakan dengan menggunakan excel.

3.6 Analisis Data

Analisis data yang dilakukan menggunakan aplikasi *Statistical product and service solution* 25 (SPSS) dengan melakukan *Analysis of variances* (Anova) dengan tingkat kepercayaan 95 % yang terdiri dari data: laju pertumbuhan spesifik, indeks heptosomatik, indeks viscerasomatik, histopatologi usus, histopatologi hati, dan histopatologi ginjal. Jika hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh berbeda nyata dari setiap perlakuan maka akan dilakukan uji lanjut Duncan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Pemberian probiotik *Bacillus* sp. 30 ml/kg pakan terbukti mampu mengurangi perubahan struktur jaringan usus, tetapi belum mampu mengurangi perubahan struktur jaringan hati dan ginjal ikan yang diberi pakan berbasis protein nabati.

5.2 Saran

Penggunaan probiotik 30 ml/kg pakan pada pakan berbasis protein nabati dapat diaplikasikan pada ikan gabus ukuran 49 gram.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, S.N. (2024). Status kesehatan ikan lele *Clarias gariepinus* (Burchell, 1882) yang diberi pakan berbasis tepung daging dan tulang dengan penambahan *distillers dried grains with solubles* (DDGS), taurin, dan probiotik *Bacillus* sp. sebelum dan sesudah infeksi *Aeromonas hydrophila*. [Skripsi Tidak Terpublikasi]. Repository Universitas Lampung.
- Anggraeni, N. M., & Abdulgani, N. (2013). Pengaruh pemberian pakan alami dan pakan buatan terhadap pertumbuhan ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata*) pada skala laboratorium. *Jurnal Sains dan Seni*, 2(2), 197-201. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v2i2.4067>
- Aqilla, M.Z.F. (2025). Efisiensi pakan, histologi usus, dan hati ikan gabus *Channa striata* (Bloch, 1793) dengan pemberian pakan berbasis *Meat Bone Meal* dan penambahan *Distillers Dried Grains With Soluble* serta probiotik *Bacillus* sp. [Skripsi, Tidak Terpublikasi]. Repository Universitas Lampung.
- Aslamyeh, S., Zainuddin., & Badraeni. (2019). Pengaruh suplementasi ekstrak *Lumbricus* sp. dalam pakan fermentasi terhadap kinerja pertumbuhan, komposisi kimiawi tubuh, dan indeks hepatosomatik ikan bandeng, *Chanoschanos Forskal*, 1775, *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(2), 271-282. <https://doi.org/10.32491/jii.v19i2.483>
- Azizi, A., Windarti., & Efizon D. (2022). Morfoanatomi ikan patin (*Pangasiaonodon hypophthalmus*) yang dipelihara dengan kombinasi manipulasi fotoperiod dan sistem bioflok, *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*, 3(1), 21-30. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v20i1.16893>
- Badan Standarisasi Nasional. (2006). SNI 01-408. Pakan buatan untuk lele dumbo (*Clarias garipenus*) pada budidaya intensif. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta. <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/7234-sni01-4087-2006>
- Dawood, M. A. O., Koshio, S., & Esteban, M. Á. (2019). Beneficial roles of feed additives as immunostimulants in aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 11(4), 1029–1056. <https://doi.org/10.1111/raq.12289>

- El-Sayed, A. F. M. (2014). Taurine in fish nutrition and physiology functions, supplementation, and future research. *Reviews in Aquaculture*, 6(1), 1–15. <https://doi.org/10.1111/raq.12023>
- Erian, V., Zainuddin., & Balqis, U. (2018). Gambaran luas permukaan vili usus ikan lele lokal (*Clarias batrachus*) jantan dewasa. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 2(3), 283-287. <https://doi.org/10.21157/jimvet.v2i3.7834>
- Fitriastuti, R., & Fitriani, F. (2025). Kualitas fisik berbagai sampel bahan pakan sumber protein yang disimpan di laboratorium nutrisi ternak. *Journal Gallus Gallus*, 3(2), 46-52. <https://doi.org/10.51978/gallusgallus.v3i2.641>
- Gumus, E. (2020). Use of corn distiller's dried grains with solubles as a feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feeds Growth, digestibility, liver and intestine histology. *Iranian Journal of Fisheries Science*, 19(5), 2573-2592. <https://doi.org/10.22092/ijfs.2020.122503>
- 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>
- Herath, S.S., Haga, Y., & Satoh, S. (2016). Potential use of corn co-products in fishmeal-free diets for juvenile nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fisheries Science*, 82(5), 811-818. <https://doi.org/10.1007/s12562-016-1008-6>
- Hidayat, R., Esti, H., & Wardiyanto. (2015). Profil hematologi kakap putih (*Lates calcallifer*) yang distimulasi dengan jintan hitam (*Nigela sativa*) dan efektivitasnya terhadap infeksi *Vibrio alginolyticus*. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3(1), 327- 334. <https://doi.org/10.23960/jrtbp.v3i1.470p327-334>
- Hidayat, D., Sasantu, D.A., & Yulisman. (2015). Kelangsungan hidup, pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan gabus (*Channa striata*) yang diberi pakan berbahan baku tepung keong mas (*pomacea* sp.).[skripsi, Universitas Sriwijaya]. Repository Universitas Sriwijaya. <https://repository.unsri.ac.id/82497/>
- Hongmanee, P., Wongmanee prateep, S., Boonyoung, S., & Yuangsoi, B. (2022). The optimal dietary taurine supplementation in zero fish meal diet of juvenile snakehead fish (*Channa striata*). *Aquaculture*, 55(3), 73-852. <https://doi.org/10.1016/j.aquakultur.2022.738052>
- Hoseinifar, S. H., Sun, Y. Z., Wang, A., & Zhou, Z. (2017). Probiotics as means of diseases control in aquaculture: a review of current knowledge and future

perspectives. *Frontiers in Microbiology*, 8(1), 2429.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02429>

KKP Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2022). Rilis data Kelautan dan Perikanan triwulan IV tahun 2022. Sekretariat Jenderal Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
<https://sosek.info/wp-content/uploads/2023/02/Rilis-Data-Kelautan-dan-Perikanan-Triwulan-IV-Tahun-2022>

Kottelat, A., Whitten, A. J., Kartikasari, S. N., & Wiryatmodjo, S. (1993). *Fresh Water Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Edition.

Ikpegbu, E., U.C., & Ibe C.S. (2015). The histology and mucin histochemistry of the farmed juvenile african catfish digestive tract (*Clarias gariepinus*). *Studia Universitatis "Vasile Goldis", Seria Stiintele Vietii*, 24(1), 125-131.
<https://www.studiauniversitatis.ro/pdf/24-2014/24-1-2014/IKPEGBU-125t131>.

Irene, C., Eddiwan, E., & Windarti, W. (2021). Studi struktur insang, ginjal, dan hati ikan *Pangasius hypophthalmus* di danau Tanjung Kudu dan Sungai Sail, Provinsi Riau. *Asian Journal of Aquatic Sciences* , 4(2), 134-143.
<https://doi.org/10.31258/ajoas.4.2.134-143>

Isnawati, N., Sidik, R., & Mahasri, G. (2015). Potensi serbuk daun pepaya untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan, rasio efisiensi protein dan laju pertumbuhan relatif ada budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 7(1), 2-8.
<https://repository.unair.ac.id/52507/>

Juanda, S. J., & Edo, S. I. (2018). Histopatologi insang, hati dan usus ikan lele (*Clarias gariepinus*) di kota kupang, Nusa Tenggara Timur. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 14(1), 23-29.
<https://doi.org/10.14710/ijfst.14.1.23-29>

Mardhiyyah, A., Amalia, F., Azhari, M., Sinaga, I., Pratami, S. P., & Mukti, R. C. (2023). Penambahan limbah ikan patin (*Pangasius* sp.) pada pakan terhadap kadar albumin dan pertumbuhan ikan gabus (*Channa striata*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 11(1), 15-25.
<https://repository.unsri.ac.id/123504/1/18916-59119-1-PB%20%281%29>

Meidiza, R., Arimbi., & Hastutiek, P. (2017). Gambaran patologi hepar ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diinfeksi bakteri *Edwardsiella tarda*.

Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, 9(1), 47-56.
<https://doi.org/10.20473/jipk.v9i1.7632>

Niode, A. R., Nasriani, N., & Irdja, A. M. (2017). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada pakan buatan yang berbeda. *Jurnal Akademika*, 6(2), 32-55.
<https://core.ac.uk/download/pdf/231130885.pdf>

Panjaitan, R. G. P., Wahyuni, E. S., & Mutmainnah, M. (2020). Validitas preparat histologi sebagai media pembelajaran submateri pencemaran air. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(1), 20-26. <https://doi.org/10.31932/jpbio.v5i1.564>

Pratiwi, H. C., & Manan, A. (2015). Teknik dasar histologi pada ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 7(2), 153- 157. <https://doi.org/10.20473/jipk.v7i2.11199>

Putri, A., Susanto, A., & Sulistyawati. (2024). Pengaruh sumber lemak yang berbeda pada pakan terhadap indeks viscerasomatik, indeks hepatosomatik dan gambaran histopatologi hati ikan kelabu (*Osteochilus melanopleurus*). *Jurnal Pertanian Terpadu*, 12(1), 69-82.
<https://doi.org/10.36084/jpt.v8i2.273>

Rajikkannu, M., Natarajan, N., Santhanam, P., Deivasigamani, B., Ilamathi, J., & Janani, S. (2015). Effect of probiotics on the haematological parameters of Indian major carp (*Labeo rohita*). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(5), 105-109. <https://doi.org/10.3923/jfas.2012.279.290>

Rahmana, I. S., & Maftucha, E. S. (2018). Efektifitas imunostimulan ekstrak kasar daun jambu biji (*Psidium guajava*) terhadap histopatologi hati ikan patin (*Pangasius* sp.) yang di uji tantang bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Fisheries and Marine Science*, 2(1), 47-55. <https://doi.org./jfmr.ub.ac.id>

Ray, G.W., Li, X., He, S., Lin, H., Yang, Q., & Tan, B. (2022). A review on the use of distillers dried grains with solubles (DDGS) in aquaculture feeds. *Annals of Animal Science*, 22(1), 21-42.
<https://doi.org/10.2478/aoas-2021-0041>

Risna, F., Handayani, L., & Nurhayati, N. (2020). Pengaruh penambahan arang aktif tulang ikan dalam pakan terhadap histologi usus ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Tilapia*, 1(2), 28-33.
<https://doi.org/10.30601/tilapia.v1i2.1113>

Rostia, R. (2022). Peningkatan pertumbuhan sintasan dan ketahanan stres larva ikan nila (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) yang diberi pakan dengan penambahan probiotik *Bacillus* sp. [Skripsi, Universitas

Hasanuddin]. Repository Universitas Hasanudin.
<https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/37749/2/L22116307>

Safir, M., Armansyah, M., Hasanah, N., & Mangitung, S. F. (2023). Pertumbuhan, dan rasio konversi pakan ikan *Pangasius hypophthalmus* sauvage, 1878 diberi pakan terfermentasi dengan probiotik dosis berbeda. *Jurnal Sains Dan Inovasi Perikanan*, 7(1), 28-34. <http://ojs.uho.ac.id/index.php/JSIPi>

Safratilofa. (2017). Histopatologi hati dan ginjal ikan patin (*Pangasyonodon hypohthalmus*) yang diinjeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 2(2), 83-88.
<http://dx.doi.org/10.33087/akuakultur.v2i2.21>

Salze, G., & Davis, D. A. (2015). Taurine a critical nutrient for future fish feeds. *Aquaculture*, 43(7), 215–229.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.12.006>

Santika, L., Diniarti, N., & Astriana, B. H. (2021). Pengaruh penambahan ekstrak kunyit pada pakan buatan terhadap pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan pakan ikan kakap putih (*Lates calcarifer*). *Jurnal Kelautan Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 14(1), 48-57.
<http://doi.org/10.21107/jk.v14i1.8988>

Seviana, N. L., Zubaidah, A., & Hastuti, S. D. (2023). Efektivitas pemberian probiotik yang berbeda terhadap respon imun ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada budidaya sistem intensif. *Jurnal Riset Akuakultur*, 17(3), 191-203. <http://doi.org/10.15578/jra.17.3.2022.191-203>

Shasia, M., Eddiwan., & Putra, R. M. (2021). Hubungan panjang-berat dan faktor kondisi ikan gabus (*Channa striata*) di Danau Teluk Petai Provinsi Riau. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*, 2(1), 241-250.
<http://dx.doi.org/10.30821/biolokus.v5i2.1316>

Sipahutar, R.B., Eddiwan, & Windarti. (2019). Morfoanatomi ikan Patin (*Pangasius* sp.) yang dipelihara dengan manipulasi fotoperiod. *Jurnal Online Mahasiswa*. 1(1), 1-12. <https://doi.org/10.29406/jr.v8i2.1630>

SNI, 9043.4:2022. (2022). Pakan Buatan-Bagian 4 . Ikan Lele (*Clarias* sp.)

Sukarni, S., Maftuch, M., & Nursyam, H. (2012). Kajian penggunaan ciprofloxacin terhadap histologi insang dan hati ikan Botia (*Botia macracanthus, bleeker*) yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Experimental Life Science*, 2(1), 6-12.
<https://doi.org/10.21776/ub.jels.2012.002.01.02>

Sulistyo, I., Fontaine, P., Rinchar, J., Gardeur, J. N., Migaud, H., Capdeville, B., & Kestemont, P. (2000). Reproductive cycle and plasma levels of steroids in male Eurasian perch *Perca fluviatilis*. *Aquatic Living Resources*, 13(2), 99-

106. [https://doi.org/10.1016/S0990-7440\(00\)00146-7](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(00)00146-7)

- Sun, Y., Du, X., Yang, Y., Wang, A., Gu, Z., & Liu, C. (2023). Dietary taurine intake affects the growth performance, lipid composition, and antioxidant defense of juvenile ivory shell (*Babylonia areolata*), *Animals*, 13(16), 1-15. <https://doi.org/10.3390/ani13162592>
- Wahdaniyah, A.S., Irmayani., Astriya., Muhammad, R.N., & Syarif, H.A. (2023). Sistem ekskresi dan osmoregulasi ikan sebelah. *Jurnal Biologi dan Sains*, 1(3), 5-10. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34637.61925>
- Wiradana, M. S., Almadi, I. F., & Sukarti, K. (2024). Tingkat retensi protein dan retensi lemak yang berbeda terhadap pertumbuhan ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata*). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 9(1), 113-121. <https://doi.org/10.33087/akuakultur.v9i1.192>
- Zhang, J., Hu, Y., Ai, Q., Mau, P., Tian, Q., Zhong, L, Xiao, T., & Chu, W. (2018). Effect of dietary taurine supplementation on growth performance, digestive enzyme activities and antioxidant status of juvenile black carp (*Mylopharyngodon piceus*) fed with low fish meal diet. *Aquaculture Research*, 49, 3187–3195. <https://doi.org/10.1111/are.13783>
- Zonneveld, N., Huisman, E. A., & Boon, J. H. (1991). Prinsip-prinsip budidaya ikan. PT Gramedia Pustaka.
<https://research.wur.nl/en/publications/prinsip-prinsip-budidaya-ikan>