

RESPON IMUN NON-SPEKIFIK IKAN GABUS, *Channa striata* (BLOCH, 1793) YANG DIBERI PAKAN BERBASIS PROTEIN NABATI TERHADAP INFEKSI BAKTERI *Aeromonas hydrophila*

Skripsi

Oleh

**SEFRIAN MEIFARIL RAYHAN
2054111008**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

RESPON IMUN NON-SPEKIFIK IKAN GABUS, *Channa striata* (BLOCH, 1793) YANG DIBERI PAKAN BERBASIS PROTEIN NABATI TERHADAP INFEKSI BAKTERI *Aeromonas hydrophila*

Oleh

Sefrian Meifaril Rayhan

Pakan buatan berbahan dasar tepung ikan dapat digantikan dengan pakan berbasis nabati yaitu dengan mensubstitusi sumber protein tepung ikan dengan *distillers dried grain with solubles* (DDGS) dan taurin. Penambahan probiotik diperlukan untuk meningkatkan kelangsungan hidup dan performa kesehatan ikan gabus. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi pengaruh pemberian DDGS dan taurin dalam formulasi pakan tanpa tepung ikan dengan penambahan probiotik *Bacillus* sp. terhadap respon imun non-spesifik ikan gabus (*Channa striata*). Rancangan penelitian yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dengan masing-masing 3 ulangan: P1 (DDGS 0%+taurin 0%) P2 (DDGS 5%+taurin 0,5%) P3 (DDGS 5%+taurin 0%) P4 (DDGS 10%+taurin 0,5%) P5 (DDGS 15%+taurin 1%) dan P6 (DDGS 20%+taurin 1,5%). Probiotik *Bacillus* sp. diberikan pada semua perlakuan sebanyak 10 ml/kg pakan. Ikan uji yang digunakan memiliki rerata awal panjang $9,60 \pm 0,05$ cm dan berat $7,16 \pm 0,04$ gram dipelihara selama 60 hari. 5 ekor ikan disampling darah setelah diinfeksi bakteri 0,1 mL/ekor *A. hydrophila* dengan kepadatan bakteri 10^6 CFU/mL diambil pada H64, H67, H70 untuk analisis respon imun non-spesifik. Variabel penelitian yang diamati yaitu kadar hematokrit, total eritrosit, total leukosit, aktivitas fagositosis, indeks fagositosis, tingkat kelangsungan hidup, *relative percent survival* dan gejala klinis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang sama terhadap kadar hematokrit, leukosit, indeks fagositosis, dan tingkat kelangsungan hidup sebelum dan setelah infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. Penelitian ini membuktikan bahwa penambahan DDGS dan taurin dalam formulasi pakan tanpa tepung ikan dengan penambahan probiotik *Bacillus* sp. dapat meningkatkan respon imun non-spesifik ikan gabus (*Channa striata*).

Kata kunci: *distillers dried grains with solubles* (DDGS), ikan gabus, respon imun non-spesifik, taurin.

ABSTRACT

NON-SPECIFIC IMMUNE RESPONSE OF SNAKEHEAD FISH, *Channa striata* (BLOCH, 1793) WHICH WAS FEED WITH PLANT-BASED PROTEIN FISH FEED AGAINST *Aeromonas hydrophila* BACTERIAL INFECTION

By

Sefrian Meifaril Rayhan

Formulated feed made from fish meal can be replaced with plant protein-based feed, namely by substituting the fish meal protein source with distillers dried grain with solubles (DDGS) and taurine. The addition of probiotics is needed to improve the survival and health performance of snakehead fish. The aim of this study was to evaluate the effect of providing DDGS and taurine in feed formulations without fish meal with the addition of the probiotic *Bacillus* sp. against the non-specific immune response of snakehead fish (*Channa striata*). The research design used was a completely randomized design (CRD) consisting of 6 treatments with 3 replications each: P1 (DDGS 0%+taurine 0%) P2 (DDGS 5%+taurine 0.5%) P3 (DDGS 5%+taurine 0%) P4 (DDGS 10%+taurine 0.5%) P5 (DDGS 15%+taurine 1%) and P6 (DDGS 20%+taurine 1.5%). Probiotic *Bacillus* sp. given to all treatments as much as 10 ml/kg feed. The test fish used had an initial average length of $9,60 \pm 0,05$ cm and a weight of $7,16 \pm 0,04$ grams and were kept for 60 days. 5 fish were blood sampled after being infected with the bacteria 0.1 mL/head *A. hydrophila* with density of 10^6 CFU/mL taken on H64, H67, H70 for analysis of non-specific immune responses. The research variables observed were hematocrit levels, total erythrocytes, total leukocytes, phagocytic activity, phagocytosis index, survival rate, relative percent survival and clinical symptoms. The results of the study showed that the treatment given provided the same effects for hematocrit levels, leukocytes, phagocytosis index, and survival rate before and after infection with the *A. hydrophila*. This research proves that the addition of DDGS and taurine in feed formulations without fish meal with the addition of the probiotic *Bacillus* sp. can increase the non-specific immune response of snakehead fish (*Channa striata*).

Keywords: Distillers dried grains with solubles (DDGS), snakehead fish, non-specific immune response, taurine.

RESPON IMUN NON-SPEKIFIK IKAN GABUS, *Channa striata* (BLOCH, 1793) YANG DIBERI PAKAN BERBASIS PROTEIN NABATI TERHADAP INFEKSI BAKTERI *Aeromonas hydrophila*

Oleh

Sefrian Meifaril Rayhan

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
2024**

Judul Skripsi : **RESPON IMUN NON-SPEKIFIK IKAN GABUS, *Channa striata* (BLOCH, 1793) YANG DIBERI PAKAN BERBASIS PROTEIN NABATI TERHADAP INFEKSI BAKTERI *Aeromonas hydrophila***

Nama Mahasiswa : **Sefrian Meifaril Rayhan**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2054111008

Jurusan /Program Studi : Perikanan dan Kelautan/Budidaya Perairan

Fakultas : Pertanian



MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Limin Santoso, S.Pi., M.Si.
NIP. 19770327 200501 1 001

Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si.
NIP. 19900318 201903 2 026

MENGETAHUI

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 19830923 200604 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Limin Santoso, S.Pi., M.Si.



Sekretaris : Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P.**





2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 September 2024

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Bandar Lampung, 26 September 2024.



Sefrian Meifaryl Rayhan
NPM. 2054111008

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kecamatan Batu Ketulis, Lampung Barat pada tanggal 06 Mei 2002. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, dari Bapak Sudarto dan Ibu Sri Maryuni. Penulis beragama Islam. Pendidikan yang pernah ditempuh yaitu TK N 1 Batu Ketulis, Sekolah Dasar (SD) di SD N 2 Bakhu, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP N 1 Belalau, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA N 1 Abung Semuli. Pada tahun 2020, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Perikanan dan Kelautan, Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur SMMPTN.

Penulis pernah mengikuti kegiatan magang di Balai Benih Ikan (BBI) Natar, Dinas Perikanan Kabupaten Lampung Selatan pada tahun 2022. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Banyu Urip, Kecamatan Wonosobo, Kabupaten Tanggamus selama 40 hari pada tahun 2023. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) dan mengikuti kegiatan Riset Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) sekaligus penelitian di Laboratorium Perikanan dan Kelautan Universitas Lampung dengan judul “RESPON IMUN NON-SPEKIFIK IKAN GABUS, *Channa striata* (BLOCH, 1793) YANG DIBERI PAKAN BERBASIS PROTEIN NABATI TERHADAP INFEKSI BAKTERI *Aeromonas hydrophila*.”

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih dan penyayang

Alhamdulillah dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT atas kenikmatan, kemudahan dan keberkahan dalam mengiringi langkah saya untuk menyelesaikan karya tulis ini.

Saya persembahkan karya tulis ini untuk kedua orang tua saya Bapak Sudarto dan Ibu Sri Maryuni yang telah memberikan dukungan, doa, nasihat dan segala pengorbanan yang terbaik untuk saya.

Kakak saya : Sefrio Miftahul Royan yang telah memberikan dukungan dan doa. Serta adik saya Sefrinda Masayu Raisya yang mendorong saya untuk sukses.

Teman-teman angkatan 2020 dan keluarga besar Perikanan dan Kelautan, Universitas Lampung.

Almamater kebanggan, Universitas Lampung.

MOTO

“Dan janganlah kamu (merasa) lemah dan janganlah (pula) bersedih hati, padahal kamulah yang paling tinggi (derajatnya) jika kamu orang-orang mukmin.”Q.S. Ali Imran: 139

“Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Allah adalah sebaik-baik pelindung.”Q.S. Ali Imran: 173

SANWANCANA

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “RESPON IMUN NON-SPEKIFIK IKAN GABUS, *Channa striata* (BLOCH, 1793) YANG DIBERI PAKAN BERBASIS PROTEIN NABATI TERHADAP INFEKSI BAKTERI *Aeromonas hydrophila*.” sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini;
2. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lampung untuk hibah Penelitian Berbasis Merdeka Belajar Kampus Merdeka Universitas Lampung Diketahui oleh Limin Santoso, S.Pi., M.Si. dengan nomor kontrak 907/UN26.21/PN/2023;
4. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
5. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Lampung serta dukungannya atas sarana dan prasarana dalam proses penyelesaian skripsi ini;
6. Limin Santoso, S.Pi., M.Si. selaku pembimbing utama, terima kasih atas kesediaannya dalam memberi dukungan, bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;

7. Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si. selaku pembimbing kedua, terima kasih atas kesediaannya dalam memberi dukungan, bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
8. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P. selaku pembimbing penguji sekaligus pembimbing akademik, terima kasih atas dukungan, saran dan kritik dalam penyelesaian skripsi ini;
9. Seluruh dosen, staf administrasi, dan staf Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan;
10. Kedua orang tua saya, kakak kandung saya, adik kandung saya, dan sepupu saya yang telah mendoakan dan memberikan dukungan dan kasih sayang kepada saya;
11. Bapak tiri saya, bapak Ponco Prasetyo Budiarto yang telah mendoakan dan memberikan dukungan kepada saya;
12. Rekan projek penelitian, Meileni, Astrid, Rani, Rindi, Shinta, Cipto, Frido, Garin, Zaki;
13. Seluruh teman-teman Budidaya Perairan angkatan 2020;
14. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung yang membantu dalam penelitian.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis memohon maaf dan penulis mengharapkan kritik serta saran yang membangun. Penulis mengucapkan terima kasih dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 26 September 2024.
Penulis,

Sefrian Meifaril Rayhan

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Kerangka Pikir Penelitian	4
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Gabus	7
2.2 Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	8
2.3 <i>Distillers Dried Grain With Solubles</i> (DDGS).....	9
2.4 Taurin.....	10
2.5 Probiotik <i>Bacillus</i> sp.....	11
2.6 Sistem Imun	12
2.7 Profil Darah	13
III. METODE PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat.....	14
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	14
3.3 Rancangan Penelitian.....	16
3.4 Prosedur Penelitian	17
3.4.1 Persiapan Pakan	17

3.4.2	Persiapan Wadah Pemeliharaan.....	18
3.4.3	Persiapan Ikan Uji.....	18
3.4.4	Pemeliharaan Ikan Uji	18
3.4.5	Uji LD ₅₀	19
3.4.6	Uji Tantang	19
3.5	Parameter Yang Diamati.....	19
3.5.1	Kadar Hematokrit	20
3.5.2	Total Eritrosit.....	20
3.5.3	Total Leukosit	20
3.5.4	Aktivitas Fagositosis dan Indeks Fagositosis	21
3.5.6	<i>Relative Percent Survival</i> (RPS).....	22
3.5.7	Kualitas Air.....	22
3.5.8	Gejala Klinis	22
3.6	Analisis Data.....	23
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1	Hasil.....	24
4.1.1	Analisis Proksimat Pakan Uji	24
4.1.2	Kadar Hematokrit	25
4.1.3	Total Eritrosit.....	26
4.1.4	Total Leukosit.....	27
4.1.5	Aktivitas Fagositosis.....	28
4.1.6	Indeks Fagositosis.....	29
4.1.7	Tingkat Kelangsungan Hidup	29
4.1.8	<i>Relative Percent Survival</i> (RPS).....	30
4.1.9	Gejala Klinis	31
4.1.10	Kualitas Air.....	31
4.2	Pembahasan	32
V.	SIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1	Simpulan.....	40
5.2	Saran	40
	DAFTAR PUSTAKA	42
	LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat penelitian.....	14
2. Bahan penelitian	16
3. Formulasi pakan.....	17
4. Kandungan nutrisi pakan berbasis nabati	24
5. Kualitas air sebelum dan setelah infeksi.....	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran	5
2. Ikan gabus.....	7
3. <i>Aeromonas hydrophila</i> perbesaran 1000x	9
4. <i>Distillers dried grain with solubles</i> (DDGS)	10
5. Struktur kimia taurin	11
6. Probiotik <i>Bacillus</i> sp.	12
7. Darah ikan gabus	13
8. Tata letak wadah pemeliharaan	17
9. Kadar hematokrit ikan gabus yang diberi perlakuan sebelum dan setelah infeksi bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	25
10. Total eritrosit ikan gabus yang diberi perlakuan sebelum dan setelah infeksi bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	26
11. Total leukosit ikan gabus yang diberi perlakuan sebelum dan setelah infeksi bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	27
12. Aktivitas fagositosis ikan gabus yang diberi perlakuan sebelum dan setelah infeksi bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	28
13. Indeks fagositosis ikan gabus yang diberi perlakuan sebelum dan setelah infeksi bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	29
14. Tingkat kelangsungan hidup ikan gabus selama 60 hari.....	30
15. <i>Relative Percent Survival</i> ikan gabus yang diamati setelah infeksi bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Uji LD50	51
2. Uji statistik hematokrit	52
3. Uji statistik total eritrosit	54
4. Uji statistik total leukosit	57
5. Uji statistik aktivitas fagositosis	59
6. Uji statistik indeks fagositosis	61
7. Uji statistik tingkat kelangsungan hidup 60 hari	63
8. Gejala klinis	64
9. Dokumentasi penelitian	65

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan gabus (*Channa striata*) dikenal sebagai ikan yang memiliki kandungan protein yang tinggi dan kadar lemaknya yang rendah. Hal ini menjadikan ikan gabus sebagai pilihan makanan sehat yang banyak diminati berbagai kalangan sehingga menambah permintaan terhadap ikan tersebut. Meskipun ikan gabus memiliki potensi besar dalam manfaat ekonomi dan kuliner di Indonesia, pengelolaan yang tepat sangat penting untuk menghindari masalah ekologi. Produksi ikan gabus pada tahun 2015 sebesar 6.490 ton kemudian mengalami peningkatan menjadi 21.987 ton di tahun 2019 (KKP, 2020). Namun, sebesar 50% merupakan hasil perikanan tangkap dari hasil tangkap ikan air tawar (Gumiri *et al.*, 2018), Intensitas penangkapan ikan gabus di alam liar cukup tinggi yang menyebabkan jumlah ikan pada habitat aslinya berkurang (Muslim *et al.*, 2021). Bila hal ini terus dilakukan, maka akan berdampak buruk hingga menyebabkan kepunahan dimasa mendatang. Oleh karena itu, untuk menghindari hal tersebut perlu dilakukannya upaya budi daya.

Pada budi daya ikan gabus di Indonesia, pakan komersil dengan bahan baku tepung ikan menjadi kendala yang sering dialami karena membutuhkan biaya pengeluaran yang tinggi. Data Statistik Impor Hasil Perikanan (2021), impor tepung ikan mengalami kenaikan dengan rata-rata 15,67% dalam kurun waktu 5 tahun dan menjadi komoditas impor paling tinggi pada tahun 2020. Permasalahan yang kemudian muncul pada saat budi daya ikan gabus yaitu tingkat kematian yang cukup tinggi. Menurut Hidayat *et al.* (2013) kematian ikan gabus selama pemeliharaan diduga akibat serangan bakteri *Aeromonas hydrophila*

yang menyebabkan penyakit *Motile Aeromonas Septicemia* (MAS) dengan tingkat kematian mencapai 80%.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan alternatif pengganti tepung ikan sehingga dapat menekan biaya produksi namun tetap menghasilkan pakan yang berkualitas dan dapat menunjang pertumbuhan serta kelangsungan hidup ikan gabus, yaitu menggunakan sumber protein nabati seperti *distiller's dried grains with solubles* (DDGS). DDGS merupakan hasil produk sampingan etanol melalui fermentasi biji jagung yang berupa serat, lemak, dan protein (Sandor *et al.*, 2021). Hasil penelitian Herath *et al.* (2016) mengatakan bahwa DDGS adalah pilihan terbaik untuk substitusi tepung ikan pada benih ikan nila. Serupa dengan penelitian Gyan *et al.* (2022) menyatakan bahwa salah satu sumber protein nabati yang menjadi substitusi tepung ikan yaitu DDGS yang memiliki kandungan protein 28%; lemak 17%; serat kasar 10%; BETN 27%; dan energi sebanyak 31,50 kkal/kg (Natsir *et al.*, 2019). Penelitian Suprayudi *et al.* (2013) melaporkan bahwa penggunaan DDGS jagung sebesar 20% dalam formulasi pakan buatan dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup benih ikan gurame.

Dalam pembuatan pakan berbahan baku DDGS, diperlukan penambahan asam amino agar dapat menghasilkan mutu pakan yang berkualitas (Indarto *et al.*, 2011) salah satu sumber asam amino yang ditambahkan yaitu taurin. Hasil penelitian Marcellia *et al.* (2013) menyatakan bahwa penambahan taurin sebagai suplemen mampu meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan pada ikan yang diberi pakan protein pengganti tepung ikan. Hal tersebut serupa dengan penelitian Hongmanee *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa suplementasi taurin pada pakan berbasis protein nabati dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan dan pemanfaatan pakan juvenil ikan gabus. Hal ini membuktikan bahwa DDGS dan taurin berpotensi digunakan sebagai bahan baku alternatif pengganti tepung ikan dalam formulasi pakan buatan.

Ikan gabus merupakan ikan karnivora air tawar sehingga akan sulit mencerna DDGS yang digunakan sebagai sumber protein nabati. Upaya yang dilakukan untuk mempermudah proses pencernaan dan penyerapan DDGS dengan baik yaitu dengan menambahkan probiotik. Dalam penelitian Sya'bani *et al.* (2015), probiotik *Bacillus* sp. mampu meningkatkan pencernaan pakan, pertumbuhan panjang mutlak, memberikan pengaruh yang relatif lebih baik pada laju pertumbuhan harian, menghasilkan nilai rasio konversi pakan yang rendah serta menghasilkan tingkat kelangsungan hidup dan respon imun tertinggi pada benih ikan lele (*Clarias gariepinus*). Pemberian probiotik *Bacillus* sp. dengan dosis 10 ml/kg pakan dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan patin (Setiawati *et al.*, 2013) serta pada dosis 10 ml/kg pakan dapat mencerna pakan lebih baik dan penyerapan nutrisi lebih optimal pada ikan mas (Haetami *et al.*, 2022).

Kajian tentang kombinasi DDGS dan taurin pada pakan buatan sudah pernah dilakukan. Hasil penelitian Rutmaida, (2023) melaporkan bahwa penambahan tepung DDGS dan taurin 0,5% dalam pakan berbasis *Meat Bone Meal* (MBM) berbeda nyata terhadap performa pertumbuhan dan tidak berbeda nyata terhadap kadar glukosa darah benih ikan gabus, kajian tentang kombinasi DDGS dan taurin terhadap respon imun ikan gabus masih sangat sedikit. Oleh karena itu, diperlukan kajian lebih lanjut terkait respon imun non-spesifik ikan gabus, (*Channa striata*) yang diberi pakan dengan bahan baku DDGS dan taurin dengan penambahan probiotik *Bacillus* sp. terhadap infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*.

1.2 Tujuan Penelitian

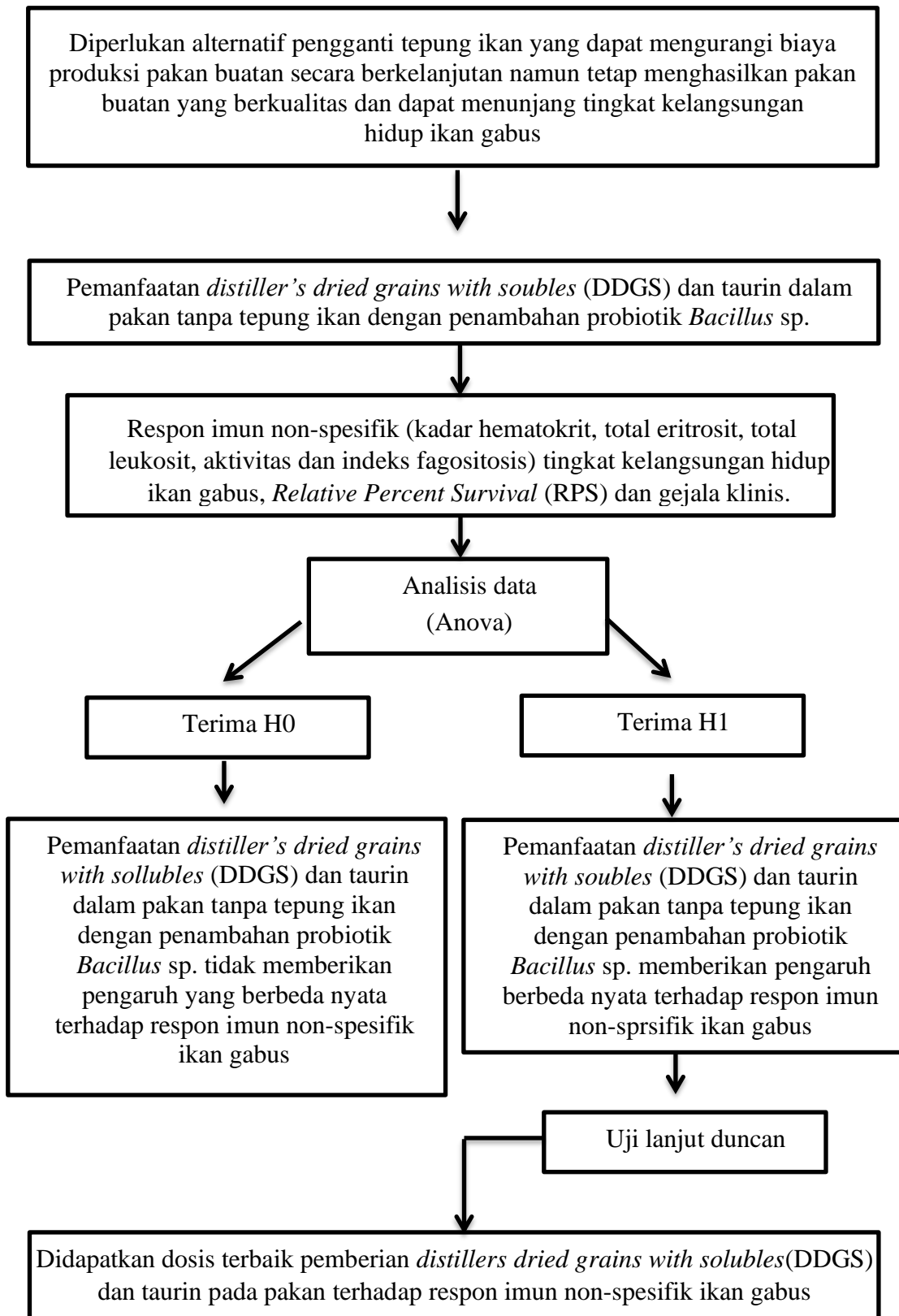
Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengkaji dan mengevaluasi respon imun non-spesifik ikan gabus yang diberi pakan dengan bahan baku DDGS dan taurin dengan penambahan probiotik *Bacillus* sp. terhadap infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu memberikan informasi tentang respon imun non-spesifik ikan gabus yang diberi pakan dengan bahan baku DDGS dan taurin dengan penambahan probiotik *Bacillus* sp. terhadap infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*.

1.4 Kerangka Pikir Penelitian

Pakan menjadi komponen utama dalam budi daya ikan gabus. Hingga kini, pembudidaya ikan gabus masih menggunakan pakan komersil yang sebagian besar kandungan proteinnya berbahan dasar tepung ikan, namun permintaan tepung ikan terus meningkat yang membuat ketersediaannya tidak selalu terpenuhi. Selain itu, serangan bakteri *Aeromonas hydrophila* dapat menyebabkan kematian pada ikan hingga 80%. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan alternatif pengganti tepung ikan dengan bahan baku lokal murah sehingga dapat menekan biaya produksi pakan buatan namun tetap menghasilkan pakan yang berkualitas dan dapat menunjang pertumbuhan serta kelangsungan hidup ikan gabus, yaitu penggunaan *distiller's dried grains with solubles* (DDGS) dan taurin dalam formulasi pakan buatan. Kombinasi antara DDGS dan taurin dapat digunakan sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan gabus. Penambahan probiotik *Bacillus* sp. diperlukan untuk mempermudah proses pencernaan dan penyerapan DDGS dan taurin oleh ikan gabus dengan baik. Berikut merupakan diagram alir kerangka pikir penelitian yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang didapatkan untuk penelitian ini yaitu :

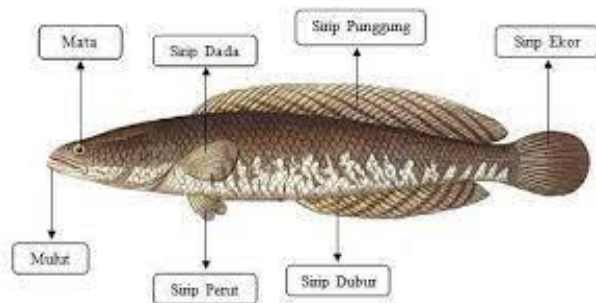
- a. Kadar Hematokrit
 - H0: $\tau_i = 0$: Semua perlakuan pemberian DDGS dan taurin pada pakan tanpa tepung ikan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap kadar hematokrit ikan gabus
 - H1: $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu perlakuan pemberian DDGS dan taurin pada pakan tanpa tepung ikan yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kadar hematokrit ikan gabus
- b. Total Eritrosit
 - H0: $\tau_i = 0$: Semua perlakuan pemberian DDGS dan taurin pada pakan tanpa tepung ikan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap kadar eritrosit ikan gabus.
 - H1: $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu perlakuan pemberian DDGS dan taurin pada pakan tanpa tepung ikan yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kadar hematokrit ikan gabus.
- c. Total Leukosit
 - H0: $\tau_i = 0$: Semua perlakuan pemberian DDGS dan taurin pada pakan tanpa tepung ikan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap kadar leukosit ikan gabus.
 - H1: $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu perlakuan pemberian DDGS dan taurin pada pakan tanpa tepung ikan yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kadar leukosit ikan gabus.
- d. Aktivitas Fagositosis dan Indeks Fagositosis
 - H0: $\tau_i = 0$: Semua perlakuan pemberian DDGS dan taurin pada pakan tanpa tepung ikan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap aktivitas fagositosis dan indeks fagositosis ikan gabus.
 - H1: $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu perlakuan pemberian DDGS dan taurin pada pakan tanpa tepung ikan yang memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap aktivitas fagositosis dan indeks fagositosis ikan gabus.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Gabus

Menurut Froese & Pauly (2024), klasifikasi ikan gabus adalah berikut:

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Class : Pisces
Ordo : Perciformes
Family : Channidae
Genus : *Channa*
Spesies : *Channa striata*



Gambar 2. Ikan gabus (*Channa striata*)
Sumber : Courtenay (2004).

Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan jenis ikan air tawar yang banyak dijumpai di perairan umum. Habitat ikan gabus adalah di muara sungai, danau, rawa, bahkan dapat hidup di perairan yang kandungan oksigennya rendah seperti sungai, danau, waduk hingga rawa (Agustin *et al.*, 2022). 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 sedikit membulat. Ikan gabus termasuk golongan ikan yang mempunyai alat bantu pernafasan (*Breathing organ*) yaitu labirin, terletak di bagian atas insang dan berfungsi untuk menghirup oksigen dari atmosfer (Pertiwi *et al.*, 2017).

Performa pertumbuhan dari ikan gabus tergolong lambat. Ikan gabus memerlukan protein, lemak dan karbohidrat yang digunakan untuk menghasilkan energi agar proses pertumbuhan ikan gabus optimal (Purnama *et al.*, 2021). Webster & Lim. (2002) menyatakan bahwa benih ikan gabus yang dipelihara secara intensif membutuhkan protein sebesar 8,43%, sementara ikan gabus yang berumur lebih dari 30 hari membutuhkan protein sebanyak 36% untuk menunjang pertumbuhannya.

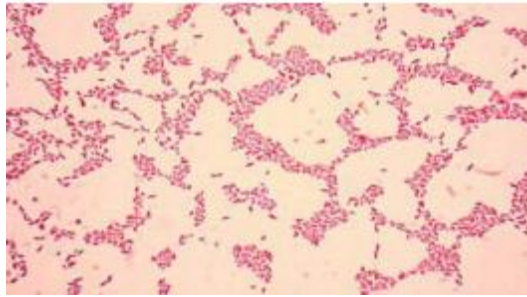
2.2 Bakteri *Aeromonas hydrophila*

Bakteri *Aeromonas hydrophila* diklasifikasikan sebagai berikut (Holt *et al.* 1994):

Filum	: Protophyta
Kelas	: Schizomycetes
Ordo	: Pseudomonadales
Sub Ordo	: Pseumodineae
Famili	: Vibrionaceae
Genus	: <i>Aeromonas</i>
Species	: <i>Aeromonas hydrophila</i>

Aeromonas hydrophila termasuk golongan bakteri gram-negatif berbentuk batang pendek tunggal maupun berpasangan berukuran 0,8-1,0 μm . Beberapa diantaranya berbentuk *cocoid* (bulat), dan memiliki flagella sehingga bersifat motil. Morfologi koloni berwarna putih-krem kekuningan, sirkuler, cembung dan sedikit bergeri pada pinggiran koloni (Muslikha, 2016). *Aeromonas hydrophila* merupakan bakteri dengan lapisan peptidoglikan tipis, terdiri atas 1-2 lapis sehingga pori-pori pada dinding sel gram negatif besar. Dinding sel bakteri gram negatif mengandung persentase lipid, lemak, atau zat mirip lemak yang lebih tinggi. Selama pewarnaan gram, pencucian dengan alkohol menyebabkan lemak diekstraksi yang

mengubah bakteri menjadi merah atau merah muda karena penyerapan pewarna safranin. Bakteri *Aeromonas hydrophila* dicirikan dengan batang pendek, bersifat aerob serta fakultatif anaerob, tidak berspora, bersifat motil, flagella dan hidup pada suhu 27°C (Aoki, 2016). Gambar *Aeromonas hydrophila* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Aeromonas hydrophila* perbesaran 100x
Sumber : Yulita (2002).

Salah satu penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila* yaitu *Motile Aeromonas Septicimia* (MAS) (White, 1989). Penyebaran MAS dapat menyebar dengan cepat dalam kurun waktu 2-3 hari, sehingga dapat menyebabkan kematian massal dan mengakibatkan kerugian. Secara umum, ciri dari ikan air tawar yang terjangkit MAS akibat infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* yaitu ikan akan kehilangan nafsu makan, terdapat luka kemerahan pada permukaan tubuh dan mengeluarkan darah apabila sudah sangat parah, pendarahan pada insang ikan, perut membesar berisi cairan, sisik perlahan lepas satu-persatu, apabila dibedah maka akan tampak kerusakan pada jaringan penyusun hati, ginjal dan limfa (Austin & Austin, 1993).

2.3 Distillers Dried Grain With Solubles (DDGS)

Distillers dried grain with solubles (DDGS) merupakan produk sampingan dari biji jagung yang diubah menjadi etanol melalui proses fermentasi dengan bantuan enzim dan ragi. Pada proses pembuatan etanol terdapat residu yang diperoleh setelah jagung yang digiling dan difermentasikan oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae* mengalami proses destilasi. Residu tersebut kemudian dipadatkan dan dikeringkan hingga menjadi 75% dari bobot awal. Kandungan pada DDGS be-

rupa protein 28%, lemak 17%, serat kasar 10%, BETN 27%, dan energi sebanyak 31,50 kkal/kg (Natsir *et al.*, 2019). DDGS merupakan produk granular dengan warna kuning muda hingga coklat tua (Gica *et al.*, 2021). Proses fermentasi pada DDGS dapat meningkatkan nilai nutrisi yang terkandung pada DDGS (Filipe *et al.*, 2023). Gambar DDGS disajikan pada Gambar 4.



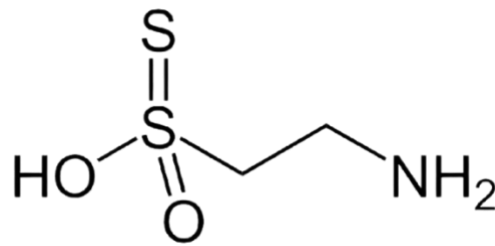
Gambar 4. *Distillers dried grains with Solubles* (DDGS)
Sumber: agrifeeds.co.nz

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa DDGS dapat menggantikan sebagian atau keseluruhan dari tepung ikan. Pakan ikan berdampak positif terhadap pertumbuhan dan mengurangi dampak negatif budi daya perikanan terhadap lingkungan (Oliveira *et al.*, 2020). DDGS mengandung persentase sel ragi yang tinggi setara dengan 4-7% dari komposisi DDGS. Oleh karena itu, penambahan DDGS dalam pakan buatan dapat berperan sebagai senyawa antimikroba yang membantu meningkatkan imunitas ikan dan krustasea (Goda *et al.*, 2020).

2.4 Taurin

Taurin secara kimia dikenal sebagai asam *2-aminoethanesulfonic* ($C_2H_7NO_3S$) merupakan asam amino esensial yang terdapat pada jaringan tubuh. Kandungan sulfur pada taurin memiliki peranan sebagai antioksidan, osmoregulasi, pertumbuhan dan keseimbangan homeostatis. Taurin berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan beberapa jenis larva ikan (Matsunari *et al.*, 2005 & Kim *et al.*, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Jusadi *et al.* (2015) menunjukkan bahwa pemberian taurin pada larva kerapu bebek umur 16 hari berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang ikan dibandingkan dengan larva yang tidak diberi taurin. Taurin memiliki peranan utama sebagai antioksidan, stabilitas membran

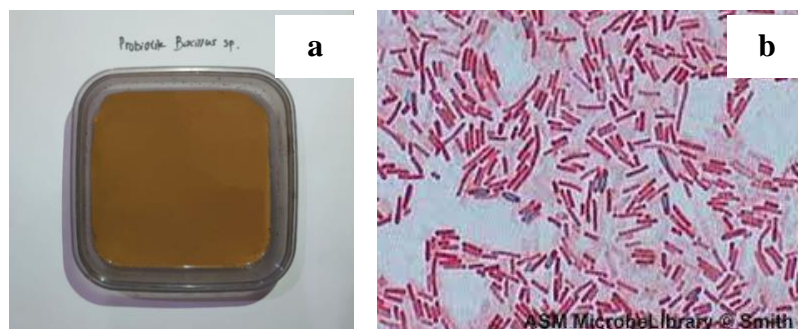
sel, keseimbangan homeostatis dari kalsium, memacu pertumbuhan, osmoregulasi dan penglihatan (Widyasti *et al.*, 2013). Taurin telah diterapkan dalam nutrisi akuatik. Taurin sangat efektif untuk melawan oksidatif, mengurangi stres serta membantu dalam proses pencernaan, terutama pada bagian hati dan ginjal (Liu *et al.*, 2022). Gambar struktur kimia taurin dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur kimia taurin
Sumber: Ripps & Shen (2012)

2.5 Probiotik *Bacillus* sp.

Probiotik diketahui mampu meningkatkan ketahanan tubuh dan memperbaiki kualitas air. Saluran pencernaan yang terdapat pada ikan karnivora sedikitnya ada sembilan bakteri yang memiliki fungsi membantu peningkatan kecernaan pakan. Menurut Jayadi *et al.* (2021), probiotik *Bacillus* sp. dapat meningkatkan kecernaan pakan serta pertumbuhan ikan gabus.



Gambar 6. Probiotik *Bacillus* sp.

Keterangan: (a). Probiotik *Bacillus* sp.: (b). Morfologi *Bacillus* sp. dengan pewarnaan spora. Sumber: Gutierrez-Jimenez ASM MicrobeLibrary.org.

Probiotik *Bacillus* sp. akan membantu proses pencernaan ikan dengan melepas enzim amilase, protease, lipase, dan selulosa yang akan menghidrolisis nutrisi

pada pakan seperti karbohidrat, protein, dan lemak (molekul kompleks) menjadi molekul sederhana. Pemecahan molekul menjadi bentuk yang lebih sederhana ini akan membantu penyerapan makanan (Sainah *et al.*, 2016). Setiawati *et al.* (2013) menyatakan bahwa probiotik *Bacillus* sp. dengan dosis 10 ml/kg pakan dapat meningkatkan pertumbuhan dan ke-langsungan hidup ikan patin. Berikut gambaran probiotik *Bacillus* sp. yang disajikan dalam Gambar 6.

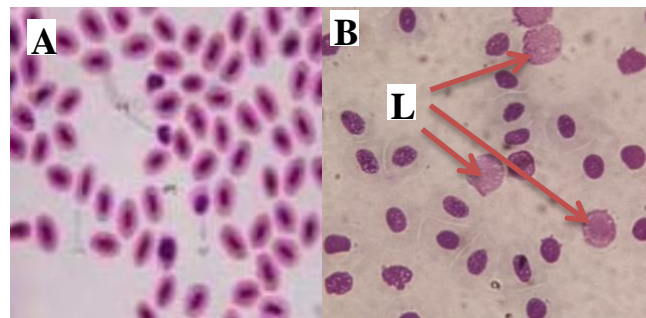
2.6 Sistem Imun

Sistem Imun atau kekebalan tubuh adalah mekanisme pertahanan diri terhadap partikel asing/patogen. Setiap adanya infeksi mikroorganisme baik bakteri, virus dan parasit/jamur ke dalam tubuh, maka ikan atau udang akan memberikan respon dengan sistem pertahanan tubuh. Ikan umumnya memiliki sistem imun spesifik dan sistem imun non-spesifik. Sistem imun merupakan mekanisme yang digunakan untuk mempertahankan tubuh dari bahaya yang dapat ditimbulkan berbagai bahan dalam lingkungan hidup. Sistem imun terdiri dari sistem imun alamiah (non-spesifik) dan sistem imun didapat (spesifik). Sistem imun alami dapat diartikan sebagai imunitas bawaan yang telah dimiliki sejak awal. Imunitas bawaan akan teraktivasi ketika suatu sistem kekebalan mulai mengenali sifat kimiawi dari antigen. Sedangkan sistem imun didapat seperti yang dijelaskan oleh Djauhari *et al.* (2020), sistem imun adaptif yang diperoleh dan berkembang dengan cara mempelajari pada setiap antigen yang menyerang dan mengembangkan memori pengingat untuk mengenalinya pada jangka waktu ke depan jika terjadi penyerangan lagi.

Sistem imun dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: temperatur, kebiasaan hidup ikan dan *cell-mediated immunity* (Rahmaningsih, 2018). Sistem imun non-spesifik merupakan pertahanan tubuh terdepan dalam menghadapi serangan berbagai mikroorganisme sehingga dapat memberikan respon langsung. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap sistem imun non-spesifik adalah spesies, faktor keturunan dan usia, suhu, pengaruh hormon serta faktor kondisi (Rahmaningsih, 2018). Respon imun pada ikan baru terbentuk sempurna saat ikan sudah dewasa (Ode, 2013).

2.7 Profil Darah

Darah menjadi hal yang sangat penting dalam tubuh makhluk hidup. Darah berfungsi untuk mengangkut oksigen, hormon dan nutrient. Darah juga menjadi parameter dalam melihat kelainan yang ada pada ikan. Beberapa parameter yang dapat memperlihatkan adanya gangguan pada tubuh ikan yaitu kadar hematokrit, total eritrosit, total leukosit, aktivitas fagositosis dan indeks fagositosis. Gambaran darah ikan gabus disajikan dalam Gambar 7.



Gambar 7. Gambaran darah ikan gabus, *Channa striata*.
Keterangan: (A): gambaran darah ikan gabus sebelum uji tantang (B): setelah dilakukan uji tantang (L): lisis.

Darah merupakan parameter yang dapat digunakan untuk melihat kelainan yang terjadi pada ikan, baik yang terjadi karena lingkungan ataupun karena penyakit. Ikan yang terserang penyakit akan mengalami perubahan pada nilai hematokrit, kadar hemoglobin, jumlah eritrosit dan leukosit. Pemeriksaan darah menjadi indikator tingkatan suatu penyakit. Studi hematologis merupakan kriteria yang sangat penting untuk diagnosis dan penentuan status kesehatan ikan (Hidayat *et al.*, 2014). Perbedaan jumlah eritrosit sebelum dan setelah uji tantang dapat dilihat pada Gambar 7. Saat kondisi patologis maka kadar hematokrit, hemoglobin, total eritrosit, total leukosit, limfosit, monosit dan neutrofil dapat menyimpang dari kadar normal. Penyimpangan dapat meningkat atau menurun tergantung dari faktor penyebabnya. Eritrosit pada ikan gabus pasca uji tantang cenderung menurun disebabkan bakteri patogen melisis eritrosit sehingga pasca infeksi jumlahnya menurun. Dinyatakan dalam penelitian Ray *et al.* (2019), bahwa *Aeromonas hydrophila* memproduksi eksotoksin berupa hemolysin, merupakan enzim yang dapat melisis eritrosit dan membebaskan hemoglobin, sehingga eritrosit ikan yang terinfeksi menurun.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober sampai dengan Desember tahun 2023 di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Nama alat, jumlah, dan kegunaan yang digunakan pada penelitian.

No.	Alat	Jumlah	Kegunaan
1	Preparat ulas darah	90 buah	Objek <i>glass</i> untuk pengamatan objek penelitian.
2	Mikropipet	10 buah	Untuk memindahkan larutan/cairan dari satu tempat ketempat lainnya.
3	Mikroskop	1 buah	Untuk mengamati objek penelitian.
4	Sputit 1 cc	145 buah	Untuk menyuntikkan atau menghisap larutan atau cairan.
5	Tabung Kapiler Darah	90 buah	Untuk mengambil sampel cair dalam jumlah yang kecil.
6	<i>Microtube</i>	90 buah	Sebagai tempat penyimpanan atau mencampur larutan.
7	<i>Haemocytometer</i>	2 buah	Alat perhitungan sel secara cepat.
8	Pipet tetes	10 buah	Untuk memindahkan larutan dari suatu tempat ketempat lainnya.
9	Nampan	2 buah	Sebagai tempat meletakkan alat maupun bahan.
10	Pipet thoma	2 buah	Digunakan sebagai alat pengaduk atau pengenceran sampel darah.
11	Mikrotip	1 buah	Digunakan untuk mengambil larutan dalam volume kecil.
12	Gelas ukur 1L	2 buah	Untuk mengukur volume larutan atau cairan dengan tepat.

No.	Nama Alat	Jumlah	Kegunaan
15	Penggaris	1 buah	Untuk mengukur panjang benda berukuran sedang.
16	Cawan petri	3 buah	Untuk membiakkan sel dengan menyediakan ruang dan mencegah kontaminasi.
17	Tabung reaksi	9 buah	Untuk melakukan uji biokimia dan menumbuhkan media.
18	Botol sampel	3 buah	Digunakan sebagai tempat penyimpanan sampel.
19	<i>Incubator</i>	1 buah	Wadah inkubasi untuk membudi dayakan organisme sel, baik uniseluler maupun multiseluler.
20	Alat tulis	1 set	Digunakan untuk mencatat setiap kegiatan yang dilakukan.
21	<i>Centrifuge</i>	1 buah	Berfungsi untuk memisahkan pellet dari substansi sampel cair.
22	Kamera	1 buah	Digunakan untuk mendokumentasikan setiap kegiatan.
23	Lemari pendingin	1 buah	Sebagai tempat penyimpanan media atau larutan dalam suhu rendah.
24	<i>Hot plate & Magnetic stirer</i>	1 buah	Alat untuk memanaskan atau menghangatkan sekaligus menghomogenkan larutan kimia.
25	<i>Microcentrifuge</i>	1 buah	Merupakan <i>centrifuge</i> yang mampu menampung sampel dalam ukuran kecil dalam kecepatan tinggi untuk mengendapkan sampel seperti asam nukleat dan protein.
26	<i>Magnetic stirer</i>	3 buah	Digunakan untuk mengaduk larutan bertujuan agar larutan terhomogen.
27	Baskom	3 buah	Sebagai wadah penyimpanan atau tempat meletakkan benda.
28	Erlenmayer 250 ml	4 buah	Sebagai wadah dari bahan kimia cair.
29	Jarum Ose	1 buah	Digunakan untuk memindahkan atau mengambil koloni suatu mikroba ke media yang akan digunakan.
30	Rak tabung	2 buah	Untuk menyimpan atau menata tabung reaksi.
31	<i>Cotton swab</i>	20 buah	Alat untuk mengambil berbagai sampel sesuai dengan kebutuhan.

Tabel 2. Bahan yang digunakan

No.	Nama Bahan	Jumlah	Kegunaan
1	Ikan gabus	270 ekor	Ikan uji.
2	Probiotik <i>Bacillus</i> sp.	800 ml	Meningkatkan kesehatan ikan dan pencernaan pakan.
3.	Tepung ikan	800 g	Sumber protein.
4.	DDGS	2,783 g	Sumber protein.
5.	Taurin	175 g	Sumber asam amino.
6.	Tepung kedelai	8,747 g	Sumber lisin.
7.	<i>Meat and bone meal</i>	9,625 g	Sumber asam amino.
8.	Tepung jagung	506 g	Sumber energi.
9.	Tepung singkong	4.500 g	Sumber karbohidrat dan energi.
10.	Minyak kedelai	1.200 ml	Sumber asam amino esensial.
11.	Minyak ikan	600 ml	Sumber lemak hewani dan vitamin A.
12.	Dikalsium fosfat	207 g	Sumber kalsium dan fosfor.
13.	Vitamin dan mineral mix	600 g	Sumber vitamin dan mineral.
14.	DL-metionin	22,5 g	Sumber asam amino esensial.
15.	L-cystine	120,5 g	Sumber asam amino.
16.	L-lysin	114 g	Sumber asam amino esensial.

3.3 Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), terdiri dari 6 perlakuan masing-masing 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah sebagai berikut :

P1 (Kontrol negatif) : DDGS 0% + taurin 0% + probiotik 10 ml/kg pakan.

P2 (Kontrol positif) : DDGS 5% + taurin 0,5% + probiotik 10 ml/kg pakan.

P3 : DDGS 5% + taurin 0% + probiotik 10 ml/kg pakan.

P4 : DDGS 10% + taurin 0,5% + probiotik 10 ml/kg pakan.

P5 : DDGS 15% + taurin 1% + probiotik 10 ml/kg pakan.

P6 : DDGS 20% + taurin 1,5% + probiotik 10 ml/kg pakan.

Formulasi yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Formulasi pakan uji

No.	Bahan baku	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1.	Tepung ikan	160	0	0	0	0	0
2.	Tepung daging dan tulang	190	347	347	347	347	347
3..	Tepung kedelai	300	350,6	350,6	300	249,4	198,8
4.	DDGS	0	50,6	50,6	101,2	151,8	202,4
5.	Tepung jagung	101,2	0	0	0	0	0
6.	Tepung singkong	150	150	150	150	150	150
7.	Minyak kedelai	40	40	40	40	40	40
8.	Minyak ikan	20	20	20	20	20	20
9.	Dikalsium fosfat	11,4	7,5	12,5	7,5	2,5	0
10.	Vitamin mix	10	10	10	10	10	10
11.	Mineral mix	10	10	10	10	10	10
12.	DL-metionin	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
13.	L-triptophan	4,6	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
14.	L-lisin	2,8	4,5	4,5	4,5	4,5	2
15.	Taurin	0	5	0	5	10	15
Total Gram		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Berikut ini tata letak wadah pemeliharaan ikan gabus yang disusun secara acak/random, disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tata letak wadah pemeliharaan

3. 4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang telah dilakukan meliputi uji pendahuluan, perhitungan formulasi pakan, pembuatan pakan, uji proksimat pakan, persiapan wadah pemeliharaan, persiapan ikan uji, pengukuran kualitas air, pemeliharaan ikan, ujiantang dan pengamatan hasil beberapa variabel penelitian.

3.4.1 Persiapan Pakan Uji

Setelah penentuan formulasi pakan yang akan digunakan dalam penelitian, langkah selanjutnya yaitu penimbangan pakan yang disesuaikan dengan formulasi

pakan. Selanjutnya tiap bahan pakan digiling hingga halus dan kemudian diayak agar menghasilkan tepung yang lebih halus. Selanjutnya dilakukan proses pencampuran bahan-bahan sesuai dengan formulasi pakan. Bahan yang telah tercampur rata akan dilakukan tahap pencetakan pelet apung berukuran 1 mm. Pelet yang telah dicetak akan dijemur hingga kering, selanjutnya dilakukan penyemprotan minyak ikan pada pelet kemudian pelet akan di oven. Tahap akhir proses pembuatan pakan yaitu pakan akan disemprotkan probiotik *Bacillus* sp. secara merata dan kemudian dikeringkan dan disimpan ke dalam plastik zip.

3.4.2 Persiapan Wadah Pemeliharaan

Wadah pemeliharaan ikan uji dalam penelitian ini menggunakan kontainer plastik berukuran 61 x 42,5 x 38 cm³, dengan kapasitas kontainer 70 liter berjumlah 18 kontainer. Tahapan yang perlu diperhatikan yaitu kontainer dibersihkan dan kemudian disterilisasi menggunakan kaporit yang telah ditambahkan air sebanyak 5 liter pada setiap kontainer. Proses sterilisasi berlangsung selama 24 jam, dan kemudian kontainer dibilas dan dikering anginkan. Kontainer yang sudah kering diisi air sebanyak 40 liter kemudian tiap kontainer dilengkapi dengan aerasi. Pada tiap wadah pemeliharaan diberikan asam humat sebanyak 0,0075 g/L air dan dihomogenkan menggunakan aerasi selama 24 jam.

3.4.3 Persiapan Ikan Uji

Ikan yang digunakan adalah ikan gabus berukuran rerata awal panjang $9,60 \pm 0,05$ cm dan berat $7,16 \pm 0,04$ gram berjumlah 270 ekor. Sebelum dimasukkan ke dalam wadah pemeliharaan, ikan akan diaklimatisasi selama 15-10 menit pada wadah stok ikan, lalu ikan dikeluarkan dari plastik *packing* ke dalam wadah stok ikan. Setelah itu ikan diadaptasikan selama 2 hari, kemudian dilakukan sampling awal dengan mengukur panjang dan bobot awal ikan. Ikan dipindahkan ke dalam wadah pemeliharaan dengan padat tebar 15 ekor/wadah pemeliharaan.

3.4.4 Pemeliharaan Ikan Uji

Pemeliharaan ikan dilakukan selama 60 hari kemudian dilanjutkan dengan ujiantang selama 7 hari. Pemberian pakan dilakukan sebanyak 3x sehari yaitu pada

pukul 08.00, 12.30, dan 19.00 WIB sebanyak 3% dengan perhitungan kebutuhan pakan harian berdasarkan bobot tubuh ikan. Penyiponan dilakukan sebanyak 1 kali se-minggu dengan tujuan untuk membersihkan wadah pemeliharaan dari sisa pakan dan feses ikan.

3.4.5. Uji LD₅₀

Uji Lethal Dosis 50 (LD₅₀) dilakukan untuk mengetahui efek toksik suatu senyawa yang dapat terjadi dalam jangka waktu singkat setelah pemberian dosis tertentu dan bermanfaat sebagai pencegahan maupun pengobatan bila tidak ada efek toksik atau keracunan (Lukistyowati dan Kurniasih, 2012). LD₅₀ dilakukan dengan 6 dosis kepadatan bakteri *Aeromonas hydrophila* yaitu kontrol, 1×10^5 , 1×10^6 , 1×10^7 , 1×10^8 , dan 1×10^9 CFU/ml. Ikan diinjeksi sebanyak 0,1 ml, setiap perlakuan berisi 5 ekor ikan.

3.4.6 Uji Tantang

Uji tantang dilakukan selama 7 hari dengan menginfeksi ikan menggunakan bakteri *Aeromonas hydrophila* setelah pemeliharaan selama 60 hari. Kemudian pengamatan dilakukan pada hari ke-63, ke-64, ke-67, dan ke-70. Ikan diinfeksi dengan cara injeksi intramuscular dengan dosis 0,1 ml/ekor menggunakan spuit 1 cc. Jumlah ikan yang diuji tantang yaitu 5 ekor/perlakuan. Uji tantang dilakukan dengan dosis kepadatan bakteri 1×10^6 CFU/ml, sesuai dengan hasil uji LD₅₀. Kepadatan bakteri 1×10^6 CFU/ml menunjukkan bahwa bakteri *Aeromonas hydrophila* dapat menginfeksi tubuh ikan gabus dengan mortalitas 30% dengan diinjeksi sebanyak 0,1 ml dalam rentang waktu 1x24 jam. Setelah ikan diuji tantang, dilakukan pengamatan hematokrit, total eritrosit, total leukosit, aktivitas fagositosis, indeks fagositosis, tingkat kelangsungan hidup ikan, *relative percent survival* (RPS), dan gejala klinis.

3.5 Parameter Yang Diamati

Parameter yang diamati yaitu: kadar hematokrit, total eritrosit, total leukosit, aktivitas fagositosis, indeks fagositosis, tingkat kelangsungan hidup, RPS, gejala klinis dan kualitas air.

3.5. 1 Kadar Hematokrit

Kadar hematokrit diukur dengan memasukkan darah ikan ke dalam tabung kapiler hingga $\frac{3}{4}$ bagian. Selanjutnya, salah satu ujung lubang tabung kapiler disumbat dengan menggunakan *crystoseal*. Tabung kapiler kemudian disentrifugasi menggunakan *microcentrifuge* selama 15 menit dengan kecepatan 3.500 rpm.

Selanjutnya volume padatan sel eritrosit dan volume darah total pada tabung kapiler diukur menggunakan penggaris. Pengukuran kadar hematokrit menggunakan rumus Lestari *et al.* (2019) seperti dibawah ini:

$$\text{Kadar Hematokrit (\%)} = \frac{\text{volume padatan sel}}{\text{volume darah}} \times 100\%$$

3.5. 2 Total Eritrosit

Darah ikan yang telah diberikan antikoagulan diambil menggunakan pipet thoma eritrosit dengan utir berwarna merah pada sisi tengah pipet dihisap hingga skala mencapai 0,5. Selanjutnya darah dicampur dengan larutan Hayem sampai batas 101. Pipet thoma kemudian dihomogenkan dengan cara diayun membentuk angka delapan selama 15-20 menit. Selanjutnya dibuang 2 tetes pertama larutan darah pada pipet thoma kemudian darah dimasukkan ke kamar hitung *haemocytometer*. Tutup *haemocytometer* menggunakan *coverglass* kemudian dilakukan perhitungan di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x. Jumlah eritrosit dihitung menggunakan metode L yakni dari sudut kiri atas mengarah ke kanan dan seterusnya. Kemudian dihitung menggunakan rumus Lestari *et al.* (2019) seperti dibawah ini:

$$N = n \times 10^4$$

Keterangan:

N = Jumlah total sel darah merah (sel/mm³)

n = Jumlah sel darah merah yang terdapat dalam 80 kotak kecil

3.5. 3 Total Leukosit

Darah yang telah diberi antikoagulan dengan pipet thoma leukosit, akan dihisap sampai skala 0,5. Selanjutnya darah dicampur dengan larutan Turk sampai batas

11 yang tertera pada pipet. Kemudian larutan darah dihomogenkan dengan cara menggoyangkan pipet membentuk angka delapan. Selanjutnya cairan dimasukkan ke kamar hitung dan dilakukan perhitungan di bawah mikroskop. Jumlah leukosit yang terdapat dalam keempat bidang besar dihitung pada sudut-sudut seluruh permukaan yang terbagi. Leukosit dihitung dari sudut kiri atas mengarah ke kanan kemudian turun ke bawah dan dari kanan ke kiri sampai dengan seterusnya. Setelah itu dihitung menggunakan rumus Lestari *et al.* (2019) :

$$N = n \times 50$$

Keterangan:

N = Jumlah sel darah putih (sel/mm³)

n = Jumlah sel darah putih yang terdapat dalam 64 kotak kecil.

3.5.4 Aktivitas Fagositosis Dan Indeks Fagositosis

Pengukuran aktivitas fagositosis dan indeks fagositosis dilakukan dengan cara mencampurkan 50µL darah dengan 50 µL suspensi bakteri *Aeromonas hydrophila* ke dalam *microtube* menggunakan mikropipet kemudian dihomogenkan dengan cara diayun membentuk angka delapan dan selanjutnya diinkubasi selama 20 menit didalam inkubator. Selanjutnya dibuat preparat ulas darah dengan cara mengambil darah pada *microtube* yang telah diinkubasi sebanyak 25 µL kemudian diletakkan diatas preparat. Darah kemudian diulas menggunakan ujung preparat dengan cara mendorong darah secara cepat dan dikering anginkan. Setelah kering, preparat diberi methanol secara merata pada permukaannya dan dikering anginkan kembali. Preparat diberi larutan giemsa untuk pewarnaan dan diamkan selama 1-2 kemudian dibilas menggunakan *aquades* lalu dikering anginkan. Selanjutnya dilakukan pengamatan dibawah mikroskop, ditambahkan 1 tetes minyak imersi pada preparat lalu diamati dengan perbesaran 100x. Rumus perhitungan Aktivitas fagositosis dan indeks fagositosis menggunakan rumus berikut.

$$\text{Aktivitas fagosit (\%)} = \frac{\text{Jumlah sel yang memfagosit bakteri}}{\text{Total sel fagosit (*)}} \times 100\%$$

$$\text{Indeks fagosit (\%)} = \frac{\text{Jumlah bakteri yang terfagosit}}{\text{Jumlah sel yang memfagosit}}$$

Keterangan:

(*) : Jumlah sel yang dihitung sebanyak 100 sel, baik yang sedang memfagosit maupun tidak memfagosit.

3.5.5 Tingkat Kelangsungan Hidup

Menurut Hidayat *et al.* (2013), rumus tingkat kelangsungan hidup atau survival rate (SR) adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

SR : *Survival rate* (%)

N_t : Jumlah ikan akhir pemeliharaan (ekor)

N₀ : Jumlah ikan awal pemeliharaan (ekor)

3.5.6 Relative Percent Survival (RPS)

Parameter *relative percent survival* dilakukan untuk mengetahui tingkat perlindungan relatif imunostimulan pada ikan gabus. Metode ini dianggap lebih akurat untuk digunakan dalam uji yang menggunakan perlakuan pada sebuah penelitian (Sauqi *et al.*, 2016). Menurut Amend, (1981), persamaan RPS adalah sebagai berikut :

$$RPS (\%) = \left(1 - \frac{\text{persentase mortalitas perlakuan}}{\text{persentase mortalitas kontrol}} \right) \times 100\%$$

3.5.7 Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan setiap 10 hari sekali selama masa pemeliharaan, yaitu pada saat sampling ikan. Pengukuran air berupa suhu, pH, oksigen terlarut, dan ammonia.

3.5.8 Gejala Klinis

Gejala klinis dapat diamati setiap hari secara visual setelah dilakukan ujiantang hingga akhir pemeliharaan. Ikan gabus yang diinfeksi dengan bakteri *Aeromonas hydrophila* mengalami gejala klinis hemoragi, tukak, kerusakan sirip, dan kondisi ikan mati (Aryadinata *et al.*, 2021). Berdasarkan penelitian Olga (2016), menun-

jukkan bahwa kematian ikan gabus setelah diinjeksi *Aeromonas hydrophilla* sebanyak 0,1 ml/ekor terjadi pada 1– 4 hari.

3. 6 Analisis Data

Data kuantitatif dari hasil penelitian seperti perhitungan hematokrit, jumlah eritrosit, jumlah leukosit, aktivitas fagositosis, indeks fagositosis, tingkat kelangsungan hidup, dan RPS dianalisis menggunakan analisis ragam (Anova) guna mengetahui pengaruh perlakuan yang diterapkan. Data yang didapatkan kemudian ditabulasi dengan menggunakan *Microsoft Excel 2010* dan dianalisis menggunakan program IBM SPSS 27. Apabila hasil analisis yang diperoleh berbeda nyata maka akan dilakukan uji lanjut Duncan pada tingkat kepercayaan 95%. Sedangkan untuk data kualitatif seperti analisis proksimat pakan uji, kualitas air dan gejala klinis akan diuji secara deskriptif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa penambahan DDGS dan taurin dalam formulasi pakan tanpa tepung ikan dengan penambahan probiotik *Bacillus* sp. dapat meningkatkan respon imun non-spesifik ikan gabus (*Channa striata*). Perlakuan yang diberikan memberikan nilai yang relatif sama terhadap kadar hematokrit, leukosit, indeks fagositosis, dan tingkat kelangsungan hidup sebelum dan setelah infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*.

5.2 Saran

Pemberian pakan berbasis DDGS dan taurin dengan penambahan probiotik *Bacillus* sp. dapat diaplikasikan pada budi daya ikan gabus. Berdasarkan penelitian, pembudi daya dapat memilih perlakuan 4 sebagai formulasi pakan yang memberikan pengaruh terbaik terhadap respon imun non-spesifik ikan gabus.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Adebayo, O. T., Fagbenro, O. A., Ajayi, C. B., & Popoola, O. M. 2007. Normal haematological profile of *Parachanna obscura* as a diagnostic tool in aquaculture. *International Journal of Zoological Research*, 3(4): 193-199.
- Agustin, A., Emilda, & Sari, T. A. 2022. Respon pertumbuhan ikan gabus (*Channa striata*) terhadap pemberian tepung ikan rucah dan udang pada pakan buatan. *Edubiologia*, 2(1): 55-62.
- Amend, D. F. 1981. Potency testing of fish vaccines. *Developments in Biological Standardization*, 49: 447-454.
- Amrullah. 2005. *Penggunaan Imonostimulan Spirula platensis untuk Meningkatkan Ketahanan Tubuh Ikan Koi (Cyprinus carpio) Terhadap Virus Herpes*. (Tesis). Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor, 51 hlm.
- Aoki, T. 2016. ASC- deficiency impairs host defense against *Aeromonas hydrophila* infection in Japanese Medaka, *Oryzias latipes*. *Fish & Shellfish Immunology*, 105 : 427-437.
- Aryadinata, A. F., Sasanti, A. D., & Yulisman, Y. 2021. Lama waktu pencegahan serangan *Aeromonas hydrophila* pada ikan gabus (*Channa striata*) yang diberi pakan mengandung jintan hitam (*Nigella sativa*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 9(1): 60-72.
- Austin, B., & Austin, D.A. 1993. *Bacterial Fish Pathogens. In Disease in Farmed and wild fish*. Ellis Horwood Ltd, Publisher, Chichester, England. 384 hlm.
- Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Mandiangin. 2014. *Naskah akademik Ikan Gabus Haruan (Channa striata, Bloch 1793) hasil domestikasi*. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan. Mandiangin.
- Boyd, C. E. 1990. *Water Quality in Pond Aquaculture*. Birmingham Publishing Co. Alabama. 122 hlm.
- Courtenay, W.R. 2004. *Snakehead (Pisces, Channidae). A Biological Synopsys and Risk Assesment*. United States Geological Circular, 1251 hlm.

- Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan. *Statistik Impor Hasil Perikanan Tahun 2016-2020*. 2021. Sekretariat Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan. Jakarta Pusat. 276 hlm.
- Djauhari, R., Matling, M., Monalisa, S. S., & Sianturi, E. 2019. Respon glukosa darah ikan betok (*Anabas testudineus*) terhadap stres padat tebar. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 8(2).
- Filipe, D., Dias, M., Magalhes, R., Fernandes, H., Salgo, J., Belo, I., Oliva, T. A., & Peres, H. 2023. *Solid-state fermentation of distillers dried grains with solubles improves digestibility for european seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles*. *Fishes*, 8(90): 1-15.
- Froses, R. & Pauly, D. Editor. 2024. Fishbase. World Wide Web electronics publication. www.fishbase.org. version (07/2024).
- Gica, W.T., Hai-Long, J., & Simplisio, E.A. 2021. Effect of treated corn distillers dried grains with soluble (DDGS) as dietary supplement on the growth and healthy performance of pigs: A Review. *Asian Journal of Research in Animal and Veterinary Science*, 7: 36–48.
- Goda, A.M.A.S., Sherine R.A., Nazmi H.M., Ahmad M.A., Mostafa K.S.T., Susan H.F., Baromh, Z.M., El-Haroun, E.R., & Simon, D. 2020. Assessment of a high protein distillers dried grain (HP-DDG) augmented with phytase in diets for european sea bass, *Dicentrarchus labrax* fingerlings on growth performance, haematological status, immune response and related gut and liver histology. *Journal Aquaculture*, 529: 617-735.
- Gumiri, S., Ardianor, A., Syahrudin, S., Ashari, G. Z., Komai, Y., Taki, K., & Thacibana, H. 2018. Seasonal yield and composition of an inland artisanal fishery in a humic floodplain ecosystem of Central Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 19(4): 1181-1185.
- Gupta A., Gupta P., & Dhawan A. 2014. Dietary supplementation of probiotics affect growth, immune response and disease resistance of *Cyprinus carpio* fry. *Fish and Shellfish Immunology*. 41(2):113-119.
- Gyan, R.W., Yang, Q., Tan, B., Dong, X., Chi, S., Liu, H., & Zhang, S. 2022. Effects of replacing fish meal with distillers' dried grains with solubles on the growth performance and gut microbiota in juvenile Pacific whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei*. *North American Journal Aquaculture*, 84: 191-205.

- Haetami, K., Mulyani., & Aisyah. 2022. Pengaruh induksi probiotik *Bacillus* CgM22 pada pakan terhadap pertambahan bobot ikan dan morfometrik villi usus ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Perikanan*, 12(3): 395-407.
- Hardi, E.H., Sukenda, E. Harris & Lusiastuti, A.M. 2011, Karakteristik dan patogenitas *Streptococcus agalactiae* Tipe β -hemolitik dan non-hemolitik pada ikan nila. *Jurnal Veteriner*, 12(2): 152-164.
- Harikrishnan, R., Balasundaramb, C., & Soo, H. M. 2012. Effect of probiotic enriched diet on *Paralichthys olivaceus* affected with Lymphocystis disease virus (LCDV). *Fish and Shellfish Immunology*, 29: 868-874.
- Hartika, R., Mustahal & Putra, A.N. 2014. Gambaran darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan penambahan dosis prebiotik yang berbeda dalam Pakan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 4(4): 259-267.
- 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): 1-8.
- Hidayat., Deny., Sasanti, A.D., & Yulisman. 2013. Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan Dan Efisiensi Pakan Ikan Gabus (*Channa striata*) Yang Diberi Pakan Berbahan Baku Tepung Keong Mas (*Pomacea* Sp). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2): 161-72.
- Hidayat, R., Harpeni, E., & Wardiyanto. 2014. Profil hematologi kakap putih (*Lates calcallifter*) yang distimulasi dengan jintan hitam (*Nigella sativa*) dan efektivitasnya terhadap infeksi *Vibrio alginolyticus*, *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3(1): 327-334.
- Holt, J.G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A., Staley, J. T., & Williams, S. T. 1994. *Bergey's Annual of Determinative Bacteriology*. Ninth Edition. Baltimore : The Wilia3ms and Wilkin Company, 786-788 hlm.
- Hongmanee, P., Wongmaneeprateep, S., Boonyoung, S., & Yuangsoi, B. 2022. The optimal dietary taurine supplementation in zero fish meal diet of juvenile snakehead fish (*Channa striata*). *Journal Aquaculture*, 553: 2-7.
- Indarto, E., Jamhari., Zahra, F., Zuprizal., & Kustantinah. 2011. Pengaruh penggunaan distillers dried grains and solubles (DDGS) pada ransum berenergi rendah terhadap karkas, lemak, abdominal, dan hati ayam broiler. *Jurnal Buletin Peternakan*, 35(2): 71-78.
- Jayadi, Harlina, Hamdillah, A., Nusyahrana, & Suryadi. 2021. Peningkatan kinerja pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata*) dengan probiotik EM4. *Jurnal Galung Tropika*, 10(1): 22-30.

- Jusadi, D., Aprilia, T., Suprayudi, M.A., & Yaniharto, D. 2015. Pengkayaan rotifer dengan asam amino bebas untuk larva kerapu bebek *Cromileptes altivelis*. Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. *Indonesian of Journal Marine Sciences*, 20(4), 207-214.
- Jusadi, D., Ruchyani, S., Mokoginta, I., & Ekasari, J. 2011. Peningkatan kelangsungan hidup dan perkembangan larva udang putih melalui pengayaan rotifera dengan taurin. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 10(2) : 131-136.
- KKP. 2020. Kelautan dan Perikanan dalam Angka dan Validasi Nasional. Diakses dari web : kkp.go.id.
- Kordi, K., & M. Ghufran, H. 2009. *Budidaya Perairan Buku Kedua*. PT Citra Aditya Bakti. Bandung, 445-964.
- Kordi, K., & M. Ghufran, H. 2010. *Panduan Lengkap Memelihara Ikan Tawar di Kolam Terpal*. Andi Publisher. Yogyakarta. 89 hlm.
- Kim, Y.S., Sasaki, T., Awa, M., Inomata, M., Honryo, T., Agawa, Y., Ando, M., & Sawada, Y. 2014. Effect of dietary taurine enhancement on growth and development in red sea bream *Pagrus major* larvae. *Aquaculture Research*, 47(4): 1168-1179.
- Kindt TJ, B.A Osborne & R.A Goldsby. 2007. *Kuby Immunology*. New York: W.H. Freeman and Company, 6: 475-490.
- Kusmini, I. I., & D. Radona. 2014. Studi Pembenihan Ikan Gabus (*Channa striata*) di Kabupaten Kapuas (Kalimantan Tengah) dan Kabupaten Banyuwasin (Sumatera Selatan). Seminar Nasional Perikanan Indonesia. *Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta*, 73 hlm.
- Lestari, E., Setyawati, R, T., & Yanti, H.A. 2019. Profil hematologi ikan gabus (*Channa striata* Bloch, 1793). *Jurnal Protobiont*, 8(2): 1-7.
- Liu, J. X., Guo, H. Y., Zhu, K. C., Liu, B. S., Zhang, N., & Zhang, D. C. 2022. Effects of exogenous taurine supplementation on the growth, antioxidant capacity, intestine immunity, and resistance against *Streptococcus agalactiae* in juvenile golden pompano (*Trachinotus ovatus*) fed with a low-fishmeal diet. *Frontiers in Immunology*, 3389(10): 1-16.
- Lukistyowati, I., & Kurniasih. 2012. Pelacakan gen aerolysin dari *Aeromonas hydrophila* pada ikan mas yang diberi pakan ekstrak bawang putih. *Jurnal Veteriner*, 13(1): 43-50.
- Lusiastuti, A.M., Ulkhaq. M. F., Widanarni., Prihadi. T. H. 2016. Evaluasi Pemberian Probiotik *Bacillus* Pada Media Pemeliharaan Terhadap Laju Pertumbuhan Dan Perubahan Histopatologi Ikan Lele Dumbo (*Clarias*

Garipepinus) Yang Diinfeksi *Aeromonas Hydrophila*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(2): 171-179.

- Marcellia, S., Widiastuti, E.L., Nurcahyani, N., & Rivai, I. 2013. Pemberian senyawa osmolit organik taurin pada pakan buatan terhadap respon pertumbuhan dan perkembangan gonad ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pra-dewasa. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Semirata FMIPA Universitas Lampung 2013. Hlm: 304-314.
- Maryani, M. 2003. *Interaksi antara Logam Berat Kadmium (Cd) dan Infeksi Bakteri Aeromonas hydrophila pada Ikan Mas Cyprinus carpio*. (Skripsi). Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, IPB.
- Matsunari, H., Arai, D., Koiso, M., Kawada, H., Takahashi, T., & Takeuchi, T. 2005. Effect of feeding rotifers enriched with taurine on growth, performance and body composition of Pacific cod larvae *Gadus microcephalus*. *Aquaculture Science*, 53(3): 297-304.
- Moyle, P. B., & Cech, J. J. 2004. *Fishes: An introduction to ichthyology*. Upper Saddle River, Pearson Prentice Hall, New Jersey, United State. *NJ Publisher*, 726 hlm.
- Munir, M. B., Hashim, R., Manaf, M. S. A., & Nor, S. A. M. 2016. Dietary Prebiotics and Probiotics Influence the Growth Performance, Feed Utilisation, and Body Indices of Snakehead (*Channa striata*) Fingerlings. *Tropical Life Science Research*, 27(2): 111-125.
- Muslikha, S., Pujiyanto, Jannah, S.N., & Novita, H. 2016. Isolasi, karakterisasi *Aeromonas hydrophila* dan deteksi gen penyebab penyakit *Motile Aeromonas Septicemia* (MAS) dengan 16S rRNA dan *aerolysin* pada ikan lele (*Clarias sp.*). *Jurnal Biologi*, 5(4): 1-7.
- Muslim. 2017. *Budidaya Ikan Gabus (Channa striata)*. UPT. Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya. Palembang. 170 hlm.
- Muslim, M., Iskandar, A., Hendriana, A., & Lutfi, L. 2021. Performa pertumbuhan calon induk ikan gabus *Channa striata* yang diberi pakan benih ikan nila *Oreochromis sp.* *Jurnal Sains Terapan*, 11(1): 1-8.
- Natsir, M.H., Mashudi., Sjoifjan, O., Irsyammawati, A., & Hartutik. 2019. *Teknologi Pengolahan Bahan Pakan Ternak*. UB Press. Malang. 166 hlm.
- Noviana, P., Subandiyono & Pinandoyo. 2014. Pengaruh pemberian probiotik dalam pakan buatan terhadap tingkat konsumsi pakan dan pertumbuhan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Manajemen dan Teknologi Akuakultur*, 3(4): 183-190.

- Ode, I. 2013. Kajian sistem imunitas untuk pengendalian penyakit pada ikan dan udang. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 6(2): 41-43.
- Olga. 2016. Patogenisitas bakteri *Aeromonas hydrophila* ASB01 pada ikan gabus (*Ophicephalus striatus*). *Jurnal Sains Akuatik*, 14: 33-39.
- Oliveira, K. R. B., Segura, J. G., Oliveira, B. A., Medeiros, A. C. L., Zimba, R. D. & Viegas, E. M. M. (2020). Distiller's Dried Grains with Solubles In Diets for Pacu, *Piaractus mesopotamicus juveniles*: Growth Performance, Feed Utilization, Economic Viability, and Phosphorus Release. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 262: 1-10.
- Pertiwi, S. L., Zainuddin & Rahmi, E. 2017. Gambaran histologi ekosistem respirasi ikan gabus (*Channa striata*). *Jurnal Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala*, 1(3): 291-298.
- Purbomartono, C., Mulia, D.S., & Priyambodo, D. 2020. Respon imun non-spesifik ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) yang diberi fucoidan dari ekstrak rumput laut cokelat *Padina* sp. *Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Purwokerto*. 16(1):9-17.
- Purnama, F.A., Nursyahrani., & Heriansah. 2021. Pemanfaatan minyak ikan gabus terhadap tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata*). *Agrokompleks*, 21(1): 18-25.
- Rahmaningsih, S. 2018. *Hama dan Penyakit Ikan*. Deepublish. Yogyakarta. 356 hlm.
- Ray, G. W., Ayiku S., & Yang Q. 2019. Effects of replacing fishmeal with soybean products in fish and crustaceans performance. *Journal Aquacult Research & Development*, 10(8): 1-7.
- Ripps, H., & Shen, w. 2012. Taurine: a "very essential" amino acid. *Molecular Vision*, 18: 2673-2686.
- Rutmaida, B. H. 2023. *Optimasi Penambahan Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) dan Taurin Dalam Pakan Berbasis Tepung Tulang dan Daging Terhadap Performa Pertumbuhan dan Kadar Glukosa Darah Benih Ikan Gabus Channa striata (BLOCH, 1793)*. (Skripsi) Prodi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, 71 hlm.
- Sainah, Adelina, & Heltonika, B. 2016. Penambahan bakteri probiotik (*Bacillus* sp.) isolat dari giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii, de man*) di feed buatan untuk meningkatkan pertumbuhan ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *Berkala Perikanan Terubuk*, 44(2): 36-50.
- Sandor, J. Z., Revesz. N., Lefler. K. K., Colovic. R., Banjac. V., & Kumar. S. 2021. Potential of corn distiller's dried grains with solubles (DDGS) in the

- diet of European catfish (*Silurus glanis*). *Aquaculture Reports*, 1(20): 1-11.
- Saputra., Ari., Muslim., Fitriani, N. 2015. Pemijahan Ikan Gabus (*IChanna striata*) dengan rangsangan Hormon Gonadotropin Sintetik Dosis Berbeda. Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian UNSRI. *Jurnal Akukultur Rawa Indonesia*, 3(1): 1-9.
- Saputra, I. & Indaryanto, F. R. 2018. Identifikasi bakteri *Aeromonas hydrophila* pada komoditas ikan yang dilalulintaskan menuju Pulau Sumatera melalui Pelabuhan Penyeberangan Merak-Banten. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(2): 155-162.
- Sarjito., Zulaekah, F., Haditomo, A. C., Ariyati, R.W., & Prayitno, S. B. 2020. Efek Ekstrak Kulit Batang Kelor (*Moringa Oleifera Lam*) Pada Status Kesehatan Dan Kelulus hidupan Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) Yang Diinfeksi *Aeromonas Hydrophila*. *Saintek Perikan. Indonesia. Journal Fish and Sciences Technology*, 16(2): 145-153.
- Sauqi, R. Y., Hardi, E. H., & Agustina. 2016. Efikasi vaksin psemulvacc® pada budi daya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Kabupaten Kutai Kartanegara. *Ilmu Perikanan Tropis*, 22(1): 30-35.
- Setiawati, J.E., Adiputra, Y.T., & Hudaidah, S. 2013. Pengaruh penambahan probiotik pada pakan dengan dosis berbeda terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup, efisiensi pakan dan retensi protein ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budi daya Perairan*, 1(2): 151-162.
- Subamia, I. W., Suhenda, N., & Tahapari, E. 2003. Pengaruh pemberian pakan buatan dengan kadar lemak yang berbeda terhadap pertumbuhan dan sintasan benih ikan jambal siam (*Pangsius hypophthalmus*). *Jurnal Perikanan Indonesia*, 9(1): 37-42.
- Sukenda, L., Jamal, D., Wahjuningrum & A. Hasan. 2008. Penggunaan kitosan untuk pencegahan infeksi *Aeromonas Hydrophila* pada ikan lele dumbo *Clarias Sp*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 7(2):159-169.
- Suprayudi, A. M., Deswira, U, & Setyawati, M. 2013. Penggunaan DDGS (*Distillers Dried Grain with Solubles*) jagung sebagai sumber protein nabati pakan benih ikan gurami *Osphronemus goramy Lac*. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*, 13(1):25-34.
- Sya'bani, N., Yustiati, A., Rustikawati, I., & Lusiastuti, A.M. 2015. Frekuensi penambahan probiotik *Bacillus* sp. dan *Staphylococcus* sp. pada media pemeliharaan benih ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) untuk ketahanan terhadap *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 6(2): 130-140.

- Ullah, A., Zuberi, A., Ahmad M., Shah, A.B., Younus, N., Ullah, S., & Khattak, M.N.K. 2018. Dietary administration of the commercially available probiotics enhanced the survival, growth, and innate immune response in Mori (*Cirrhinus mrigala*) in a natural earthen polyculture system. *Fish and Shellfish*, 72: 266-272.
- Webster, C. D., & Lim, C. 2002. Nutrient Requirement and Feeding of Fin fish for Aquaculture. USA: CABI Publishing, 34-35.
- White, M.R. 1989. *Diagnosis and Treatment of "Aeromonas hydrophila" Infection of Fish*. Illinois-Indiana Sea Grant Program Purdue University.
- Widyasti, S., Widastuti, E. L., Kanedi, M., & Rivai, I. F. 2013. Pemberian senyawa taurine dalam pakan alami dan pakan komersil terhadap tingkat pertumbuhan juvenile ikan gurami (*Osporonemus gouramy*). *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Semirata FMIPA Universitas Lampung 2013. 315-320.
- Yulita, 2002. *Efektifitas Bubuk Daun Jambu Biji (Psidium guajava L.), Daun Sirih (Piper betle L.), dan Daun Sambiloto (Androgaphis paniculata (Burn F.) Untuk Pencegahan dan Pengobatan Pada Ikan Lele Dumbo (Clarias sp.) Yang Terinfeksi Dengan Bakteri Aeromonas hydrophila*. (Skripsi). IPB, Bogor, 50 hlm.