

**HISTOLOGI USUS DAN HATI SERTA RESPON IMUN NON SPESIFIK
IKAN GABUS *Channa striata* (BLOCH, 1793) DENGAN PEMBERIAN
PAKAN BERBAHAN *DISTILLERS DRIED GRAINS WITH SOLUBLES*
(DDGS) DAN TAURIN YANG DIINFEKSI BAKTERI *Staphylococcus aureus***

Skripsi

Oleh

**RANI RETNANI WIDIAMAR
2014111009**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

HISTOLOGI USUS DAN HATI SERTA RESPON IMUN NON SPESIFIK IKAN GABUS *Channa striata* (BLOCH, 1793) DENGAN PEMBERIAN PAKAN BERBAHAN *DISTILLERS DRIED GRAINS WITH SOLUBLES* (DDGS) DAN TAURIN YANG DIINFEKSI BAKTERI *Staphylococcus aureus*

Oleh

RANI RETNANI WIDIAMAR

Pakan buatan ikan gabus (*Channa striata*) menggunakan tepung ikan sebagai bahan dasar. Penyediaannya yang mengandalkan impor mengakibatkan harga tepung ikan mahal dan ketersediaannya yang terbatas. Diperlukannya bahan alternatif untuk masalah tersebut tanpa mengurangi kandungan nutrisi pakan. *Distillers dried granis with solubles* (DDGS) dapat digunakan, namun kandungan asam aminonya terbatas, sehingga perlu ditambahkan taurin. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis histologi usus dan hati setelah diberi pakan DDGS dan taurin serta menganalisis respon imun non-spesifik ikan gabus yang diberi pakan DDGS dan taurin setelah diinfeksi bakteri *Staphylococcus aureus*. Penelitian ini menggunakan 6 perlakuan komposisi pakan berbahan DDGS dan taurin berbeda yang diberikan pada ikan dengan rerata awal panjang $10,22 \pm 0,3$ cm dan berat $7,73 \pm 0,12$ gram dan FR 3% selama 60 hari. 3 ekor ikan disampling organ usus dan hati untuk dilakukan analisis struktur histopatologi. Kemudian darah dari 3 ekor/perlakuan setelah diinfeksi bakteri $0,1 \text{ mL/ekor } S. aureus$ dengan kepadatan 10^9 CFU/mL diambil pada H1, H3, H5 setelah infeksi untuk analisis respon imun non-spesifik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan beberapa kerusakan pada organ usus dan hati disemua perlakuan berdasarkan analisis histopatologi. Histopatologi dominan pada organ usus adalah nekrosis dan histopatologi paling dominan pada organ hati yaitu degenerasi lemak. Perlakuan yang diberikan juga memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap leukosit, eritrosit, kadar hematokrit, dan aktivitas fagositosis, sedangkan indeks fagositosis menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang diberikan pada ikan gabus memberikan pengaruh bagi keadaan histopatologi usus dan hati serta respon imun non-spesifik ikan gabus.

Kata kunci : *distillers dried granis with solubles* (DDGS), histologi, ikan gabus, pakan buatan, respon imun non-spesifik.

ABSTRACT

INTESTINE AND LIVER HISTOLOGY AND NON-SPECIFIC IMMUNE RESPONSE OF SNAKEHEAD FISH *Channa striata* (BLOCH, 1793) FEED DISTILLERS DRIED GRAINS WITH SOLUBLES (DDGS) AND TAURINE INFECTED BY *Staphylococcus aureus*

By

RANI RETNANI WIDIAMAR

The artificial feed for snakehead fish (*Channa striata*) traditionally relies on fishmeal as its primary ingredient. However, the high cost and limited availability of imported fishmeal necessitate alternative feed ingredients without compromising nutritional quality. Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) has potential as a substitute but lacks certain essential amino acids, requiring supplementation with taurine. This research aimed to evaluate the histological effects of DDGS and taurine supplementation on the intestine and liver of snakehead fish, as well as to analyze the non-specific immune response after infection with *Staphylococcus aureus*. The study employed six treatments with varying DDGS and taurine compositions, administered to fish with an initial average length of 10.22 ± 0.3 cm and weight of 7.73 ± 0.12 g at a feeding rate of 3% body weight for 60 days. Histopathological analyses were conducted on the intestine and liver tissues of three fish per treatment group. Additionally, blood samples were collected on days 1, 3, and 5 post-infection with *S. aureus* (0.1 mL/fish, 10^9 CFU/mL) to assess non-specific immune parameters. The results revealed varying degrees of histopathological damage across all treatments. The most prominent intestinal pathology was necrosis, while fatty degeneration was the dominant liver pathology. Treatments significantly affected leukocyte, erythrocyte, hematocrit levels, and phagocytosis activity, whereas the phagocytosis index showed no significant differences between groups. In conclusion, feed supplemented with DDGS and taurine impacts the histopathological state of the intestine and liver, as well as the non-specific immune response, of snakehead fish.

Keywords: distillers dried grains with solubles (DDGS), histology, snakehead fish, artificial feed, non-specific immune response.

**HISTOLOGI USUS DAN HATI SERTA RESPON IMUN NON SPESIFIK
IKAN GABUS *Channa striata* (BLOCH, 1793) DENGAN PEMBERIAN
PAKAN BERBAHAN *DISTILLERS DRIED GRAINS WITH SOLUBLES*
(DDGS) DAN TAURIN YANG DIINFEKSI BAKTERI *Staphylococcus aureus***

Oleh

RANI RETNANI WIDIAMAR

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2024

Judul : **HISTOLOGI USUS DAN HATI SERTA RESPON IMUN NON SPESIFIK IKAN GABUS *Channa striata* (BLOCH, 1793) DENGAN PEMBERIAN PAKAN BERBAHAN *DISTILLERS DRIED GRAINS WITH SOLUBLES* (DDGS) DAN TAURIN YANG DIINFEKSI BAKTERI *Staphylococcus aureus***

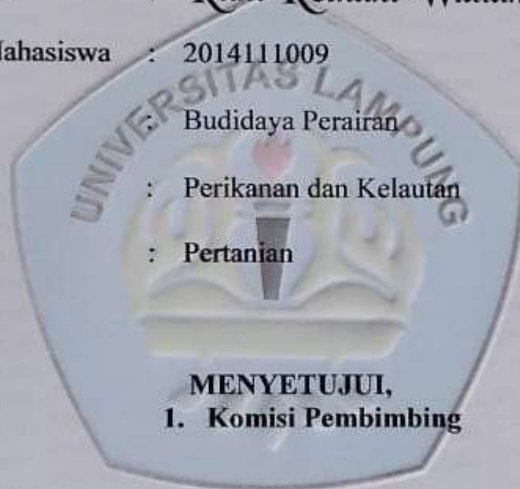
Nama Mahasiswa : **Rani Retnani Widiamar**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2014111009

Program Studi : Budidaya Perairan

Jurusan : Perikanan dan Kelautan

Fakultas : Pertanian



**MENYETUJUI,
1. Komisi Pembimbing**

Limin Santoso, S.Pi., M.Si.
NIP. 197703272005011001

Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si.
NIP. 199003182019032026

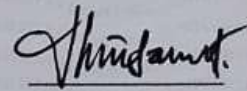
**MENGETAHUI,
2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan**

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

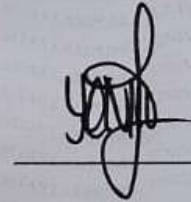
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

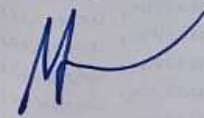
Ketua : Limin Santoso, S.Pi., M.Si.



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



**Penguji
Bukan Pembimbing : Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal lulus ujian skripsi : 7 Oktober 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rani Retnani Widiamar

NPM : 2014111009

Judul Skripsi : Histologi Usus dan Hati Serta Respon Imun Non Spesifik Ikan Gabus *Channa striata* (BLOCH, 1793) Dengan Pemberian Pakan Berbahan *Distillers Dried Grains With Solubles* (DDGS) Dan Taurin Yang Diinfeksi Bakteri *Staphylococcus aureus*

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

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

Bandar Lampung, 7 Oktober 2024

Yang membuat pernyataan,



Rani Retnani Widiamar
NPM. 2014111009

RIWAYAT HIDUP



Penulis memiliki nama lengkap Rani Retnani Widiamar, lahir di Malang 18 November 2001, yang merupakan anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Widarto dan Ibu Sumarsih. Penulis menempuh pendidikan formal di TK LPM Rukti Sedyo (2006-2008), SD Negeri 2 Rukti Sedyo (2008-2014), SMP Negeri 3 Raman Utara (2014-2017), dan SMA Negeri 1 Raman Utara (2017- 2020). Penulis kemudian melanjutkan pendidikan strata-1 pada tahun 2020 di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis menjadi asisten dosen pada mata kuliah Ikhtiologi (2022), Mikrobiologi (2022) dan Manajemen Teknologi Perbenihan Ikan (2023). Penulis aktif pada organisasi tingkat jurusan yaitu Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapak) FP Unila sebagai anggota Bidang Kewirausahaan periode 2022 dan sebagai bendahara Bidang Kewirausahaan periode 2023. Penulis juga mengikuti program magang mandiri di Unit Pelaksanaan Teknis Daerah Balai Benih Ikan (UPTD BBI) Kota Metro pada Desember 2021-Januari 2022. Penulis mengikuti kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) pertukaran pelajar di Universitas Sriwijaya pada tahun 2022. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tembelang, Kecamatan Bandar Negeri Suoh, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung pada bulan Januari-Februari 2023. Penulis juga mengikuti program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) riset di Laboratorium Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung Juni-Desember 2023.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

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

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

Kedua orang tua saya, Bapak Widarto dan Ibu Sumarsih yang selalu mendoakan untuk kebaikan anak-anaknya, memberikan dukungan, kasih sayang, dan motivasi disaat saya sedang berjuang untuk mendapatkan gelar sarjana.

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

Diri sendiri, terima kasih sudah berjuang sejauh ini dan kamu hebat telah sampai pada tahap ini.

Serta

Almamater tercinta, Universitas Lampung

MOTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S Al-Baqarah : 286)

“Sesungguhnya setelah kesulitan itu ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah : 6)

“Apapun yang kita pilih hari ini pasti punya dampak dimasa depan”

(Jerome polin)

“Cacian itu latihan, pujian itu ujian”

(Igor Saykoji)

“Jalani apa yang kamu sukai, jangan jalani apa yang orang lain sukai, disukai orang lain ga perlu jadi orang lain, jadilah diri sendiri”

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Histologi Usus dan Hati Serta Respon Imun Non Spesifik Ikan Gabus *Channa striata* (BLOCH, 1793) Dengan Pemberian Pakan Berbahan *Distillers Dried Grains With Solubles* (DDGS) dan Taurin Yang Diinfeksi Bakteri *Staphylococcus aureus*”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh penulis dalam menyelesaikan pendidikan dan meraih gelar sarjana perikanan di Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Lampung.

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

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Lampung untuk hibah Penelitian Berbasis Merdeka Belajar Kampus Merdeka Universitas Lampung diketuai oleh Limin Santoso, S.Pi., M.Si., dengan nomor kontrak 907/UN26.21/PN/2023;
3. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
4. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya sehingga dapat memberi kritik saran, serta arahan selama penyelesaian skripsi;

5. Limin Santoso, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan arahan dalam penyelesaian skripsi;
6. Yeni Elisdiana, S.Pi., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua dan selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan terkait rencana pendidikan selama kuliah sampai dengan penyelesaian skripsi;
7. Dosen-dosen dan staf administrasi Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu, motivasi, dan bantuan dalam penyelesaian studi dan skripsi;
8. Bapak, Ibu, adek, abang dan keluarga besar yang senantiasa mendoakan, memotivasi, memberi dukungan dan bantuannya kepada penulis;
9. Alfin, Adel, Vidya, Yoseva dan Sephia selaku teman dekat yang selalu ikhlas mendengarkan keluh kesah penulis dan mengingatkan kewajiban dalam penyelesaian skripsi;
10. Tim penelitian DDGS yang telah bekerja sama dan saling memberikan semangat dalam menyelesaikan penelitian;
11. Awa, Rindi, Ais dan Sharen yang telah berjuang bersama selama masa kuliah dan penelitian, saling bahu membahu dan saling menguatkan dalam menyelesaikan penelitian dan kuliah;
12. Teman-teman seperjuangan program studi Budidaya Perairan angkatan 2020, terima kasih untuk kebersamaannya selama perkuliahan sampai penyelesaian skripsi ini selesai.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pikir Penelitian	3
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Biologi Ikan Gabus	9
2.1.1 Morfologi dan Klasifikasi Ikan Gabus	9
2.1.2 Habitat dan Daerah Penyebaran Ikan Gabus	10
2.1.3 Pakan dan Kebiasaan Makan Ikan Gabus.....	11
2.2 Kebutuhan Nutrisi Pada Ikan.....	11
2.3 Pakan Buatan	12
2.4 <i>Distillers Dried Grains with Solubles</i> (DDGS).....	12
2.5 Taurin.....	13
2.6 Sistem Imun	14
2.7 Histologi Usus	16
2.8 Histologi Hati.....	17
2.9 <i>Staphylococcus aureus</i>	19
2.10 Sel Darah Putih (Leukosit)	20
2.11 Aktivitas dan Indeks Fagositosis	21
2.12 Sel Darah Merah (Eritrosit)	21

2.13 Hematokrit	22
III. METODE	23
3.1 Tempat dan Waktu.....	23
3.2 Alat dan Bahan	23
3.3 Rancangan Penelitian.....	24
3.4 Prosedur Penelitian	26
3.4.1 Persiapan Pakan Uji.....	26
3.4.2 Persiapan Wadah dan Media Pemeliharaan.....	27
3.4.3 Persiapan Ikan Uji	27
3.4.4 Pemeliharaan ikan.....	28
3.4.5 Ujiantang	28
3.5 Sampling dan Pengamatan Hasil	28
3.5.1 Histologi Usus dan Hati.....	29
3.5.2 Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit).....	29
3.5.3 Aktivitas dan Indeks Fagositosis	30
3.5.4 Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit).....	30
3.5.5 Kadar Hematokrit	31
3.5.6 Gejala Klinis Ikan Gabus	32
3.5.7 Tingkat Kelangsungan Hidup	32
3.5.8 <i>Relatif Percent Survival</i> (RPS).....	32
3.6 Analisa Data.....	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil.....	34
4.1.1 Histologi Usus	36
4.1.2 Histologi Hati	36
4.1.3 Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit).....	38
4.1.4 Aktifitas Fagositosis	39
4.1.5 Indeks Fagositosis	40
4.1.6 Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit).....	41
4.1.7 Kadar Hematrikit	43

4.1.8 Gejala Klinis	44
4.1.9 Tingkat Kelangsungan Hidup.....	45
4.1.10 <i>Relatif Percent Survival (RPS)</i>	46
V. SIMPULAN DAN SARAN	53
5.1. Simpulan.....	53
5.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Alat penelitian	23
2. Bahan penelitian.....	24
3. Formulasi pakan uji dengan kandungan DDGS dan taurin.....	25
4. Uji proksimat pakan ikan gabus dengan kandungan DDGS dan taurin.....	27
5. Kejadian kerusakan histopatologi usus ikan gabus setelah pemberian pakan berbahan DDGS dan taurin	34
6. Kejadian kerusakan histopatologi hati ikan gabus setelah pemberian pakan berbahan	36
7. Pengamatan gejala klinis ikan gabus selama ujiantang	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram kerangka pikir penelitian.....	5
2. Ikan gabus (<i>Channa striata</i>)	9
3. Tepung <i>distillers dried grains with solubles</i> (DDGS)	13
4. Struktur kimia taurin	14
5. Struktur histologi usus ikan gabus.	16
6. Kerusakan pada usus ikan gabus.....	17
7. Kerusakan pada hati ikan	18
8. Struktur histologi hati ikan.....	19
9. <i>Staphylococcus aureus</i>	19
10. Tata letak wadah penelitian.....	26
11. Histopatologi usus ikan gabus setelah diberi pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang berbeda	35
12. Histopatologi hati ikan gabus setelah diberi pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang berbeda	37
13. Total sel darah putih (leukosit) pada ikan gabus yang diberi pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang berbeda setelah diinfeksi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	38
14. Total sel darah putih (leukosit) ikan gabus pada kelompok hari pengamatan yang diberi pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang berbeda setelah diinfeksi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	39
15. Aktifitas fagositosis ikan gabus yang diberi pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang berbeda setelah diinfeksi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	40
16. Aktifitas fagositosis ikan gabus pada kelompok hari pengamatan yang diberi pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang berbeda setelah diinfeksi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	40
17. Indeks fagositosis ikan gabus yang diberi pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang berbeda setelah diinfeksi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	41

18. Indeks fagositosis ikan gabus pada kelompok hari pengamatan yang diberi pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang berbeda setelah diinfeksi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	41
19. Total sel darah merah (eritrosit) ikan gabus pada kelompok hari pengamatan yang diberi pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang berbeda setelah diinfeksi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	42
20. Total sel darah merah (eritrosit) ikan gabus pada kelompok hari pengamatan yang diberi pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang berbeda setelah diinfeksi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	43
21. Kadar hematokrit ikan gabus yang diberi pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang berbeda setelah diinfeksi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	43
22. Kadar hematokrit ikan gabus pada kelompok hari pengamatan yang diberi pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang berbeda setelah diinfeksi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	43
23. Gejala klinis ikan gabus yang diinfeksi <i>Staphylococcus aureus</i>	44
24. Tingkat kelangsungan hidup pada ikan gabus yang diberi pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang berbeda	46
25. RPS pada ikan gabus yang diberi pakan dengan penambahan DDGS dan taurin yang berbeda setelah diinfeksi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	46
27. Pembuatan pakan	79
28. Pemberian pakan; pengambilan organ usus, hati (sampel histologi) dan sampel darah; pengamatan hasil	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Analisis data statistik	62
2. Analisis data statistik tingkat kelangsungan hisup ikan gabus yang diberi pakan berbahan DDGS dan taurin.....	69
3. Analisis data statistik tingkat kelangsungan hisup ikan gabus yang diberi pakan berbahan DDGS dan taurin.....	73
4. Jumlah kematian ikan selama pengamatan uji tantang (ekor)	74
5. Rekapitulasi data kematian ikan setelah uji tantang	74
6. Gejala klinis yang muncul pada perlakuan selama masa uji tantang	75
7. Skoring gejala klinis ikan selama masa pengamatan uji tantang	77
8. Perhitungan nilai LD ₅₀ Staphylococcus aureus pada ikan gabus dengan metode Reed and Muench	78
9. Dokumentasi penelitian.....	79

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Budi daya perikanan rawa di Indonesia terutama ikan lokal memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan. Salah satu komoditas perikanan rawa yang potensial untuk dikembangkan adalah ikan gabus (*Channa striata*) (Akbar, 2022). Ikan gabus merupakan jenis ikan konsumsi yang hidup di lingkungan rawa. Pemanfaatan ikan gabus pada berbagai ukuran menyebabkan kebutuhan ikan gabus semakin meningkat. Sedangkan budi daya ikan gabus belum banyak dilakukan karena ketersediaan pakannya berupa pakan segar yang semakin terbatas dan sulit untuk didapatkan (Muslim, 2017). Ikan gabus merupakan ikan karnivora yang membutuhkan protein hewani yang tinggi pada kandungan pakannya. Tepung ikan merupakan bahan dengan kandungan protein tinggi, mudah dicerna dan diserap. Akan tetapi penyediaannya yang masih mengandalkan impor membuat harga tepung ikan dipasaran mahal. Hal tersebut akan berdampak pada biaya produksi yang dikeluarkan semakin tinggi, bahkan 60 – 70% biaya produksi digunakan untuk pembelian pakan (Aliyah *et al.*, 2019). Maka dari itu usaha yang dapat dilakukan yaitu memanfaatkan bahan baku untuk menekan biaya produksi tanpa mengurangi kandungan nutrisi dalam pakan.

Distillers dried grains with solubles (DDGS) merupakan bahan produk samping kering yang diperoleh setelah fermentasi biji jagung oleh enzim dan ragi yang menghasilkan bioetanol sebagai produk utama. Pati yang tersedia dalam biji jagung diubah menjadi etanol melalui fermentasi namun komponen lain seperti serat, protein dan lemak masih ada pada bahan sisa yaitu DDGS (Zsuzsanna *et al.*, 2021).

Pada penelitian Zsuzsanna *et al.* (2021) dilaporkan bahwa penambahan 20% dan 30% DDGS yang dimasukkan ke dalam pakan ikan lele eropa (*Silurus glanis*) dapat digunakan tanpa menghambat kinerja hati dalam memanfaatkan nutrisi. Selain itu dalam sebuah penelitian menyatakan bahwa tingkat optimal substitusi DDGS pada pakan sebesar 7,80% secara signifikan dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan dan kesehatan usus ikan kerapu hibrida (Zhu *et al.*, 2022).

Pakan berbasis protein nabati akan mengakibatkan kekurangan salah satu kandungan asam amino pada sumber protein hewani. Taurin dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan asam amino tersebut karena taurin merupakan asam amino bebas yang banyak terdapat di dalam jaringan tubuh dan lebih banyak terkandung dalam makhluk hidup di perairan (Loekman *et al.*, 2018). Hasil penelitian Melianawati *et al.* (2023) menyatakan bahwa penambahan taurin pada rotifer dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan kerapu bebek. Selain itu juga pada penelitian lain menyatakan bahwa suplementasi taurin 0,5% pada pakan berbasis protein nabati dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan dan pemanfaatan pakan juvenil ikan gabus (Hongmanee *et al.*, 2022). Dalam meninjau kinerja pemanfaatan dan penyerapan nutrisi pakan tubuh ikan dapat dilakukan dengan menganalisis struktur histologi pada organ sistem pencernaan.

Usus adalah salah satu organ yang berfungsi dalam proses pencernaan dan penyerapan zat-zat nutrisi, makanan diserap oleh usus dan akan diedarkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah (Rizki & Abdullah, 2021). Selain itu hati juga berperan dalam sistem pencernaan, karena hati merupakan pusat metabolisme tubuh, organ hati menghasilkan cairan empedu sebagai emulsifikator lemak yang berperan penting dalam proses pencernaan makanan (Safratilofa, 2017). Hati dan usus rawan mengalami kerusakan karena rentan terpapar oleh zat toksik dan agen-agen patogen (Alif *et al.*, 2021). Agen-agen patogen yang masuk ke dalam organ melalui makanan yang masuk ke dalam saluran pencernaan yang akan mengakibatkan terganggunya penyerapan zat makanan sehingga ikan akan kekurangan nutrisi (Juanda & Edo, 2018).

Kekurangan nutrisi pada tubuh ikan dapat mengakibatkan sistem kekebalan tubuh ikan menurun sehingga ikan mudah terserang patogen salah satunya yaitu bakteri. *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu bakteri patogen yang dapat menjadi agen infeksi pada ikan dan menyebabkan timbulnya penyakit pada ikan (Bujjama & Padmavathi, 2015). Maka dari itu dibutuhkan bahan pakan dengan sumber nutrisi yang cukup bagi tubuh ikan. Penambahan DDGS dan taurin pada pakan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan. Dengan terpenuhinya nutrisi pada pakan diharapkan dapat menghasilkan tingkat pencernaan nutrisi yang optimal dan akan berpengaruh baik bagi kesehatan tubuh ikan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk:

1. Menganalisis dan mengevaluasi kondisi histologi usus dan hati, setelah diberi pakan berbahan *distillers dried grains with solubles* (DDGS) dan taurin .
2. Menganalisis respon imun non-spesifik ikan gabus (*Channa striata*) yang diberi pakan berbahan *distillers dried grains with solubles* (DDGS) dan taurin sesudah diinfeksi bakteri *Staphylococcus aureus*.

1.3 Manfaat Penelitian

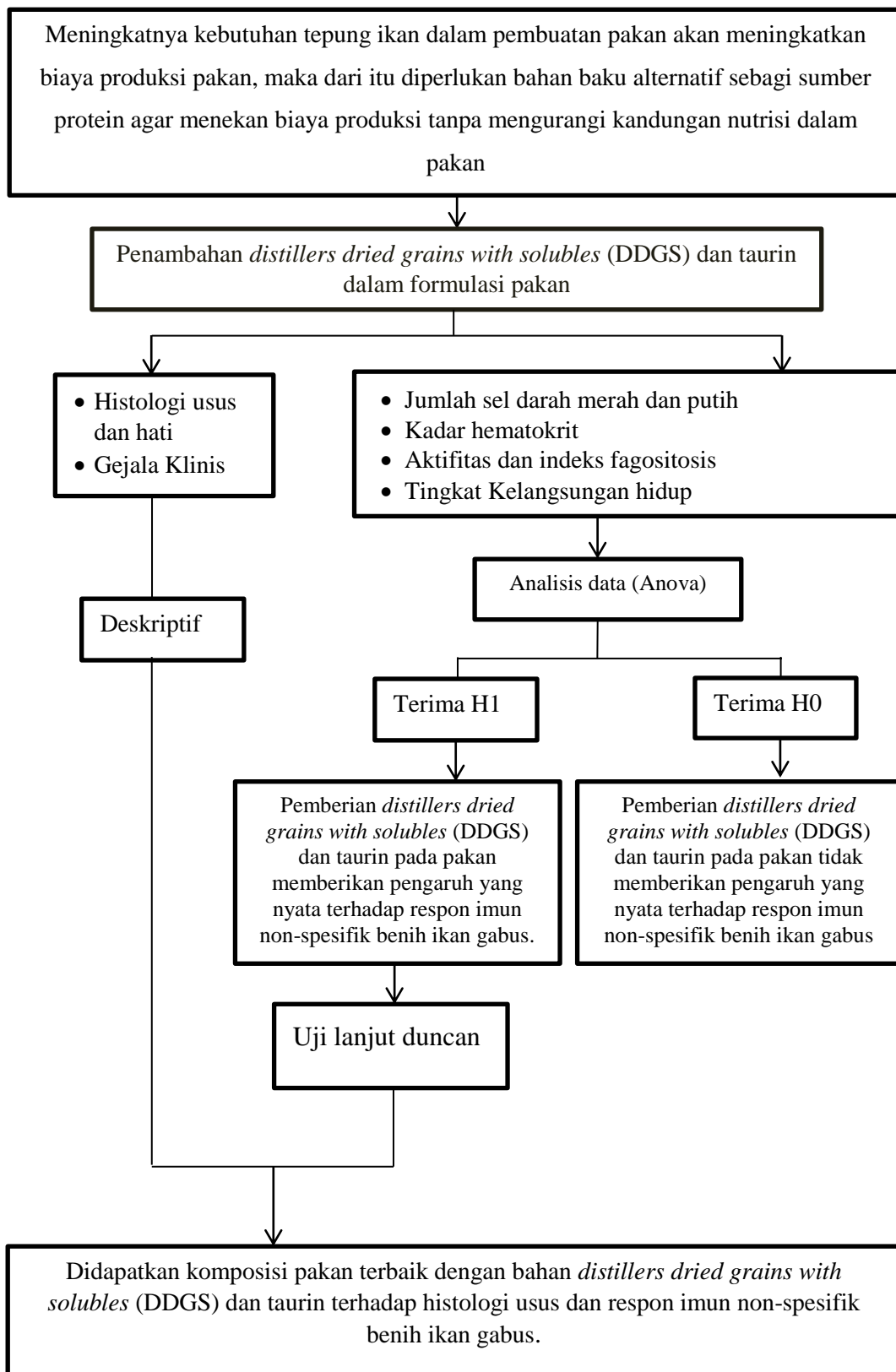
Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dan pengetahuan bagi pembaca mengenai pemanfaatan tepung *distillers dried grains with solubles* (DDGS) dan taurin dalam pakan tanpa tepung ikan terhadap respon imun non-spesifik serta menjadi informasi terkait histologi usus dan histologi hati ikan gabus (*Channa striata*).

1.4 Kerangka Pikir Penelitian

Pada pembuatan pakan buatan, tepung ikan merupakan bahan baku terpenting karena tepung ikan merupakan sumber protein hewani. Akan tetapi penyediaannya yang masih mengandalkan impor membuat harga tepung ikan dipasaran mahal dan ketersediaannya terbatas. Sehingga sangat penting untuk menemukan bahan baku alternatif sebagai pengganti tepung ikan agar menekan biaya produksi tetapi tidak mengurangi nutrisi dalam pakan. Bahan yang dapat digunakan untuk peng-

ganti tepung ikan dalam pakan yaitu *distillers dried grains with solubles* DDGS. Bahan ini merupakan bahan baku sampingan dari pengolahan etanol dengan kandungan protein tinggi. Pada pembuatan pakan dengan bahan yang bersumber dari protein nabati akan mengakibatkan kekurangan salah satu kandungan asam amino. Salah satu sumber asam amino yang dapat digunakan adalah taurin. Taurin merupakan asam amino bebas yang banyak terdapat di dalam jaringan tubuh dan lebih banyak terkandung dalam makhluk hidup di perairan.

Penambahan *distillers dried grains with solubles* DDGS dan taurin dalam pakan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan. Dengan terpenuhinya nutrisi pada pakan diharapkan dapat menghasilkan tingkat kecernaan nutrisi yang optimal dan akan berpengaruh baik bagi kesehatan tubuh ikan. Kekurangan nutrisi pada tubuh ikan dapat mengakibatkan sistem kekebalan tubuh ikan menurun sehingga ikan mudah terserang patogen salah satunya yaitu bakteri *Staphylococcus aureus*. Maka dari itu perlunya bahan yang memiliki kandungan nutrisi yang baik dan dapat diserap oleh tubuh. Dalam meninjau kinerja penyerapan nutrisi pada tubuh ikan dapat dilakukan dengan pengamatan histologi struktur organ sistem pencernaan yaitu organ usus dan organ hati. Ilustrasi kerangka pikir penelitian ini dapat dilihat pada (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram kerangka pikir penelitian

1.5 Hipotesis

A. Histologi usus dan hati

1. Pemberian pakan berbahan DDGS dan taurin pada ikan gabus selama 60 hari diduga akan memberikan pengaruh pada struktur histologi usus ikan gabus.
2. Pemberian pakan berbahan DDGS dan taurin pada ikan gabus selama 60 hari diduga akan memberikan pengaruh pada struktur histologi hati ikan gabus.

B. Respon imun non-spesifik

1. Jumlah sel darah putih

H₀: semua $\tau_i = 0$: Pemberian perlakuan DDGS dan taurin pada pakan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap jumlah sel darah putih ikan gabus dan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kelompok hari pengamatan jumlah sel darah putih ikan gabus yang diberi pakan berbahan DDGS dan taurin.

H₁: minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu pengaruh perlakuan pemberian DDGS dan taurin pada pakan terhadap jumlah sel darah putih ikan gabus dan minimal ada satu pengaruh kelompok hari pengamatan pada jumlah sel darah putih ikan gabus yang diberi pakan berbahan DDGS dan taurin.

2. Aktivitas fagositosis

H₀: semua $\tau_i = 0$: Pemberian perlakuan DDGS dan taurin pada pakan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap aktivitas fagositosis ikan gabus dan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kelompok hari aktivitas fagositosis ikan gabus yang diberi pakan berbahan DDGS dan taurin.

H1: minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu pengaruh perlakuan pemberian DDGS dan taurin pada pakan terhadap aktivitas fagositosis ikan gabus dan minimal ada satu pengaruh kelompok hari pengamatan pada aktivitas fagositosis ikan gabus yang diberi pakan berbahan DDGS dan taurin.

3. Indeks fagositosis

H0: semua $\tau_i = 0$: Pemberian perlakuan DDGS dan taurin pada pakan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap indeks fagositosis ikan gabus dan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kelompok hari pengamatan indeks fagositosis ikan gabus yang diberi pakan berbahan DDGS dan taurin.

H1: minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu pengaruh perlakuan pemberian DDGS dan taurin pada pakan terhadap indeks fagositosis ikan gabus dan minimal ada satu pengaruh kelompok hari pengamatan pada indeks fagositosis ikan gabus yang diberi pakan berbahan DDGS dan taurin.

4. Jumlah sel darah merah

H0: semua $\tau_i = 0$: Pemberian perlakuan DDGS dan taurin pada pakan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap jumlah sel darah merah ikan gabus dan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kelompok hari pengamatan jumlah sel darah merah ikan gabus yang diberi pakan berbahan DDGS dan taurin.

H1: minimal ada satu $\tau_i \neq 0$: Minimal ada satu pengaruh perlakuan pemberian

DDGS dan taurin pada pakan terhadap jumlah sel darah merah ikan gabus dan minimal ada satu pengaruh kelompok hari pengamatan pada jumlah sel darah merah ikan gabus yang diberi pakan berbahan DDGS dan taurin.

5. Kadar Hematokrit

H0: semua $\tau_i = 0$

: Pemberian perlakuan DDGS dan taurin pada pakan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar hematokrit ikan gabus dan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kelompok hari pengamatan jumlah sel darah putih ikan gabus yang diberi pakan berbahan DDGS dan taurin.

H1: minimal ada satu $\tau_i \neq 0$

: Minimal ada satu pengaruh perlakuan pemberian DDGS dan taurin pada pakan terhadap kadar hematokrit ikan gabus dan minimal ada satu pengaruh kelompok hari pengamatan pada kadar hematokrit ikan gabus yang diberi pakan berbahan DDGS dan taurin.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Gabus

2.1.1 Morfologi dan Klasifikasi Ikan Gabus

Menurut Courtenay & Williams (2004), klasifikasi ikan gabus terdiri dari :

Kingdom : Animalia

Phylum : Chordata

Class : Pisces

Ordo : Perciformes

Family : Channidae

Genus : Channa

Spesies : *Channa striata*



Gambar 2. Ikan gabus (*Channa striata*)

Menurut Pariyanto *et al.* (2021) morfologi ikan gabus (*Channa striata*) yaitu mempunyai ciri-ciri bentuk tubuh panjang dan silindris, memiliki warna tubuh bagian punggung dari kepala sampai ekor hitam dan bagian perut putih dan tubuh ditutupi oleh sisik, mulut lebar dan bisa ditonjolkan atau dikeluarkan, sirip punggung lebih panjang dari sirip dubur, sirip ekor agak panjang dan lebar seperti kipas, memiliki sirip dada dan perut (Gambar 2). Terdapat perbedaan antar ikan gabus jantan dan betina. Perbedaan tersebut yaitu ikan gabus betina ditandai dengan bentuk kepala yang membulat, perutnya lembek dan membesar, warna

tubuhnya cenderung terang, dan bila diurut akan keluar telur. Sedangkan ikan gabus jantan dengan bentuk kepala yang lonjong, warna tubuhnya cenderung gelap, lubang pada kelamin memerah, serta akan mengeluarkan cairan putih agak bening ketika diurut (Muslim, 2017).

Ikan gabus termasuk salah satu jenis ikan *labyrinth* karena ikan gabus memiliki *diverticula* yaitu suatu alat pernafasan tambahan yang terletak dibagian atas insang sehingga mampu menghirup udara dari atmosfer. Ikan gabus juga memiliki alat pernafasan tambahan yaitu organ *labyrinth* yang terletak dibagian atas rongga insang. *Labyrinth* terdiri atas lapisan-lapisan kulit yang berlekuk-lekuk dan mengandung banyak pembuluh darah. *Labyrinth* ikan gabus berupa bilik-bilik insang yang mempunyai kantong-kantong kecil yang terlipat dan dilengkapi dengan pembuluh-pembuluh darah guna menyerap oksigen (Muslim, 2017).

2.1.2 Habitat dan Daerah Penyebaran Ikan Gabus

Ikan gabus banyak ditemukan di sungai, danau, kolam, bendungan, waduk, rawa, lebak, banjiran, sawah bahkan di parit-parit sampai ke daerah pasang surut atau air payau. Ikan gabus juga banyak ditemukan di rawa-rawa banjiran yang lebih dikenal dengan istilah perairan rawa lebak lebung. Jadi habitat Ikan gabus yaitu berada pada daerah dengan lingkungan yang berlumpur, dan di perairan dengan air tawar atau payau yang memiliki keadaan air yang tenang. Ikan gabus termasuk ikan yang kuat dalam pertahanan hidupnya karena mampu hidup di daerah dengan minim oksigen karena memiliki alat pernafasan tambahan (Akbar, 2022).

Penyebaran ikan gabus (*Channa striata*) umumnya banyak ditemukan di kawasan Asia. Penyebaran spesies ikan gabus sangat luas mulai dari India, Cina, Srilangka, Nepal, Birma, Pakistan, Banglades, Singapura, Malaysia, Philipina dan Indonesia. Di Indonesia, ikan gabus banyak ditemukan di Sumatera, Kalimantan dan Jawa. Di Sumatera ikan gabus banyak ditemukan di Sumatera Selatan, Jambi, Riau, Kepulauan Bangka Belitung, Lampung, Kepulauan Riau, Sumatera Barat, Sumatera Utara dan Aceh (Muslim, 2017).

2.1.3 Pakan dan Kebiasaan Makan Ikan Gabus

Berdasarkan sifat makannya, ikan dibedakan menjadi ikan pemakan tumbuhan (herbivora), pemakan segala (omnivora), dan pemakan daging (karnivora). Secara biologis, untuk mengetahui jenis makanan ikan, dilakukan dengan membandingkan panjang tubuh ikan dengan rentang panjang usus. Ikan gabus bersifat karnivora, karena memiliki panjang usus yang lebih pendek dibandingkan dengan panjang total dan makanan utamanya yang bersifat hewani. Ikan gabus termasuk dalam ikan nokturnal yang aktif pada malam hari, maka dari itu ikan gabus biasanya aktif mencari makan pada malam hari. Pada masa larva ikan gabus memakan zooplankton seperti daphnia dan cyclops. Pada ukuran benih makanan ikan gabus berupa serangga, udang, dan ikan kecil sedangkan ukuran dewasa, ikan gabus memakan udang, serangga, katak, cacing, dan ikan. Perbedaan susunan makanan antara anak ikan gabus dengan ikan dewasa lebih disebabkan oleh perbedaan ukuran bukaan mulut (Akbar, 2022).

2.2 Kebutuhan Nutrisi Pada Ikan

Dalam pembuatan pakan kebutuhan nutrisi pada ikan perlu diperhatikan dengan baik agar ikan dapat hidup dengan sehat. Oleh karena itu, ikan perlu diberi makan dengan makanan yang mengandung kadar nutrisi yang mencukupi. Nutrisi yang harus ada pada ikan adalah protein, karbohidrat, lemak, mineral, dan vitamin. Sekitar 50 % dari kebutuhan kalori yang diperlukan oleh ikan berasal dari protein. Bahan tersebut berfungsi untuk membangun otot, sel-sel, dan jaringan tubuh, terutama bagi ikan-ikan muda. Kebutuhan protein sendiri bervariasi tergantung pada jenis ikannya. Meskipun demikian, protein adalah unsur kunci yang diperlukan untuk pertumbuhan dan kesehatan pada seluruh jenis ikan. Pada umumnya kebutuhan ikan terhadap protein dapat digolongkan secara garis besar sebagai berikut : 15 – 30 % dari total pakan bagi ikan-ikan herbivora, dan 45% bagi ikan karnivora. Sedangkan untuk ikan-ikan muda diperlukan diet dengan kandungan protein 50 % (Manik & Arleson, 2021).

2.3 Pakan Buatan

Pakan buatan merupakan suatu jenis pakan yang sengaja dibuat dari beberapa macam bahan baku dan diolah, kemudian dibentuk sesuai dengan yang dikehendaki. Pakan buatan sengaja dibuat dan diperlukan karena keterbatasan pakan alami dalam memenuhi kebutuhan pakan pada budi daya. Bahan pakan yang digunakan pada pakan ikan berdasarkan sumbernya dibedakan menjadi dua yaitu bahan hewani dan bahan nabati. Bahan nabati yang dapat digunakan yaitu kacang-kacangan, biji-bijian yang berminyak, umbi-umbian, buah-buahan, dan sayur-sayuran. Sedangkan bahan baku hewani yang dapat digunakan yaitu bahan yang berasal dari hewan-hewan darat maupun hewan air. Pada umumnya bahan hewani mengandung protein yang sangat penting. Menurut Manik & Arleson (2021) ada beberapa sifat fisik pakan buatan yang harus diperhatikan untuk memperoleh hasil yang maksimal yaitu kadar air, bentuk pakan, tekstur pakan, daya apung pakan dalam air, dan daya tahan pakan dalam air.

2.4 *Distillers Dried Grains with Solubles* (DDGS)

Distillers dried grains with solubles (DDGS) merupakan produk samping kering yang diperoleh setelah fermentasi biji jagung oleh enzim dan ragi yang menghasilkan bioetanol sebagai produk utama. Pati yang tersedia dalam biji jagung diubah menjadi etanol melalui fermentasi, namun komponen lain seperti serat, protein, dan lemak terkonsentrasi pada bahan sisa yaitu DDGS (Zsuzsanna *et al.*, 2021) (Gambar 3). DDGS terutama digunakan sebagai komponen pakan karena mengandung nutrisi yang tinggi seperti protein, lemak, vitamin, dan mineral. DDGS dapat menjadi bahan untuk menggantikan sebagian bahan energi tradisional (jagung), protein (bungkil kedelai), dan fosfor (mono atau dikalsium fosfat) yang digunakan dalam pakan.

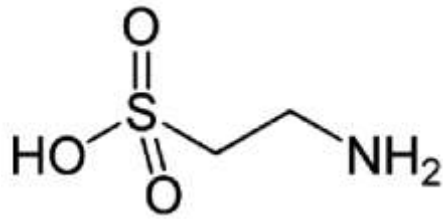


Gambar 3. Tepung *distillers dried grains with solubles* (DDGS)

Pada penelitian Zsuzsanna *et al.* (2021) dilaporkan bahwa penambahan 30% DDGS yang dimasukkan ke dalam pakan ikan lele eropa (*Silurus glanis*) dapat dimanfaatkan tanpa mengurangi kinerja pertumbuhan dan penyerapan nutrisi. Selain itu, dalam sebuah penelitian menyatakan bahwa tingkat optimal substitusi DDGS pada pakan sebesar 7,80% secara signifikan akan meningkatkan kinerja pertumbuhan dan kesehatan usus ikan kerapu hibrida (Zhu *et al.*, 2022).

2.5 Taurin

Taurin merupakan asam amino bebas yang banyak terdapat di dalam jaringan tubuh dan lebih banyak terkandung dalam makhluk hidup di perairan. Secara alami, taurin banyak terdapat dalam komoditas perikanan laut dan merupakan komponen nutrisi yang penting bagi beberapa komoditas ikan. Taurin memiliki peran penting dalam banyak fungsi fisiologis, termasuk stabilisasi membran, antioksidan, detoksifikasi, modulasi respons imun, transportasi kalsium, kontraktilitas miokardium, perkembangan retina, metabolisme asam empedu, regulasi osmotik, dan fungsi endokrin (El-Syaed, 2014). Taurin juga berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan beberapa jenis larva dan juvenil. Taurin memiliki rumus kimia yaitu $C_2H_7NO_3S$ (Gambar 4).



Gambar 4. Struktur kimia taurin
Sumber : Ripps & Shen (2012)

Menurut El-Syaed (2014) taurin banyak terkandung dalam protein hewani, sedangkan pada protein nabati kekurangan taurin, Oleh karena itu, ikan yang diberi pakan berbasis protein nabati memerlukan tambahan taurin dalam pakan untuk mempertahankan fungsi fisiologisnya seperti penelitian yang dilakukan oleh Hongmanee *et al.* (2022) dimana suplementasi taurin dimasukkan pada pakan berbasis protein nabati untuk meningkatkan kinerja dan pertumbuhan dan pemanfaatan pakan juvenile ikan gabus.

2.6 Sistem Imun

Sistem imun atau sistem kekebalan tubuh merupakan mekanisme organisme dalam mempertahankan diri terhadap paparan lingkungan yang berpotensi menimbulkan penyakit dan infeksi. Sistem imun pada ikan tersebut dapat dibedakan menjadi dua macam, berdasarkan sifat responnya, yaitu: sistem imun non-spesifik (alamiah) dan sistem imun spesifik (adaptif). Sistem imun non-spesifik bersifat alamiah dan merupakan pertahanan pertama tubuh ikan dalam menghadapi serangan penyakit atau patogen yang masuk ke dalam tubuh. Dikatakan non-spesifik, karena tidak hanya merespon terhadap jenis patogen tertentu (tidak spesifik). Sementara itu, sistem imun spesifik merupakan pertahanan kedua dan bersifat spesifik, mengenali patogen atau sumber penyakit yang diartikan sebagai antigen. Dengan kata lain, sistem ini perlu waktu untuk mengenali antigen terlebih dahulu sebelum muncul respon (Nugroho & Nur, 2018).

Mekanisme sistem imun non-spesifik merupakan pertahanan awal menghadapi infeksi. Sistem imun non-spesifik ikan antara lain terdiri dari penghalang fisik terhadap infeksi, pertahanan humoral dan sel-sel fagositik (leukosit granulosit dan agranulosit). Sel-sel fagosit akan mengenali dan menelan partikel-partikel anti-

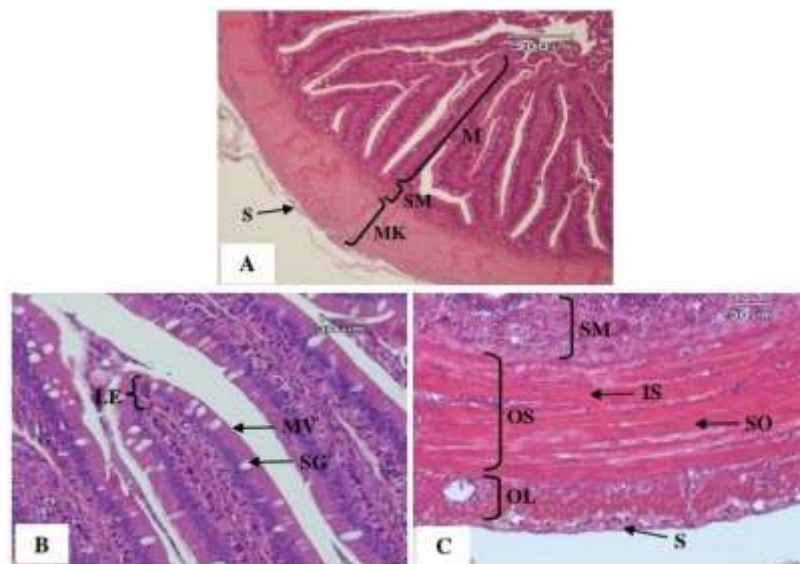
genik, termasuk bakteri dan sel-sel inang yang rusak melalui tiga tahapan proses yaitu pelekatan, fagositosis dan pencernaan. Respon imun non-spesifik dan spesifik terbentuk dalam waktu yang bervariasi tergantung pada infeksi yang berbeda (Ode, 2013).

Pada sistem imun spesifik membutuhkan waktu untuk mengenali patogen atau antigen sebelum munculnya respon. Antibody akan disintesis ketika ada respon dari luar berupa antigen yang kemudian dipresentasikan oleh sel-sel yang bertugas yaitu APCs (*Antigen presenting cells*). APCs akan mempresentasikan epitop (determinan antigen) kepada sel T helper melalui molekul MHC (*Major histocompatibility complex*) kelas II. Sel T akan menerima epitop-epitop tersebut menggunakan reseptor yang disebut TCR (*T-Cell receptor*). Setelah menerima kiriman epitop dari APCs, sel T helper kemudian meresponnya dengan mensekresi sitokin. Sitokin (seperti interleukin) tersebut selanjutnya diterima oleh sel B dan sel B akan merespon signal yang diterima dengan mengadakan proliferasi menjadi sel B memori dan sel-sel plasma. Sel B memori akan mengingat epitop yang pernah diterima dengan membentuk reseptor khusus yang secara spesifik mengenali epitop tersebut sehingga ketika epitop yang sama masuk ke dalam tubuh, dengan cepat akan dikenali oleh sel B dan dengan segera akan direspon. Sedangkan sel-sel plasma bertanggung jawab terhadap sintesis antibody (protein immunoglobulin) yang bertugas menghancurkan antigen sasarannya bersama sel T killer (Ode, 2013).

Antigen yang semula ditangkap dan diproses oleh APC dipresentasikan ke reseptor pada sel Tc dan Th masing-masing dalam hubungan dengan MHC kelas I dan II. APC tersebut memproduksi dan melepas sitokin yang merangsang sel T untuk berproliferasi dan berdiferensiasi. Aktifasi sel T oleh antigen spesifik menghasilkan sel T memori yang dapat memberikan respon sekunder terhadap antigen yang sama. Sel T memori merupakan sel yang dapat hidup lama dalam keadaan istirahat dan dapat diaktifkan monosit/makrofag (Ode, 2013).

2.7 Histologi Usus

Sistem pencernaan berbagai jenis ikan memiliki perbedaan pada morfologi dan fungsinya. Anatomi dan histologi saluran pencernaan memiliki hubungan dengan kebiasaan makan dan mekanisme proses pakan tersebut. Secara anatomis, struktur pencernaan ikan dipengaruhi oleh bentuk tubuh, pakan, kebiasaan makan, dan umur. Sebagian nutrisi dari makanan yang dikonsumsi akan diserap oleh usus yang selanjutnya diedarkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah. Struktur histologi usus ikan secara umum tersusun atas empat lapisan utama yang terdiri dari lapisan muskularis, lapisan serosa, lapisan mukosa, dan lapisan submukosa. Lapisan mukosa terdiri dari lamina epitelia, lamina propria, dan muskularis mukosa. Lapisan sub-mukosa terdiri dari jaringan ikat padat tidak teratur, pembuluh darah, limfe, dan saraf. Lapisan serosa mempunyai tiga bagian yang terdiri dari jaringan ikat longgar, pembuluh darah, dan sel adipose (Rizki & Abdullah, 2021) (Gambar 5).



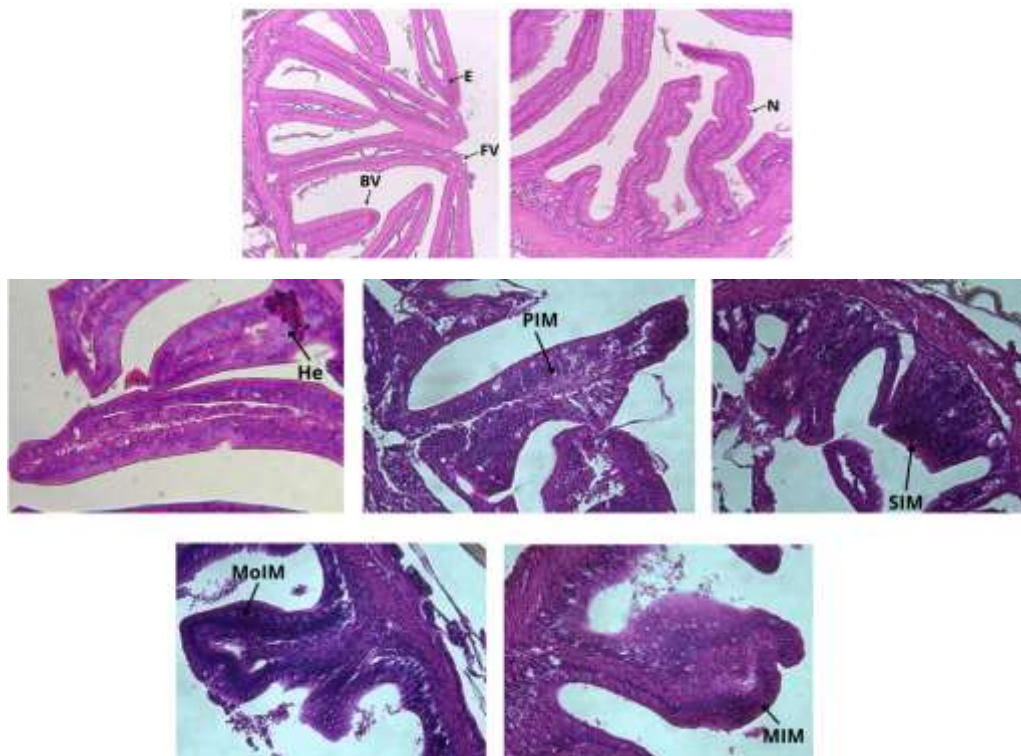
Gambar 5. Struktur histologi usus ikan gabus.

Keterangan : A. Usus, B. Mukosa Usus, C. Muskularis usus. Lapisan mukosa(M), lapisan submukosa (SM), lapisan muskularis (MK), serosa (S), lamina propia (LP), lamina epitela (LE), mikrovili (MK), sel goblet (SG), otot melingkat (OS), oto memanjang (OL), inti sel otot (IS), dan serabut otot (SO)

Sumber : Nafis (2017).

Histologi usus normal ditandai dengan tidak adanya kerusakan pada usus. Pada pengamatan histologi usus ikan kerusakan yang sering dijumpai yaitu nekrosis,

edema (pembengkakan jaringan), dan hemoragi (pendarahan pada jaringan (Juanda & Edo, 2018). Pada penelitian yang dilakukan oleh Sohrabnezhad *et al.* (2017) mendapatkan hasil keadaan histologi usus ikan beluga sturgeon (*Huso huso*) yang diberi pakan berbasis protein nabati terjadi beberapa kerusakan yaitu villi tumpul, fusion villi, nekrosis pada villus, *mild immune cell infiltration in the villus* (MIM), *mononuclear immune cells* (MoIM), *servere immune cells infiltration* (SIM), *morphonuclear immune cells* (PIM) (Gambar 6).



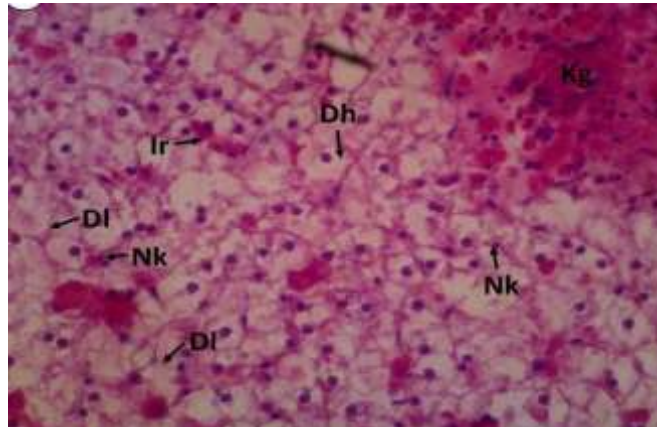
Gambar 6. Kerusakan pada usus ikan gabus

Keterangan : Edema (E), blunt vili (BV), fusion villi (FV), nekrosis (N), hemoragi (He), *morphonuclear immune cells* (PIM), *servere immune cells infiltration* (SIM), *mononuclear immune cells* (MoIM), dan *mild immune cell infiltration in the villus* (MIM). Perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$

2.8 Histologi Hati

Hati merupakan kelenjar pencernaan yang paling besar dan tersusun dari sel parenkhim (hepatosit) dan jalinan serabut. Pembuluh darah arteri hati dan vena bermuara kedalam hati, sedangkan saluran empedu meninggalkan hati menuju

usus. Organ ini merupakan pusat metabolisme tubuh dan memiliki fungsi sebagai penyimpanan nutrient dan detoksifikasi tubuh. Hati rawan mengalami kerusakan karena berkaitan dengan fungsi hati dalam detoksifikasi zat toksik (Safratilofa, 2017). Kerusakan pada hati dapat diamati dengan metode pemeriksaan histotologi (Gambar 7).

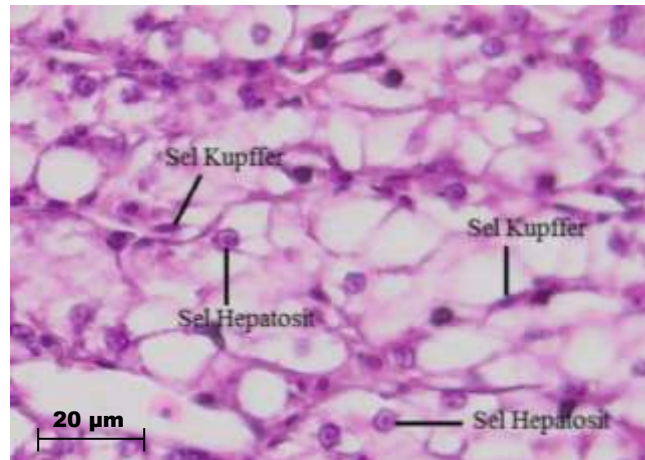


Gambar 7. Kerusakan pada hati ikan

Keterangan : Kongesti (Kg), infiltrasi radang (Ir), nekrosis (Nk), degradasi hidrofilik (Dh), degradasi lemak (Dl). Perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

Sumber : Zulfahmi *et al.* (2017).

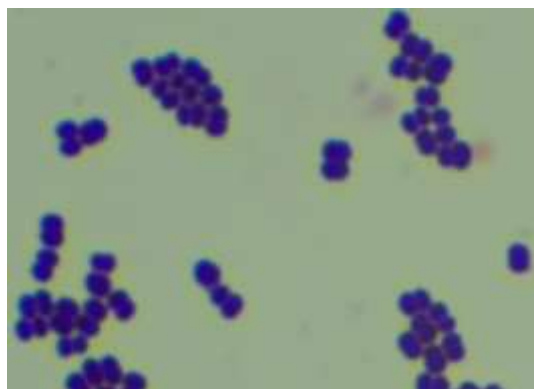
Struktur histologi hati terdiri dari struktur utama hati yaitu sel hati atau hepatosit. Hepatosit (sel parenkim hati) bertanggung jawab terhadap peran sentral hati dalam metabolisme. Sel-sel ini terletak pada sinusoid yang berisi darah dan empedu. Hepatosit normal mempunyai ciri-ciri sel tersusun secara radial, berbentuk sel bulat, oval, dan terdapat lempeng-lempeng hepatosit. Sel terlihat memiliki satu nucleus, namun ada juga yang memiliki lebih dari satu nucleus (binukleat) yang terdapat di tengah sel. Selain itu, terdapat juga sel kufer yang merupakan sistem monosit makrofag dan fungsi utamanya adalah menelan bakteri dan benda asing lain dalam darah. Sehingga hati merupakan salah satu organ utama sebagai pertahanan terhadap invasi bakteri dan agen toksik (Laily *et al.*, 2018) (Gambar 8).



Gambar 8. Struktur histologi hati ikan
Sumber : Laily *et al.*, 2018

2.9 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan bakteri coccus, gram positif, susunannya bergerombol dan tidak teratur seperti anggur. *Staphylococcus aureus* adalah bakteri yang bersifat non-spora, non-motil, anaerob fakultatif, oksidase negatif, dan katalase positif. Suhu pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* yaitu pada suhu 6,5-46°C dan pada pH 4,2-9,3. Dalam waktu 24 jam maka koloni bakteri *Staphylococcus aureus* akan tumbuh dengan diameter mencapai 4 mm. Pada media padat koloni memiliki permukaan yang halus, berbentuk bulat, ber-kilau, menonjol, dan berwarna abu-abu sampai kuning emas tua (Krihariyani *et al.*, 2016) (Gambar 9).



Gambar 9. *Staphylococcus aureus*
Sumber : Abdilah & Kurniawan (2022)

Staphylococcus aureus merupakan bakteri patogen oportunistik yang mampu menyebabkan berbagai macam infeksi. Bakteri ini mempunyai kemampuan menginfeksi hampir setiap sistem organ dalam tubuh manusia, seringkali berakibat fatal. Infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus* memiliki tingkat keparahan, mulai dari infeksi di kulit (furunkulosis dan impetigo), infeksi traktus respiratoris, infeksi traktus urinarius, sampai infeksi pada mata dan *central nervous system* (Septiani *et al.*, 2017). Selain sering menginfeksi manusia dan hewan, ternyata juga dilaporkan dapat menyebabkan penyakit pada ikan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Yanti *et al.* (2015) secara morfologi ikan gurami yang diinfeksi dengan bakteri *Staphylococcus aureus* memiliki gejala klinis yaitu *exophthalmia* (mata menonjol).

2.10 Sel Darah Putih (Leukosit)

Sel darah putih (leukosit) merupakan sel darah yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh. Respon yang diberikan ikan untuk menambah daya tahan tubuhnya dengan meningkatkan jumlah leukosit yang mempunyai fungsi sebagai sel pertahanan. Leukosit membantu membersihkan tubuh dari benda asing. Faktor yang memengaruhi jumlah leukosit adalah kondisi dan kesehatan tubuh ikan. Jumlah leukosit pada ikan dapat berubah sesuai dengan tingkat kesehatan ikan, apabila ikan terinfeksi oleh suatu bakteri patogen tertentu maka yang akan terjadi adalah peningkatan jumlah total leukosit atau penurunan jumlah leukosit. (Minjoyo *et al.*, 2021).

Menurut Hartika *et al.* (2014) jumlah leukosit pada ikan berkisar antara 20.000-150.000 sel/mm³ atau berkisar antara $2-15 \times 10^4$ sel/mm³. Ikan gabus memiliki rata-rata jumlah leukosit di atas kisaran normal. Leukosit dibedakan menjadi dua macam berdasarkan ada dan tidaknya butir-butir (granul) di dalam sel, yaitu granulosit dan agranulosit. Granulosit terdiri atas neutrofil, eosinofil dan basofil sedangkan agranulosit terdiri dari monosit dan limfosit (Lestari *et al.*, 2017).

2.11 Aktivitas dan Indeks Fagositosis

Aktivitas fagositosis merupakan proses penghancuran patogen atau benda asing yang dilakukan oleh sel makrofag. Aktivitas fagositosis bertujuan untuk mengetahui peningkatan daya tahan tubuh, karena aktivitas fagositosis merupakan mekanisme pertahanan non spesifik. Secara garis besar proses fagositosis dapat dibedakan dalam 3 tahapan yaitu pelekatan atau pengikatan benda asing, penelanan (*ingestion*), dan pencernaan atau penghancuran (Wulandari *et al.*, 2018).

Peningkatan nilai aktivitas fagositosis dapat disebabkan oleh proses fagositosis yang meningkat untuk melawan benda asing yang masuk ke dalam tubuh, hal tersebut merupakan reaksi sistem imun non spesifik. Adanya peningkatan kekebalan tubuh ikan dapat dilihat dari peningkatan indeks fagositosis. Pengamatan indeks fagositosis dilakukan guna mengetahui respons sel fagosit terhadap adanya patogen dalam tubuh (Amelia *et al.*, 2021).

2.12 Sel Darah Merah (Eritrosit)

Sel darah merah (eritrosit) merupakan media suplai oksigen yang sangat penting. Jumlah eritrosit pada ikan dipengaruhi banyak faktor, antara lain, jenis kelamin, umur, asupan nutrient, temperatur, kondisi lingkungan. Sel darah merah merupakan sel darah yang paling banyak jumlahnya dibandingkan dengan sel lainnya. Dalam kondisi normal, jumlah eritrosit mencapai hampir separuh dari volume darah. Menurut Robert (2012) jumlah eritrosit normal pada ikan *teleostei* berkisar antara $1,05-3,0 \times 10^6$ sel/mm³ atau berkisar antara $105-300 \times 10^4$ sel/mm³.

Eritrosit ikan mempunyai inti, umumnya berbentuk bulat dan oval tergantung jenis ikannya. Inti sel eritrosit terletak sentral dengan sitoplasma terlihat jernih kebiruan dengan pewarnaan giemsa. Rata-rata diameter eritrosit pada ikan gabus jantan (8,16 μ m) lebih besar dibandingkan ikan betina (7,69 μ m) (Maryani *et al.*, 2021). Menurut Salasia *et al.* (2001) jumlah eritrosit berhubungan langsung dengan nilai hematokrit ikan, artinya jumlah eritrosit akan meningkat jika nilai hematokrit mengalami peningkatan juga.

2.13 Hematokrit

Hematokrit adalah nilai persentase zat padat dalam darah terhadap cairan darah. Hematokrit digunakan untuk mengukur perbandingan antara eritrosit dengan plasma, sehingga hematokrit memberikan rasio total eritrosit dengan total volume darah dalam tubuh. Hematokrit merupakan persentase dari volume sel darah merah yang ada di dalam tubuh ikan. Nilai hematokrit dipengaruhi oleh ukuran dan jumlah eritrosit (Maryani *et al.*, 2021). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Lestari *et al.* (2017) ikan gabus memiliki nilai hematokrit rata-rata 24,40% pada ikan jantan dan 23,25% pada ikan betina nilai tersebut dalam kisaran yang normal. Adebayo *et al.* (2007) melaporkan bahwa pada ikan *P. obscura* dari famili yang sama dengan ikan gabus (*Channidae*) memiliki rata-rata nilai normal hematokrit 26,40%

III. METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada 9 Desember tahun 2023 sampai 1 Maret tahun 2024 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 pada tabel berikut :

Table 1. Nama, jumlah dan fungsi alat penelitian yang digunakan.

No.	Nama alat	Jumlah	Fungsi / Kegunaan
1	Kontainer 70L	18 buah	Wadah pemeliharaan.
2	Baskom	3 buah	Wadah bahan pakan.
3	Skopnet	1 buah	Mengambil benih gabus.
4	Batu aerasi	18 buah	Memperbanyak gelembung udara.
5	Blower	1 buah	Menyuplai udara ke dalam air media pemeliharaan.
6	Mesin pencetak pakan	1 buah	Mencetak pakan.
7	Mesin penepung	1 buah	Menggiling bahan kasar menjadi tepung.
8	Ayakan	4 buah	Mengayak bahan/tepung.
9	Oven	1 buah	Mengoven pakan.
10	Timbangan dan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 gram	1 buah	Menimbang bahan.
11	Hematisometer	1 buah	Menghitung jumlah sel darah.
12	Tabung kapiler	90 buah	Mengukur jumlah presentase sel darah merah.
13	Preparat ulas	90 buah	Sebagai wadah bagian atau sel yang tidak dapat terlihat oleh mata.
14	Mikroskop	1 buah	Mengamati sel darah merah dan sel darah putih, dan histologi usus.
15	Botol sampel	90 buah	Wadah sampel histologi usus.
16	Kertas label	1 pack	Menandai botol sampel .

Table 2. Nama, jumlah dan fungsi bahan penelitian yang digunakan.

No.	Nama bahan	Jumlah	Fungsi / Kegunaan
1	Benih ikan gabus ukuran	200 ekor	Hewan uji.
2	<i>Staphylococcus aureus</i> .	20 ml	Bakteri uji.
3	Tepung ikan	800 g	Sumber protein.
4	Tepung kedelai	8.747 g	Sumber lisisn asam amino.
5	Tepung daging	9.625 g	Sumber asam amino.
6	Tepung jagung	506 g	Sumber protein sebagai sumber energi.
7	Tepung singkong	4.500 g	Sumber protein.
8	Minyak kedelai	1.200 ml	Sumber asam amino essensial.
9	Minyak ikan	600 ml	Sumber lemak hewani dan vitamin A.
10	Dikalsium fosfat	207 g	Sumber kalsium dan fosfor.
11	Vitamin-mineral mix	600 g	Sumber vitamin, mineral dan asam amino tertentu.
12	DL-metionin	22,5 g	Sumber asam amino essensial.
13	L-Cysteine	120,5 g	Sumber asam amino.
14	L-lysine	114 g	Sumber asam amino essensial.
15	DDGS	2.783 g	Sumber protein sebagai sumber energi.
16	Taurin	175 g	Sumber asam amino.
17	Akuades	10L	Pengenceran formalin dan etanol.
18	Formalin 10%	10L	Fiksasi jaringan.
19	Etanol 70%	10L	Fiksasi jaringan.
20	Ragi tempe (<i>Rhizopus oligosporus</i>)	6,25 g	Bahan fermentasi.
21	Humuster	1 pack	Pupuk organik.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri dari 6 formulasi pakan dengan kelompok merupakan hari pengamatan setelah diinfeksi bakteri *Staphylococcus aureus*. Rancangan tersebut digunakan untuk menganalisis data respon imun non-spesifik, data histologi usus dan hati dianalisis secara deskriptif. Formulasi pakan yang digunakan disajikan pada tabel 3 yaitu sebagai berikut :

Table 3. Formulasi pakan uji dengan kandungan DDGS dan taurin.

No	Ingridient	(P1)	(P2)	(P3)	(P4)	(P5)	(P6)
1	Tepung ikan	160	0	0	0	0	0
2	Tepung daging	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	Dikalsium Fosfat	11,4	7,5	12,5	7,5	2,5	0
8	Taurin	0	5	0	5	10	15
9	L-Cysteine	4,6	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
10	L-lysine	2,8	4,5	4,5	4,5	4,5	2
11	Minyak kedelai	40	40	40	40	40	40
12	Minyak ikan	20	20	20	20	20	20
13	Mineral Mix	10	10	10	10	10	10
14	Vitamin Mix	10	10	10	10	10	10
15	DL-Metionin	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Total (Gram)		1000	1000	1000	1000	1000	1000
DE (kal/kg)		27,37	27,03	27,03	27,03	27,57	27,85

Bentuk umum model linier aditif dari rancangan acak kelompok (RAK) yaitu :

$$Y_{ij} = \mu_i + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = Pengamatan pada DDGS dan taurin ke-i dan hari pengamatan yang berbeda ke-j

μ = Rataan umum

τ_i = Pengaruh DDGS dan taurin ke-i

β_j = Pengaruh hari pengamatan yang berbeda ke-j

ε_{ij} = Pengaruh acak pada DDGS dan taurin ke-i dan hari pengamatan yang berbeda ke-j

Berikut merupakan tata letak wadah pemeliharaan selama 60 hari dan 14 hari ujiantang.



Gambar 10. Tata letak wadah penelitian

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

P5.1, P5.2, P5.3 : Perlakuan 5 ulangan 1, 2, dan 3

P6.1, P6.2, P6.3 : Perlakuan 6 ulangan 1, 2, dan 3

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan dilakukan yaitu persiapan pakan uji, persiapan wadah dan media, persiapan ikan uji, pemeliharaan ikan uji, ujiantang, sampling, dan pengamatan hasil.

3.4.1 Persiapan Pakan Uji

Pada penelitian ini pakan yang digunakan yaitu berupa pakan pellet terapung.

Pada awal pembuatan pakan uji yaitu dilakukan penyusunan formulasi pakan yang akan digunakan. Selanjutnya dilakukan penepungan atau penggilingan bahan baku menjadi tepung seperti tepung ikan, tepung jagung, tepung singkong, tepung kedelai, tepung daging, dan tepung DDGS. Selanjutnya dilakukan fermentasi bahan baku DDGS dengan ragi tempe atau *Rhizopus sp.* selama kurang lebih 4 hari. Selanjutnya bahan baku dicampurkan sesuai dengan formulasi pakan yang sudah dibuat. Selanjutnya dilakukannya pencetakan pakan menggunakan mesin *extruder*. Pakan buatan yang sudah jadi yang berbentuk pellet kemudian dijemur hingga kering. Selanjutnya pellet disemprot dengan minyak ikan lalu dijemur sampai benar-benar kering. Formulasi pakan yang digunakan merupakan modifikasi dari (Hongmanee *et al.*, 2022). Modifikasi yang dilakukan yaitu pada penggunaan bahan tepung jagung yang digantikan dengan tepung DDGS.

Formulasi pakan dapat dilihat pada Tabel 3 dan data analisis proksimat pakan disajikan pada Tabel 4.

Table 4. Uji proksimat pakan ikan gabus dengan kandungan DDGS dan taurin.

Perlakuan	K.Air (%)	Abu (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Serat Kasar (%)
P1	7,07	20,18	6,12	31,07	2,42
P2	8,05	18,92	7,26	32,98	0,99
P3	6,52	18,61	7,51	34,40	0,99
P4	6,82	20,07	7,47	34,20	1,96
P5	6,81	20,38	9,04	34,74	2,11
P6	6,82	18,59	10,64	34,71	2,12

3.4.2 Persiapan Wadah dan Media Pemeliharaan

Wadah pemeliharaan yang digunakan adalah kontainer dengan kapasitas 70 L berukuran 61 x 42,5 x 38 cm³ berjumlah 18 buah, kontainer disterilkan menggunakan kaporit, selanjutnya kontainer dipasang *trash bag* warna hitam secara menyeluruh ke seluruh sisi kontainer. Setelah itu diberi humustar sebanyak 0,01 gram/L air dan diisi air sebanyak 40 L yang dilengkapi dengan perangkat aerasi. Setelah 24 jam wadah dan media pemeliharaan sudah dapat digunakan. Selain itu, dipersiapkan juga tandon air pada wadah yang berbeda.

3.4.3 Persiapan Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan yaitu ikan gabus berjumlah 15 ekor/wadah yang memiliki ukuran $10,22 \pm 0,3$ cm dengan berat $7,73 \pm 0,12$ gram yang berasal dari pembudidaya ikan di Trimurjo Lampung Tengah. Sebelum dilakukan penebaran, ikan gabus diaklimatisasi selama 15-30 menit di dalam bak penampungan. Ikan yang masih berada di dalam plastik *packging* diletakkan di atas bak penampungan agar kondisi suhu air di dalam plastik *packging* sama dengan air bak penampungan homogen. Kemudian ikan ditebar pada bak penampungan untuk diadaptasikan kurang lebih 3 hari. Setelah masa adaptasi selesai, ikan diukur panjang dan bobot tubuhnya lalu ditebar pada masing-masing wadah pemeliharaan.

3.4.4 Pemeliharaan ikan

Pemeliharaan ikan dilakukan selama 60 hari yang akan dilanjutkan dengan ujiantang selama 14 hari. Pemberian pakan akan dilakukan sebanyak 3 kali sehari pada pukul 08.00 WIB, 13.00 WIB, dan 17.00 WIB dengan menggunakan feeding rate (FR) 3% yaitu sesuai dengan perhitungan kebutuhan pakan berdasarkan bobot tubuh ikan. Selama proses pemeliharaan dilakukan penyiponan setiap satu minggu sekali untuk membuang kotoran dan sisa pakan. Setelah masa pemeliharaan dilakukan pengamatan hasil yang akan dilakukan pada akhir pemeliharaan. Pengamatan yang dilakukan yaitu histologi usus dan hati, jumlah sel darah merah (eritrosit), jumlah sel darah putih (leukosit), kadar hematokrit, aktivitas fagositosis, indeks fagositosis pada ikan gabus, gejala klinis, tingkat kelangsungan hidup, dan *relative percent survival*.

3.4.5 Uji tantang

Uji tantang dilakukan setelah 60 hari pemeliharaan setelah diberi pakan dalam wadah yang terpisah. Uji tantang ini dilakukan selama 14 hari setelah ikan uji diinfeksi. Uji tantang dilakukan dengan cara menginjeksi 15 ekor ikan pada masing masing perlakuan secara intramuscular dengan suspensi bakteri *Staphylococcus aureus* dengan dosis 0,1 ml/ekor dengan kepadatan 10^9 cfu/ml. Kepadatan tersebut berdasarkan pertihungan nilai uji LD₅₀ yang dapat dilihat pada (Lampiran 8).

3.5 Sampling dan Pengamatan Hasil

Sampling pengamatan parameter dilakukan sebanyak 4 kali selama pemeliharaan, yaitu pada hari ke-60 dilakukan sampling parameter histologi usus dan hati ikan uji. Selanjutnya dilakukan uji tantang selama 14 hari pemeliharaan dengan sampling dan pengamatan parameter jumlah sel darah merah (eritrosit), jumlah sel darah putih (leukosit), hematokrit, aktivitas fagositosis, indeks fagositosi, dan *relative percent survival* yang dilakukan pada H1, H3, dan H5 setelah diinfeksi bakteri. Parameter gejala klinis diamati selama masa uji tantang berlangsung.

3.5.1 Histologi Usus dan Hati

Pengambilan sampel organ usus dan hati pada 3 ikan disetiap perlakuan dan dilakukan pada hari ke-60 setelah pemberian pakan. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara ikan uji diambil dan diletakkan di atas nampan. Setelah itu ikan dianestesi menggunakan minyak cengkeh. Selanjutnya ikan dibedah dan diambil organ usus dan hati lalu difiksasi dengan penambahan *Buffered neutral formalin* (BNF) 10% sampai sampel tenggelam didalam botol sampel selama 24 jam. Selanjutnya sampel dibilas dengan etanol 70% dan direndam dengan etanol tersebut selanjutnya diserahkan ke Satuan Usaha Akademik *Intergrated Fish Farming* (SUA IFF), Institut Pertanian Bogor untuk dibuat preparat histologi usus dan histologi hati.

Preparat histologi yang telah selesai dikerjakan kemudian diamati dibawah mikroskop. Pengamatan perubahan morfologi pada organ usus dan hati dilakukan dengan perhitungan jumlah kerusakan yang terjadi pada setiap perlakuan dan dianalisis secara deskriptif. Pengamatan histopatologi usus berdasarkan uji pendahuluan yang telah dilakukan sebelumnya yang mengacu pada penelitian Sohrabnezhad *et al.* (2017).

3.5.2 Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)

Pengambilan darah dilakukan pada tiga sampel ikan disetiap perlakuan, pengambilan darah ini dilakukan pada H1, H3, dan H5 setelah ikan diinfeksi bakteri *Staphylococcus aureus*. Setelah pengambilan darah, selanjutnya dilakukan pengamatan dan perhitungan jumlah sel darah putih (leukosit). Jumlah sel darah putih dapat di ketahui dengan menggunakan pipet thoma leukosit, darah yang sudah diberi antikoagulan akan dihisap sampai skala 0,5 selanjutnya larutan turk dihisap sampai batas 101 yang ada pada pipet. Kemudian darah dan larutan turk dihomogenkan dengan cara pipet digoyangkan membentuk angka delapan selama 30 menit. Kemudian cairan dimasukkan ke kamar hitung atau hemasitometer dan perhitungan dilakukan dengan mikroskop. Semua leukosit yang terdapat dalam keempat bidang besar dihitung pada sudut-sudut seluruh permukaan yang terbagi.

Leukosit dihitung dari sudut kiri atas, terus ke kanan, kemudian turun ke bawah dan dari kanan ke kiri dan seterusnya.

Perhitungan menggunakan rumus pengamatan total eritrosit Lestari *et al.* (2017)

$$N = n \times 50$$

Keterangan:

N = Jumlah sel darah putih (sel/mm³)

n = Jumlah sel darah putih yang terdapat dalam 64 kotak

3.5.3 Aktivitas dan Indeks Fagositosis

Pengambilan darah dilakukan pada tiga sampel ikan disetiap perlakuan, pengambilan darah ini dilakukan pada H1, H3, dan H5 setelah ikan diinfeksi bakteri *Staphylococcus aureus*. Selanjutnya dilakukan pembuatan preparat ulas darah untuk pengamatan aktivitas fagositosis dan indeks fagositosis. Pembuatan preparat ulas dapat dilakukan dengan dengan cara mencampurkan sel bakteri sebanyak 50µl dan 50µl sampel darah kedalam *microtube* lalu dihomogenkan. Selanjutnya diinkubasi selama 30 menit. Selanjutnya diulas pada preparat sebanyak 25µl dan ditunggu hingga kering. Lalu dilakukan fiksasi dengan 95% etanol dan ditunggu hingga mengering. Selanjutnya dilakukan pewarnaan dengan menggunakan 10% giemsa selama 30-45 menit. Lalu bilas menggunakan aquades dan selanjutnya dilakukan pengamatan dengan mikroskop. Perhitungan aktifitas fagositosis dan indeks fagositosis dapat dilakukan dengan rumus (Amlacher, 1970).

$$\text{Aktivitas fagositosis (\%)} = \frac{\text{jumlah sel yang memfagosit}}{\text{total leukosit}} \times 100\%$$

$$\text{Indeks fagositosis} = \frac{\text{jumlah bakteri yang difagosit}}{\text{jumlah sel yang memfagosit}}$$

3.5.4 Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

Pengambilan darah dilakukan pada tiga sampel ikan disetiap perlakuan, pengambilan darah ini dilakukan pada H1, H3, dan H5 setelah ikan diinfeksi bakteri *Staphylococcus aureus*. Setelah pengambilan darah, selanjutnya dilakukan pengamatan dan perhitungan jumlah sel darah merah (eritrosit). Jumlah sel darah

merah dapat diketahui dengan cara darah yang telah diberi antikoagulan dimasukkan kedalam pipet thoma dengan cara dihisap sampai skala 0,5. Selanjutnya darah dicampur dengan larutan hayem sampai batas 101 yang terdapat pada pipet. Kemudian darah dan larutan truk dihomogenkan dengan cara pipet digoyangkan membentuk angka delapan selama 30 menit. Selanjutnya cairan dimasukkan ke kamar hitung atau hemasitometer dan akan dilakukan perhitungan dibawah mikroskop. Semua eritrosit dihitung yang terdapat dalam 5 bidang yang tersusun dari 16 bidang kecil. Eritrosit dihitung dari sudut kiri atas, terus ke kanan, kemudian turun ke bawah dan dari kanan ke kiri dan seterusnya. Perhitungan menggunakan rumus pengamatan total eritrosit Lestari *et al.* (2017)

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

Keterangan :

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

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

3.5.5 Kadar Hematokrit

Pengambilan darah dilakukan pada tiga sampel ikan disetiap perlakuan, pengambilan darah ini dilakukan pada H1, H3, dan H5 setelah ikan diinfeksi bakteri *Staphylococcus aureus*. Selanjutnya dilakukan pengukuran kadar hematokrit pada sampel darah. Untuk mengukur kadar hematokrit pada sampel darah dilakukan dengan memasukkan darah ke dalam tabung mikrohematokrit sampai 3/4 bagian lalu ujung tabung disumbat dengan lilin. Kemudian dimasukkan ke dalam mesin centrifuge hematokrit selama 5 menit dengan kecepatan 5000 rpm. Kemudian mesin dimatikan dan tabung dikeluarkan lalu nilai hematokrit ditentukan melalui pengukuran menggunakan penggaris. Selanjutnya dihitung dengan rumus pengukuran kadar hematokrit (Anderson & Siwicki, 1995).

$$\text{Kadar hematokrit (\%)} = \frac{\text{vol.padatan eritrosit}}{\text{volume darah}} \times 100\%$$

3.5.6 Gejala Klinis Ikan Gabus

Pengamatan gejala klinis dilakukan pada ikan yang memiliki gejala klinis ter-serang bakteri *Staphylococcus aureus*. Pengamatan ini dilakukan pada 14 hari pemeliharaan selama ujiantang berlangsung. Pengamatan gejala klinis ikan gabus yang diinfeksi bakteri *Staphylococcus aureus* dilakukan dengan menggunakan metode skoring yang merujuk pada Aniputri *et al.* (2014) yang telah dimodifikasi. Nilai skor gejala klinis tingkat keparahan infeksi disajikan pada Lampiran 6 dan dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

Ikan tidak menunjukkan gejala klinis	Nilai : 0
Mata putih / <i>purulens</i> (P)	Nilai : 1
Mata menonjol / <i>eksophthalmia</i> (E)	Nilai : 2
Melengkung huruf C / <i>C shape</i> (C)	Nilai : 3
Bercak merah / <i>reddish</i> (R)	Nilai : 4
Ikan mati / <i>death</i> (D)	Nilai : 5

3.5.7 Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup atau *survival rate* (SR) benih ikan gabus yang diberi pakan dberbahan DDGS selama 60 hari diamati dengan perhitungan kelangsungan hidup menggunakan persamaan.

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

Keterangan :

N_0 = Jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor).

N_t = Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor).

SR = *survival rate* (%).

3.5.8 Relatif Percent Survival (RPS)

Relatif percent survival (RPS) dihitung menggunakan rumus yaitu:

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

3.6 Analisa Data

Data kuantitatif yang didapatkan dari hasil penelitian yaitu, jumlah sel darah merah (eritrosit), jumlah sel darah putih (leukosit), kadar hematokrit, tingkat kelangsungan hidup dan *Relatif percent survival* dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada selang kepercayaan 95%. Apabila berbeda nyata maka akan dilakukan uji lanjut Duncan. Sedangkan untuk data kualitatif histologi usus, hati dan gejala klinis akan disajikan secara deskriptif.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini, yaitu :

1. Penambahan DDGS dan taurin yang berbeda dalam pakan ikan gabus tanpa tepung ikan memberikan efek pada organ usus dan hati. Beberapa histopatologi yang ditemukan pada organ usus yaitu nekrosis, edema, hemoragi, blunt villi, fusion villi, *mild immune cell infiltration in the villus*, *servere immune cells infiltration*, *morphonuclear immune cells*, dan *mononuclear immune cells*. Sedangkan pada organ hati histopatologi yang ditemukan yaitu hemoragi, degenerasi lemak, degenerasi hidropik, infiltrasi leukosit, pyknosis, kongesti, dan melanomacrofag.
2. Penambahan DDGS dan taurin yang berbeda dalam pakan ikan gabus yang diinfeksi bakteri *Staphylococcus aureus* memberikan pengaruh pada respon imun non-spesifik. Berdasarkan hasil penelitian jumlah sel darah putih (leukosit) dalam kisaran normal, sedangkan jumlah sel merah (eritrosit) dan nilai hematokrit dalam keadaan tidak normal. Pada aktifitas fagositosis mengalami peningkatan, sedangkan pada nilai indeks fagositosis menunjukkan nilai yang relatif sama.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disarankan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan usus dan hati serta meningkatkan respon imun non-spesifik ikan gabus dapat diberi pakan dengan kandungan DDGS dan taurin dalam pakan dengan dosis DDGS 5-20% dan taurin 0,5-1,5% sebagai bahan alternatif yang dapat ditambahkan dalam pakan ikan.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abdilah, F. & Kurniawan. 2022. Morphological characteristics of air bacteria in mannitol salt agar medium. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, 3(2): 353 - 359.
- Adebayo, O.T., Fagbenro, O.A., Ajay, C.B., & Popoola, O.M. 2007. Normal haematological profil of parachanna obscure as a diagnostic tool in aquaculture. *International Journal of Zoological Research*, 3(4): 193 - 199.
- Afrianto, E., Liviawaty, E., Jamari, Z., & Hendi. 2015. *Penyakit Ikan*. Penebar Swadaya, Jakarta. 218 hlm.
- Akbar, J. 2022. *Ikan Gabus "Teknologi, Manajemen dan Budi Daya"*. PT. Pena Persada Kerta Utama. Purwoketo, 167 hlm.
- Alif, A., Syawal, H., & Riau waty, M. 2021. Histopatologi hati dan usus ikan jambal siam (*Pangasionodon hypophthalmus*) yang diberi pakan mengandung ekstrak daun *Rhizophora apiculata*. *Jurnal Ilmu Perairan*, 9(2): 152 - 161.
- Aliyah, S., Herawati, T., Rosita, R., Andriyani, Y., & Zidni I. 2019. Pengaruh kombinasi sumber protein pada pakan benih ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) di Keramba Jaring Apung Waduk Cirata. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 10 (1): 117 - 123.
- Amelia, R., Harpeni, E., & Fidyandini H.P. 2021. Penggunaan ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava linnaeus*) sebagai imunostimulan ikan mas (*Cyprinus carpio L*) yang diinfeksi *motile aeromonas septicaemia*. *Journal of Aquatropica Asia*, 6(2): 48 - 59.
- Amlacher, E. 1970. *Textbook of Fish Disease*. TFH Publications. New York, 302 hlm.
- Anderson, D.P., & Siwicki, A.K. 1995. *Basic Hematology and Serology for Fish Health Program*. Fish Health Section, Asian Fisheries Society. Manila, Phillipines, 202 hlm.

- Aniputri, F.D., Hutabarat, J., & Subandiyono. 2014. Pengaruh ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) terhadap tingkat pencegahan infeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* dan kelulushidupan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(2): 1-10.
- Armando, D., Malting, & Monalisa., S.S. 2021. Kinerja pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata*) yang dipelihara pada media air yang berbeda. *Journal of Tropical Fisheries*, 16(1): 23 - 32.
- Bangsa, P.C., Sugito, Zuhrawati, Daud, P., Asmilia, N., & Azhar. 2015. Pengaruh peningkatan suhu terhadap jumlah eritrosit ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Medika Veterinaria*, 9(1): 9 - 11.
- Bujjama, P. & Padmavathi, P. 2015. Prevalence of *Staphylococcus aureus* in the fish samples of local domestic fish market. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(5): 427 - 433.
- Cerlina, M., Riauwaty, M., & Syawal, H. 2021. Gambaran eritrosit ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang terinfeksi *Aeromonas hydrophila* dan diobati dengan larutan daun salam (*Syzygium polyantha*). *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 27(1): 105 - 113.
- Courtenay, W.R., & Williams, J.D. 2004. *Snakeheads (Pisces, Channidae) A Biological Synopsis And Risk Assessment*. U.S Geological Survey Circular, Florida. 143 hlm.
- Damara, D., Berata, I.K., Ardana, I.B.K., Setianingsih, N.L.E., & Sulabda, I.N. 2021. Hubungan berat badan dengan berat hati serta gambaran histologi hati broiler yang diberikan tepung maggot. *Jurnal Indonesia Medicus Veterinus*, 10(5): 714 - 724.
- Darmono, 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI Press: Jakarta, Jakarta. 140 hlm.
- El-Sayed, A.F.M. 2014. Is dietary taurine supplementation beneficial for farmed fish and shrimp? a comprehensive review. *Reviews in Aquaculture*, 6: 241–255.
- Fahrizal, A., & Nasir, M. 2017. Pengaruh penambahan probiotik dengan dosis berbeda pada pakan terhadap pertumbuhan dan rasio konversi pakan (FRC) ikan nila (*Oreochromis niloticus*), *MEDIAN*. 9(1): 69 – 80.
- Fauzan, M., Rosmaidar, Sugito, Zuhrawati, Muttaqien, & Azhar. 2017. Pengaruh tingkat paparan timbal (Pb) terhadap profil darah ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 01(4): 702 - 708.

- Gadri, S.F., Susilo, U., & Priyanto, S. 2014. Aktivitas protease dan amilase pada hepatopankreas dan intestine ikan nilam (*Osteochilus hasselti* C.V.). *Jurnal Scripta Biologica*, 1(1): 43 – 48.
- 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.
- 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*, 533: 1-7.
- Jamin & Erlangga. 2016. Pengaruh insektisida golongan organofosfat terhadap benih ikan nila gift (*Oreochromis niloticus*, Bleeker): analisis histologi hati dan insang. *Journal Aquatic Sciences*, 3(2): 46 – 53.
- Juanda, S.J., & Edo, S.I. 2018. Histopatologi insang, hati dan usus ikan lele (*Clarias gariepinus*) Di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 14(1): 23 - 29.
- Krihariyani, D., Woelansari, E.D., & Kurniawan, E. 2016. Pola pertumbuhan *Staphylococcus aureus* pada media agar darah manusia golongan O, AB, dan darah domba sebagai kontrol. *Jurnal Ilmu & Teknologi Kesehatan*, 3(2): 1 - 10.
- Laily, H., Farikhah, & Firman, U. 2018. Analisis histologi ginjal, hati dan jantung ikan lele afrika *Clarias gariepinus* yang mengalami anomaly pada sirip pectoral. *Jurnal Perikanan Pantura*, 1(2): 30 - 38.
- Lestari, E., Setyawati, R.T., & Yanti, H.A. 2017. Profil hematologi ikan gabus (*Channa striata* Bloch, 1793). *Jurnal Protobiont*, 6(3): 283 - 289.
- Liang, Q., Yuan, M., Xu, L., Lio, E., Zhang, F., Mou, H., & Secundo, F. 2022. Application of enzymes as a feed additive in aquaculture. *Jurnal Marine Life Science & Technology*, 2: 208-221.
- Loekman, N.A., Satyantini, W.H., & Mukti, A.T. 2018. Penambahan asam amino taurin pada pakan buatan terhadap peningkatan pertumbuhan dan sintasan benih ikan kerapu cantik (*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus microdon*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 10(2): 140 - 146.
- Manik, R.R.D.S., & Arleston, J. 2021. *Nutrisi dan Pakan Ikan*. Widya Bhakti Persada Bandung. Bandung. 99 hlm.
- Maryani, Riziky, M., Nursiah, & Pudjirahaju, A. 2021. Gambaran aktivasi sistem imun ikan nila (*Oreochromis niloticus*) terhadap penambahan tepung daun sangkareho (*Callicarpa longifolia* Lam.) melalui pakan. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 6(2): 74 - 81.

- Minjoyo, H. Prihaningrum, A. Rivaie, A.R., & Dharmawati, V. 2021. Growth performance and immune response of silver pompano seeds (*trachinotus bloccii*) fed with feed containing immunostimulant supplements. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 9(2): 1118 - 1129.
- Muslim. 2017. *Budidaya Ikan Rawa*. UPT. Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya.Palembang. 169 hlm.
- Melianawati, R., Astuti, N.W.W., & Tridjoko T. 2023. Peranan taurin pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan kerapu bebek *Cromileptes altivelis* (Valenciennes, 1828). *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(1): 27 - 34.
- Nafis, M., Zainuddin, & Masyitha, D. 2017. Gambaran histologi saluran pencernaan ikan gabus (*Channa striata*). *JIMVET*. 01(2): 196-202.
- Nungroho, R.A., & Nur, F.M. 2018. *Potensi Bahan Hayati Sebagai Immunostimulan Hewan Akuatik*. CV Budi Utama. Yogyakarta.109 hlm.
- Ode, I. 2013. Kajian sistem imunitas untuk pengendalian penyakit pada ikan dan udang. *Jurnal Ilmiah agribisnis dan Perikanan*, 6(2) : 41-43.
- Pariyanto, Hidayat, T. & Sulaiman, E. 2021. Studi populasi ikan gabus (*Cahna striata*) di Sungai Air Tawar Desa Lembak Kemang Kabupaten Bengkulu Selatan. *Jurnal Ilmu Ilmiah Pendidikan Sains*, 1(2): 53 - 60.
- Prateja, A., Yanto, H., & Prasetio, E. 2023. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan gabus (*Channa striata*) dengan kepadatan yang berbeda pada budidaya ikan sistem aquaponik dalam ember (BUDIKDAMBER). *Jurnal Borneo Akuatika*, 5(1): 40 -51.
- Ripps, H., & Shen, W. 2012. Taurine: a “very essential” amino acid. *Molecular Vision*, 18: 2673-2686.
- Rizki, N., & Abdullah, M. 2021. Kondisi histopatologi usus dan lambung ikan gabus (*Channa striata*) yang terinfeksi endoparasit. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Indonesia*, 1(2): 60 - 74 .
- Roberts, R.J. 2012. *Fish Pathologi Fourth Edition*. Wiley Blackwell and Sons. London. England. 216 hlm.
- Safratilofa. 2017. Histopatologi hati dan ginjal ikan patin (*Pangasionodon hypophthalmus*) yang diinjeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 2(2): 83 - 88.
- Salasia, S.I.O., Sulanjari, D., & Ratnawati, A. 2001, Studi hematologi ikan air tawar. *Jurnal Biologi*, 2(12): 710 - 723.

- Saparuddin & Ilmu, E. 2021. Peningkatan respon imun ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan penambahan ekstrak daun *Macaranga tanarius*. *Jurnal Biotek*, 9(2): 186 – 195.
- Sauqi, R. Y., Hardi, E. H., & Agustina. 2016. Efikasi vaksin pseumulvacc® pada budi daya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Kabupaten Kutai Kartanegara. *Ilmu Perikanan Tropis*, 1(22): 30-35.
- Setyowati, E., Prayitno, S.B., & Sartijo. Pengaruh perendaman ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava. L*) terhadap kelulushidupan dan histologi hati ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) yang diinfeksi bakteri *Edwardsiella tarda*. *Jurnal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4): 174 – 182.
- Simanjuntak, J., Windarti., & Efawani. 2023. Studi komparatif kondisi darah *Pangasianodon hypophthalmus* yang dipelihara pada keramba jaring apung di sungai siak dan kolam terpal dengan manipulasi fotoperiod. *Jurnal Ilmu Perairan*, 11(1): 61 - 68.
- Sohrabnezhad, M., Sudagar, M., & Mazandarani, M. 2017. Effect of dietary soybean meal and multienzyme on intestine histology of beluga sturgeon (*Huso huso*). *International Aquatic Research*, 9: 27 - 280.
- Syaieba, M., Lukistyowati, I., & Syawal, H. 2019. Description of leukocyte of siam patin fish (*Pangasius hypophthalmus*) that feed by addition of harumanis mango seeds (*Mangifera indica L*). *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 2(3): 235 - 246.
- Utami, D.T., Prayitno, S.B., Hastuti, S., & Santika, A. 2013. Gambaran parameter hematologis pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diberi vaksin DNA *Streptococcus iniae* dengan dosis yang berbeda. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(4): 7 - 20.
- Wijaya, S.M., Lisdiana, & Setiati, N. 2014. Pemberian ekstrak benalu mangga terhadap perubahan histologis hepar tikus yang diinduksi kodein. *Journal of Biology & Biology Educatio*, 6(2): 104 – 110.
- Wulandari, S., Jumadi, R., & Rahmawati, F.F. 2018. Efektivitas serbuk daun tanaman kayu manis (*Cinnamomum burmanii*) terhadap diferensial leukosit dan aktivitas fagositosis ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diinfeksi *Streptococcus agalactiae*. *Jurnal Perikanan Pantura*, 1(1): 40 - 49.
- Yanti, N.N., Prayitno, S.B., & Sarjito. 2015. Patogenisitas dan sensitivitas agensia penyebab penyakit bakterial pada ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) terhadap berbagai macam obat beredar. *Journal of Aquaculture Management and Technology*,. (4)3: 75 - 83.

- Zhu, Z., Kou, S., Zhang, X., Lin, Y., Chi, S., Yang, Q., & Tan, B. 2022. Evaluation of corn *distillers dried grains with solubles* (DDGS) replacement for fishmeal in the diet for juvenile hybrid grouper (*Epinephelus fuscoguttatus* ♀ × *Epinephelus lanceolatus* ♂). *Aquaculture Reports*, 25: 1-9.
- Zsuzsanna, J., Sandor, 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*). *Journal Aquaculture Reports*, 20: 1 - 11.
- Zulfahmi, I., Mulisari, & Akmal, Y. 2017. Indeks hepatosomatik dan histopatologi hati ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758) yang dipapar limbah cair kelapa sawit. *SEMDI UNAYA*, 301-314.