

**PERTUMBUHAN, EFISIENSI PAKAN, DAN PROFIL HISTOLOGI USUS
SERTA HATI IKAN LELE (*Clarias gariepinus*) DENGAN PEMBERIAN
DISTILLERS DRIED GRAIN WITH SOLUBLES (DDGS) DAN TAURIN
DALAM PAKAN TANPA TEPUNG IKAN**

Skripsi

Oleh

**GARIN ALIEF NURMANDA
2014111021**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PERTUMBUHAN, EFISIENSI PAKAN, DAN PROFIL HISTOLOGI USUS SERTA HATI IKAN LELE (*Clarias gariepinus*) DENGAN PEMBERIAN DISTILLERS DRIED GRAIN WITH SOLUBLES (DDGS) DAN TAURIN DALAM PAKAN TANPA TEPUNG IKAN

Oleh

Garin Alief Nurmanda

Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) merupakan limbah fermentasi jagung untuk produk bioetanol yang dapat digunakan sebagai bahan alternatif pakan ikan dengan kandungan protein 27,8% dan lemak 10% . Untuk melengkapi asam amino DDGS sebagai pakan ikan karnivora perlu ditambahkan taurin agar nutrisi dapat diserap secara optimal. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis performa pertumbuhan, histologi usus dan hati ikan lele setelah pemberian pakan DDGS dan taurin dalam pakan tanpa tepung ikan. Metode penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan (DDGS% : taurin%): P1: (0 : 0); P2: (5 : 0,5); P3: (5 : 0); P4: (10 : 0,5); P5: (15 : 1,0); P6: (20 : 1,5) dan 3 ulangan yang diberikan pada ikan lele dengan bobot 4,06 g dan panjang 9,20 cm selama 60 hari menggunakan metode pemberian pakan sekenyangnya. Hasil penelitian menunjukkan pengaruh perlakuan yang tidak berbeda nyata terhadap performa pertumbuhan bobot mutlak (16,8 - 20,7 g), pertumbuhan panjang mutlak (5,2 - 6,0 cm), tingkat kelangsungan hidup (72,7 - 93,0 %), laju pertumbuhan spesifik (2,69 - 3,12 %/hari), dan efisiensi pakan (50,4 - 61,5 %) ($P>0,05$). Pada histologi usus, kerusakan yang terjadi meliputi nekrosis, hemoragi, edema, blunted vili, fusion vili, *mild immune cell infiltration in the villus*, *morphonuclear immune cells*, *severe immune cells infiltration*, *morphonuclear immune cells*, sedangkan kerusakan pada hati meliputi pyknosis, nekrosis, hemoragi, degenerasi hydropik, degenerasi lemak, infiltrasi leukosit, dan kongesti. Kesimpulan mengindikasikan penggunaan DDGS dan taurin tanpa tepung ikan tidak memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap performa pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, efisiensi pakan, namun menyebabkan kerusakan histologi pada usus dan hati ikan lele.

Kata kunci: DDGS, Taurin, Tepung ikan, Ikan lele, Pertumbuhan, Histologi

ABSTRACT

GROWTH, FEED EFFICIENCY, AND HISTOLOGICAL PROFILE OF THE INTESTINE AND LIVER OF AFRICAN CATFISH (*Clarias gariepinus*) FED DIETS CONTAINING DISTILLERS DRIED GRAINS WITH SOLUBLES (DDGS) AND TAURINE WITHOUT FISHMEAL

By

Garin Alief Nurmanda

Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) is a corn fermentation waste for bioethanol products that can be used as an alternative fish feed with a protein content of 27.8% and 10% fat. To complement the amino acids of DDGS as carnivorous fish feed, taurine needs to be added so that nutrients can be absorbed optimally. The purpose of this study was to analyze the growth performance, histology of the intestines and liver of catfish after feeding DDGS and taurine in feed without fishmeal. The research method used a completely randomized design (CRD) with 6 treatments (DDGS%: taurine%): P1: (0: 0); P2: (5: 0.5); P3: (5: 0); P4: (10: 0.5); P5: (15: 1.0); P6: (20: 1.5) and 3 replications given to catfish weighing 4.06 g and 9.20 cm long for 60 days using the method of feeding as much as possible. The results showed that there is no significant difference in the performance of absolute weight growth (16.8 - 20.7 g), absolute length growth (5.2 - 6.0 cm), survival rate (72.7 - 93.0 %), specific growth rate (2.69 - 3.12 % / day), and feed efficiency (50.4 - 61.5 %) ($P > 0.05$). In intestinal histology, the damage that occurred included necrosis, hemorrhage, edema, blunted villi, villi fusion, mild immune cell infiltration in the villus, morphonuclear immune cells, severe immune cells infiltration, morphonuclear immune cells, while liver damage included pyknosis, necrosis, hemorrhage, hydropic degeneration, fatty degeneration, leukocyte infiltration, and congestion. The conclusion indicated that the use of DDGS and taurine without fishmeal had no significant effect on growth performance, survival rate, or feed efficiency but caused histological damage to the intestine and liver.

Keywords: DDGS, Taurine, Fish Meal, Catfish, Growth, Histology

**PERTUMBUHAN, EFISIENSI PAKAN, DAN PROFIL HISTOLOGI USUS
SERTA HATI IKAN LELE (*Clarias gariepinus*) DENGAN PEMBERIAN
DISTILLERS DRIED GRAIN WITH SOLUBLES ((DDGS) DAN TAURIN
DALAM PAKAN TANPA TEPUNG IKAN**

Oleh

Garin Alief Nurmanda

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 : Pertumbuhan, Efisiensi Pakan, dan Profil Histologi Usus
dan Hati Ikan lele (*Clarias gariepinus*) dengan Pembe-
rian *Distillers Dried Grain With Solubles* (DDGS) dan
Taurin dalam Pakan Tanpa Tepung Ikan

Nama : Garin Alief Nurmanda

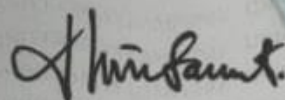
NPM : 20141110021

Program Studi : Budidaya Perairan

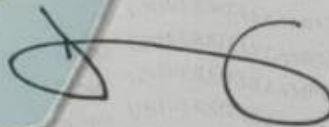
Jurusan : Perikanan dan Kelautan

Fakultas : Pertanian





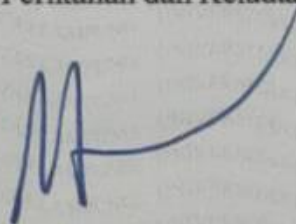
Limin Santoso, S.Pi., M.Si.
NIP. 19770327 200501 1 001



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

MENGETAHUI

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan Universitas Lampung

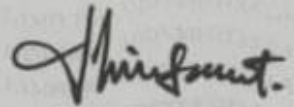


Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 19830923 200604 2 001

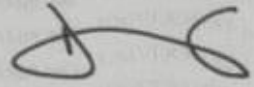
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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



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



Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



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



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 Desember 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 di kemudian 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, 01 Februari 2025
Yang membuat pernyataan,



Garin Alief Nurmanda
NPM. 2014111021

RIWAYAT HIDUP

Pas Photo
3 x 4

Penulis dilahirkan di Bandarjaya, Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 04 Juni 2003. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, putra dari pasangan Bapak Rismanto dan Ibu Ari Setiani. Penulis memulai pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) PKK Poncowati yang diselesaikan pada tahun 2008, pendidikan dasar di SDN 4 Poncowati yang diselesaikan pada tahun 2014, pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Terbanggi Besar yang diselesaikan pada tahun 2017, dan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Terbanggi Besar yang diselesaikan pada tahun 2020. Penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang strata-1 (S1) di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2020.

Semasa menjadi mahasiswa penulis pernah melakukan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Januari-Februari 2023 di Desa Mekarjaya, Kecamatan Gedung Surian, Lampung Barat. Penulis mengikuti riset di Laboratorium Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tanggal 1 Februari 2024 - 1 April 2024. Penulis menyelesaikan tugas akhir (skripsi) pada tahun 2024 dengan judul “Pertumbuhan, Efisiensi Pakan, dan Profil Histologi Usus dan Hati Ikan lele (*Clarias gariepinus*) dengan Pemberian *Distillers Dried Grain With Solubles* (DDGS) dan Taurin dalam Pakan Tanpa Tepung Ikan”.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim...

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha 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 Rismanto dan Ibu Ari Setiani yang telah memberikan dukungan, doa, nasihat dan segala pengorbanan yang terbaik untuk saya.

Adik saya : Sanderiana Arsy Aulia.

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

Almamater kebanggaan, Universitas Lampung

MOTO

Semua sudah diatur, maka menawarlah lewat doa.

SANWANCANA

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Pertumbuhan, Efisiensi Pakan, dan Profil Histologi Usus dan Hati Ikan lele (*Clarias gariepinus*) dengan Pemberian *Distillers Dried Grain With Solubles* (DDGS) dan Taurin dalam Pakan Tanpa Tepung Ikan.” sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S.Pi), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Lembaga Penelitian dan Pengabdian 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/PN2023.
3. Dr. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
4. Dr. Agus Setyawan, S.Pi., M.P. selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
5. Limin Santoso, S.Pi., M.Si. selaku pembimbing utama, terima kasih atas kesediaannya untuk memberi dukungan, bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
6. Deny Sapto Chondro Utomo, S.Pi., M.Si. selaku pembimbing kedua, terima kasih atas kesediaannya untuk memberi dukungan, bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;

7. Ir. Siti Hudaidah, M.Sc. selaku pembimbing penguji, terima kasih atas dukungan, saran dan kritik dalam penyelesaian skripsi ini;
8. Seluruh dosen, staf administrasi, dan staf Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan;
9. Kedua orang tua saya dan adik saya yang telah mendoakan dan memberikan dukungan kepada saya;
10. Rekan kuliah seperjuangan, Elba, Maul, Wirayuda, Syam, Gito dan Rekan-rekan Ploy lainnya;
11. Tim penelitian, Rindi, Cipto, Rani, Astrid, Shinta, Frido, Sefrian, Mei, Fauzan;
12. Seluruh teman-teman angkatan 2020 Budidaya Perikanan;
13. 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, 01 Februari 2025
Penulis

Garin Alief Nurmanda

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	v
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Penelitian	3
1.5 Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Lele	8
2.2 Kebutuhan Nutrisi Pada Ikan Lele	9
2.3 Pakan Buatan	9
2.4 Distillers Dried Grains With Solubles (<i>DDGS</i>).....	10
2.5 Taurin	10
2.6 Pertumbuhan Ikan.....	11
2.7 Histologi Usus Ikan.....	12
2.8 Histologi Hati Ikan	16
III. METODE PENELITIAN	22
3.1 Waktu dan Tempat.....	22
3.2 Alat dan Bahan.....	22

3.3 Rancangan Percobaan	24
3.4 Prosedur Penelitian	25
3.4.1 Pembuatan Pakan	25
3.4.2 Persiapan Wadah dan Media Pemeliharaan	26
3.4.3 Persiapan Ikan Uji	26
3.4.4 Pemeliharaan Ikan	26
3.4.5 Pengukuran Kualitas Air	27
3.5 Prosedur Hasil	27
3.5.1 Pertumbuhan Bobot Mutlak	27
3.5.2 Pertumbuhan Panjang Mutlak	28
3.5.3 Tingkat Kelangsungan Hidup	28
3.5.4 Laju Pertumbuhan Spesifik	28
3.5.5 Efisiensi Pakan	29
3.5.6 Histologi Usus dan Hati	29
3.6 Uji Parameter Kualitas Air	30
3.7 Analisis Data	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil	31
4.1.1 Analisis hasil uji proksimat	31
4.1.2 Pertumbuhan Bobot Mutlak	32
4.1.3 Pertumbuhan Panjang Mutlak	33
4.1.4 Tingkat Kelangsungan Hidup	34
4.1.5 Laju Pertumbuhan Spesifik	35
4.1.6 Efisiensi Pakan	36
4.1.7 Kualitas Air	37
4.1.8 Profil Histologi Usus	37
4.1.9 Profil Histologi Hati	40
4.2 Pembahasan	43
V. KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50

DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Histologi usus ikan.....	14
2. Histologi hati ikan	18
3. Alat penelitian.....	21
4. Bahan penelitian.....	23
5. Formulasi pakan uji.....	24
6. Analisis Kandungan Nutrisi Pakan Uji	31
7. Kualitas Air Selama Penelitian	37
8. Histopatologi pada Usus Ikan Lele	38
9. Kejadian Histopatologi pada Usus Ikan Lele	40
10. Histopatologi pada Hati Ikan Lele	41
11. Kejadian Histopatologi Pada Hati Ikan Lele.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian	5
2. Ikan Lele (<i>Clarias gariepinus</i>).....	8
3. Histologi Usus Ikan Normal	13
4. Histologi Usus yang Diberi Pakan Nabati dan Hewani	14
5. Histologi Hati Normal	14
6. Histologi Hati Ikan yang Diberi Pakan Nabati	15
7. Tata Letak Wadah Pemeliharaan.....	27
8. Pertumbuhan Bobot Mutlak Ikan Lele.....	32
9. Pertumbuhan Panjang Mutlak Ikan Lele.....	33
10. Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Lele	34
11. Laju Pertumbuhan Spesifik Ikan Lele.....	35
12. Efisiensi Pakan Ikan Lele.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Uji Normalitas.....	60
2. Uji Homogenitas	61
3. ANOVA.....	62
4. Uji Kruskall-wallis.....	63
5. Uji Proksimat Pakan	64
6. Analisis Biaya Produksi Pakan	65
7. Dokumentasi Penelitian.....	66

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan lele merupakan salah satu komoditas air tawar yang banyak dibudidayakan dan menjadi unggulan bagi para pembudidaya. Pemilihan ikan lele untuk dibudidayakan karena memiliki keunggulan dibanding ikan lain. Keunggulan lele yaitu mudah dipelihara, pertumbuhan yang cepat, mampu hidup dalam lingkungan ekstrem dan dapat dibudidayakan di berbagai tempat (Nasrudin, 2010). Pada tahun 2021, produksi ikan lele di Indonesia mencapai 1,06 juta ton dengan nilai Rp18,93 (KKP, 2021). Berdasarkan data KKP (2021) produksi ikan lele mengalami peningkatan rata-rata produksi sebesar 2,95% dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Hal ini menjelaskan bahwa budidaya ikan lele semakin meningkat.

Dengan meningkatnya produksi ikan lele, maka kebutuhan pakan semakin meningkat. Pakan yang digunakan dalam kegiatan budidaya ikan lele umumnya adalah pakan buatan atau pakan komersil. Bahan yang digunakan harus mengandung protein, asam amino tinggi, mineral yang berlimpah, serta memiliki kecernaan pakan yang tinggi. Salah satu bahan pakan ikan lele yang dominan yaitu tepung ikan sebagai sumber protein.

Tepung ikan adalah bahan yang paling banyak digunakan untuk pembuatan pakan ikan karnivora. Namun dengan semakin meningkatnya penggunaan tepung ikan dapat menyebabkan naiknya harga dan ketersediaan bahan yang semakin berkurang. Oleh karena itu, perlu adanya penggunaan bahan alternatif yang dapat menggantikan tepung ikan

Salah satu bahan yang bisa digunakan sebagai sumber alternatif protein hewani adalah *Distillers Dried Grain with Solubles* (DDGS). DDGS merupakan produk yang terbentuk setelah proses fermentasi etanol yang berasal dari biji jagung. Menurut Hertrampf dan Pascual, (2000) DDGS memiliki kandungan protein 27,8% dan lemak 10% yang dapat berfungsi sebagai sumber energi dalam proses pertumbuhan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Revesz *et al.* (2020) pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.), penggunaan DDGS sebanyak 40% dalam pakan dapat meningkatkan tingkat kelulushidupan.

Menurut Aydin dan Gumus, (2020) penggunaan DDGS 30% pada pakan ikan rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) menghasilkan pertumbuhan spesifik tertinggi dan menunjukkan villus pada bagian lamina propria mengalami pelebaran secara signifikan seiring meningkatnya kandungan DDGS. Hal tersebut menunjukkan penggunaan DDGS sebagai pengganti tepung ikan tidak menyebabkan peradangan pada usus ikan. Penggunaan bahan yang berbasis protein nabati dapat menekan biaya produksi. Namun bahan pakan berbasis protein nabati memiliki zat antinutrisi. Zat antinutrisi dapat mengganggu penyerapan nutrisi dan memengaruhi kekebalan tubuh ikan. Untuk menutupi kekurangan nutrisi pada protein nabati dapat ditambahkan asam amino. Salah satu sumber asam amino yang dapat digunakan adalah taurin.

Taurin adalah asam amino bebas yang dapat ditemukan pada jaringan tubuh pada makhluk hidup perairan (Divakaran, 2006). Chen *et al.* (2005) menyatakan bahwa penambahan taurin sebanyak 2,5 mg/l ke dalam media pengkayaan rotifer mampu meningkatkan pertumbuhan serta tingkat kelangsungan hidup ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). Berdasarkan pernyataan di atas, penambahan taurin dapat meningkatkan kinerja sistem pencernaan serta sistem imun pada ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). Nguyen *et al.* (2015) menyatakan suplementasi taurin dalam pakan berbasis SBM dapat memulihkan pencernaan lemak, asam empedu dan konsentrasi lemak pada jaringan ikat ikan ekor kuning

Perpaduan DDGS dan taurin dalam pembuatan pakan ikan diharapkan dapat menghasilkan pakan dengan kandungan nutrisi yang baik dalam mendukung proses pertumbuhan pada ikan. Selain itu diharapkan DDGS juga dapat menggantikan peran tepung ikan yang semakin mahal dan langka. Namun, di dalam pakan berbahan protein nabati memiliki aroma yang kurang disukai ikan karnivora. Menurut Rolan dan Caprio (2008) pemberian taurin pada pakan ikan lele saluran (*Ictalurus punctatus*) dapat meningkatkan kemampuan indra pengecap. Selain itu menurut Peter *et al.* 2022, Suplementasi taurin meningkatkan pertumbuhan, pemanfaatan pakan, dan ketahanan terhadap penyakit pada beberapa ikan air tawar.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis performa pertumbuhan, efisiensi pakan, dan histologi usus ikan lele (*Clarias gariepinus*) yang diberi pakan berbahan *Distillers Dried Grain with Solubles* (DDGS) dan taurin.

1.3 Manfaat Penelitian

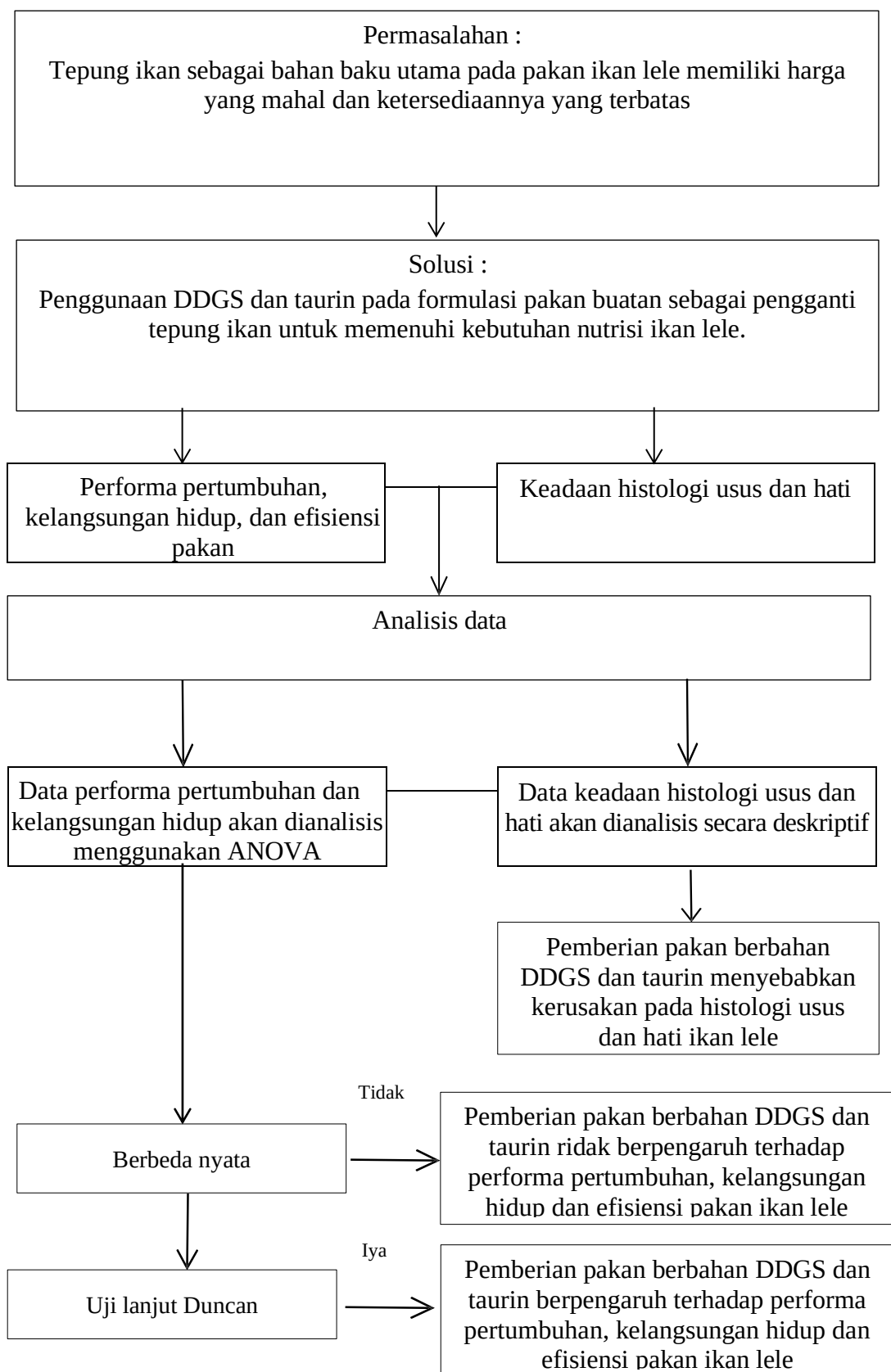
Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang performa pakan tanpa tepung ikan yang disubstitusi dengan *Distillers Dried Grain with Solubles* (DDGS) dan taurine terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan, dan histologi usus ikan lele (*Clarias gariepinus*).

1.4 Kerangka Penelitian

Tepung ikan merupakan bahan baku utama sebagai sumber protein. Tepung ikan memiliki kandungan protein yang berguna untuk proses pertumbuhan. Sebagai sumber protein utama tepung ikan mengalami permintaan yang semakin tinggi. Tepung ikan berasal dari penangkapan ikan laut lepas, jika itu terjadi secara terus menerus dapat menimbulkan ekosistem yang tidak seimbang sehingga perlu adanya bahan alternatif pengganti tepung ikan yang mampu menekan biaya produksi, namun kandungan nutrisi yang dimiliki sesuai dengan ikan lele. Kombinasi

DDGS dan taurin dapat menjadi bahan untuk meningkatkan proses pertumbuhan ikan lele serta menggantikan tepung ikan. Dalam formulasi pakan DDGS menjadi sumber protein dan lemak nabati. Protein dan lemak nabati akan menjadi energi yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan pada ikan lele. Namun dalam proses pertumbuhan, Ikan lele tetap membutuhkan asam amino yang tidak ada dalam kandungan protein nabati. Oleh karena itu, Penggunaan taurin dapat menjadi solusi dalam memenuhi kebutuhan asam amino pada ikan lele. Taurin akan memproduksi asam empedu yang membantu proses penyerapan lemak pada ikan lele untuk memenuhi kebutuhan energi yang dibutuhkan dalam pertumbuhan

Hal inilah yang menjadikan DDGS dan taurin dapat digunakan sebagai alternatif pengganti tepung ikan dalam pembuatan pakan, namun tetap menghasilkan pakan yang mampu meningkatkan pertumbuhan pada ikan lele. Pemberian pakan yang mengandung *Distillers Dried Grain with Solubles* (DDGS) dan taurin dalam formulasi pakan buatan diharapkan memiliki pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan, dan histologi usus benih lele. Sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan ikan lele. Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian yaitu :

a. Pertumbuhan bobot mutlak

$H_0 : \tau_i = 0$, Pada tingkat 95% pemberian pakan yang mengandung *Distillers Dried Grains with Solubles* (DDGS) dan taurin tanpa tepung ikan tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak ikan lele.

$H_1 : \tau_i \neq 0$, Pada tingkat 95%, pemberian pakan yang mengandung *Distillers Dried Grains with Solubles* (DDGS) dan taurin tanpa tepung ikan memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap pertumbuhan bobot mutlak ikan lele

b. Pertumbuhan panjang mutlak

$H_0 : \tau_i = 0$, Pada tingkat 95% pemberian pakan yang mengandung *Distillers Dried Grains with Solubles* (DDGS) dan taurin tanpa tepung ikan tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak ikan lele.

$H_1 : \tau_i \neq 0$, Pada tingkat 95%, pemberian pakan yang mengandung *Distillers Dried Grains with Solubles* (DDGS) dan taurin tanpa tepung ikan memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap pertumbuhan panjang mutlak ikan lele.

c. Laju pertumbuhan spesifik

$H_0 : \tau_i = 0$, Pada tingkat 95% pemberian pakan yang mengandung *Distillers Dried Grains with Solubles* (DDGS) dan taurin tanpa tepung ikan tidak berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan lele.

$H_1 : \tau_i \neq 0$, Pada tingkat 95%, pemberian pakan yang mengandung *Distillers Dried Grains with Solubles* (DDGS) dan taurin tanpa tepung ikan memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik

d. Tingkat kelangsungan hidup

$H_0 : \tau_i = 0$, Pada tingkat 95% pemberian pakan yang mengandung *Distillers Dried Grains with Solubles* (DDGS) dan taurin tanpa tepung ikan tidak berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan lele.

$H_1 : \tau_i \neq 0$, Pada tingkat 95%, pemberian pakan yang mengandung *Distillers Dried Grains with Solubles* (DDGS) dan taurin tanpa tepung ikan memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan lele.

e. Efisiensi pakan

$H_0 : \tau_i = 0$, Pada tingkat 95% pemberian pakan yang mengandung *Distillers Dried Grains with Solubles* (DDGS) dan taurin tanpa tepung ikan tidak berbeda nyata terhadap efisiensi pakan ikan lele.

$H_1 : \tau_i \neq 0$, Pada tingkat 95% pemberian pakan yang mengandung *Distillers Dried Grains with Solubles* (DDGS) dan taurin tanpa tepung ikan memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap efisiensi pakan ikan lele.

f. Histologi usus dan hati

Pemberian pakan berbahan DDGS dan taurin pada ikan lele selama 60 hari diduga akan memberikan pengaruh pada struktur usus dan hati ikan lele.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Lele

Klasifikasi ikan lele berdasarkan Fishbase (2018) sebagai berikut:

Phylum : Chordata

Class : Pisces

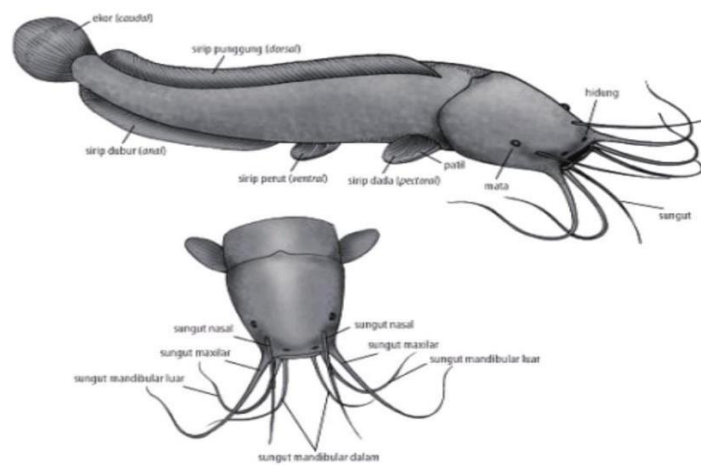
Subclass :Teleostei

Ordo : Ossariophyyci

Famili : Clariidae

Genus : *Clarias*

Spesies : *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)



Gambar 2. Morfologi ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*)
Sumber : Warseno (2018)

Secara morfologi, ikan lele memiliki tubuh yang memanjang, agak bulat pada bagian tengahnya dan bagian belakang berbentuk pipih. Ikan lele adalah ikan yang tidak memiliki sisik, tetapi menghasilkan lendir. Kepala ikan lele memanjang sampai seperempat bagian tubuhnya. Pada sekitar mulut ikan lele mempunyai sungut dan olfaktori sebagai alat peraba saat mencari makan karena ikan lele memiliki penglihatan yang buruk (Ciptanto, 2010). Ikan lele memiliki alat bantu pernapasan yang mampu membuat ikan lele hidup di air yang berlumpur atau lingkungan yang mengandung sedikit oksigen (Manik *et al.* 2022). Ikan lele juga memiliki alat pertahanan berupa patil untuk melindungi dirinya.

2.2 Kebutuhan Nutrisi Pada Ikan Lele

Pakan komersil banyak digunakan dikalangan pembudidaya karena kandungan nutrisinya yang tinggi, namun memiliki harga yang relatif mahal. Olehkarena itu, dapat disubstitusi dengan pakan yang lebih ekonomis dengan harga yang lebih murah, namun tetap memiliki kandungan nutrisi yang baik. Kebutuhan nutrisi ikan juga dilihat dari jenis, ukuran, umur, dan lingkungan. Serta pengaruh bahan pakan lainnya yang terkandung dalam formulasi. Oleh karena itu, dalam formulasi pembuatan pakan bahan yang digunakan harus memiliki kandungan nutrisi yang lengkap meliputi karboidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral. Perbedaan jenis ikan dan kebutuhan nutrisi tersebut dapat mempengaruhi bahan pakan yang digunakan untuk menyusun formulasi pakan. BSN (2022) menyatakan bahwa kebutuhan nutrisi pada ikan lele pada fase pembesaran yaitu lemak 5%, serat kasar 8%, abu 13% dan kadar air 12%.

2.3 Pakan Buatan

Pakan buatan adalah pakan yang digunakan dalam budidaya ikan. Kandungan gizi dalam pakan harus sesuai dengan kebutuhan ikan agar mampu menunjang proses pertumbuhan. Pakan buatan berasal dari campuran baik bahan protein nabati atau bahan protein hewani. Selanjutnya bahan-bahan di proses dan dibentuk sesuai kebiasaan makan ikan agar mempermudah ikan dalam mengonsumsi pakan tersebut.

Salah satu pakan buatan yang biasa digunakan oleh pembudidaya ikan adalah pelet. Pelet memiliki beberapa jenis, antara lain pelet terapung, pelet semi terapung dan pelet tenggelam. Kandungan utama dalam pakan ikan adalah protein. Protein menjadi sumber energi utama dalam proses pertumbuhan. Selain kandungan protein, nutrisi seperti lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral yang juga tidak kalah penting. Kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan dipengaruhi oleh jenis, ukuran, umur dan lingkungan. Serta pengaruh bahan pakan lainnya (Wulanningrum *et al.* 2019).

2.4 Distillers Dried Grains With Solubles (DDGS)

Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) merupakan produk sampingan (limbah) fermentasi jagung untuk produk bioetanol (Li *et al.* 2019). DDGS adalah sumber protein nabati yang baik untuk pertumbuhan ikan dan memiliki harga relatif murah. Menurut Hertrampf dan Pascual, (2000) protein, lemak, abu, DDGS pada kadar air 9,2% secara berturut-turut yaitu sebesar 27,8%, 10% dan 10,9%. Selain itu DDGS mengandung energi total sejumlah 3150 kkal/kg (Inayah *et al.* 2013). Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Revesz *et al.* (2020) pada ikan mas (*Cyprinus carphio* L.) penggunaan DDGS sebanyak 40% ke dalam pakan mampu menekan biaya produksi dan efisiensi pakan, serta memiliki kualitas daging yang sama dengan ikan yang diberi pakan konvensional. Menurut Zhou *et al.* (2010) pakan yang mengandung DDGS sebanyak 30% dapat menggantikan tepung kedelai dan tepung jagung dalam pakan ikan lele tanpa suplementasi lisin. Hal tersebut ditandai dengan peningkatan efisiensi pakan pada percobaan yang dilakukan. Menurut Robinson dan Li (2008), pemberian pakan dengan kandungan tepung kedelai dan DDGS mendapat FCR yang jauh lebih baik dibanding dengan pakan yang diberi tepung kedelai saja.

2.5 Taurin

Taurin adalah asam amino bebas yang dapat ditemukan pada makhluk hidup di perairan (Divakaran, 2006). Taurin berperan dalam proses fisiologis dalam tubuh, seperti proses osmoregulasi, sebagai antioksidan dan menjaga keseimbangan

kalsium dalam sel. Selain itu taurin juga berperan dalam proses pertumbuhan serta meningkatkan penglihatan. Taurin juga dapat memulihkan pencernaan lemak, asam empedu dan konsentrasi lemak pada jaringan ikat ikan ekor kuning (Nguyen *et al.* 2015). Selain itu taurin juga berperan dalam proses reproduksi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Loekman *et al.* (2018) menunjukkan bahwa pemberian taurin dengan dosis 1% ke dalam pakan buatan berpengaruh pada pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan berat mutlak, dan laju pertumbuhan spesifik ikan kerapu cantik (*E. fuscoguttatus* × *E. microdon*). Menurut Widyasti *et al.* (2013) menyatakan bahwa penambahan taurin pada pakan komersil dan pakan alami mampu meningkatkan pertumbuhan bobot, pertumbuhan panjang dan lingkar perut pada juvenil ikan gurami (*Osphronemus gouramy*).

2.6 Pertumbuhan Ikan

Pertumbuhan merupakan proses bertambah panjang dan berat suatu makhluk hidup yang dapat dilihat dari perubahan ukuran panjang dan berat dalam satuan waktu (Mulqan *et al.*, 2017). Pertumbuhan disebabkan oleh bertambahnya ukuran dan jumlah sel yang ada pada jaringan tubuh ikan. Menurut Benedictus (2013) pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang dapat memengaruhi pertumbuhan ikan antara lain sifat genetik, usia, dan jenis kelamin. Sedangkan faktor eksternal yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan antara lain lingkungan dan pakan. Pakan merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan. Dalam pemberian pakan, nutrisi yang terkandung dalam pakan digunakan untuk beraktivitas dan metabolisme tubuh. Kemudian sisa nutrisi digunakan untuk pertumbuhan. Pakan yang diberikan harus mengandung nutrisi yang cukup untuk menunjang pertumbuhan. Kebutuhan protein pada ikan lele berkisar antara 20- 60% dan kebutuhan optimum 30-36% (Mudjiman, 2011). Beberapa hal yang harus diperhatikan pemberian pakan agar pertumbuhan optimal antara lain jumlah pakan, jadwal pemberian, dan cara pemberian pakan. Cara pemberian pakan harus sesuai kebutuhan dan kebiasaan makan ikan. Selain pakan, lingkungan juga merupakan bagian penting dalam proses pertumbuhan ikan. Perubahan lingkungan dapat memengaruhi pertumbuhan ikan. Salah satunya perubahan suhu. Perubahan suhu

yang ekstrem akan mengurangi nafsu makan ikan yang berpengaruh terhadap proses metabolisme tubuh dan daya tahan tubuh terhadap penyakit (Sibagariang *et al.*, 2020). Menurut Manik *et al.* (2022) menyatakan bahwa ikan lele akan tumbuh dengan baik pada perairan yang memiliki suhu berkisar antara 20-30°C dengan suhu optimal 27°C, Oksigen terlarut >3 ppm, pH 6,5-8 dan kandungan NH₃ sebesar 0,05 ppm.

2.7 Histologi Usus Ikan

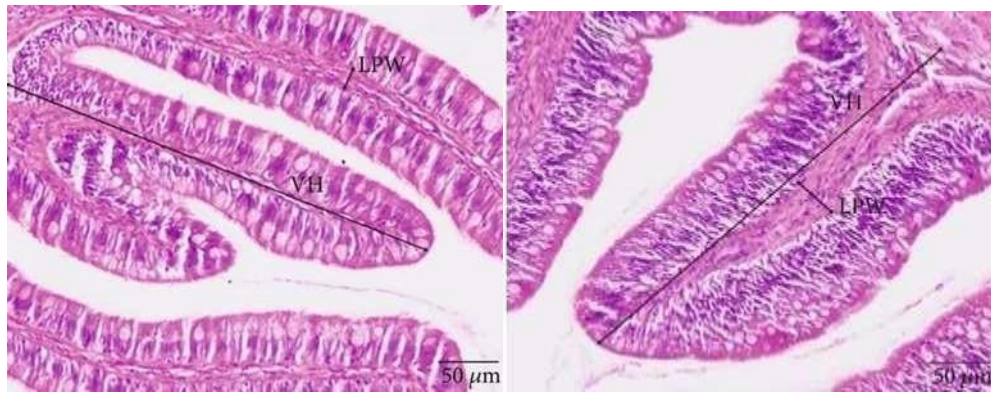
Usus adalah organ tubuh yang berperan dalam proses penyerapan pakan. Ikan lele memiliki panjang usus yang relatif lebih pendek karena ikan lele lebih cenderung masuk ke golongan karnivora. Kinerja usus yang baik dapat menyebabkan penyerapan pakan menjadi lebih optimal. Usus ikan memiliki beberapa bagian antara lain, usus depan (proksimal), usus tengah (usus mideal), dan usus belakang (usus distal). Menurut Irfandi *et al.* (2019) saluran pencernaan terdiri dari beberapa lapis antara lain tunika mukosa, tunika submukosa, tunika muskularis, dan tunika serosa. Tunika mukosa terdiri dari lamina epitelia, lamina propria, dan lamina muskularis mukosa. Tunika submukosa terdiri dari jaringan ikat kolagen. Tunika muskularis terdiri dari otot yang melingkar dan memanjang. Tunika serosa merupakan lapisan terluar yang tersusun atas jaringan ikat padat dan pembuluh darah. Usus proksimal adalah usus yang paling baik dalam proses penyerapan dibanding usus lain, pada bagian usus proksimal memiliki ciri yaitu vili yang lebih panjang dan berjumlah banyak. Pada bagian mukosa terdapat vili yang di dalamnya ada sel enterosit dan sel goblet. Sel enterosit memiliki bentuk silindris dan hanya tersusun atas selapis sel yang berperan dalam proses penyerapan makanan. Sedangkan sel goblet berbentuk seperti piala, mengandung musin yang berfungsi untuk melumasi makanan, memberikan perlindungan pada dinding usus. Musin akan berubah menjadi mukus jika bereaksi dengan air (Junqueira dan Carneiro 2011). Berikut gambaran histologi usus ikan lele lokal (*Clarias batracus*) yang normal dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Usus Normal ikan lele lokal (*Clarias batracus*)

Keterangan: Tunika Mukosa (M); Tunika Muskularis (MK); Tunika Submukosa (SM); Tunika Serosa (S).
Sumber : Irfandi *et al.* (2019)

Menurut Li *et al.* (2022) menyatakan bahwa ikan turbot (*Scophthalmus maximus* L.) yang diberi pakan yang berbahan tepung kedelai mengalami pelebaran pada lapisan propria dan mengalami inflamasi pada sel infiltrasi. Secara statistik menunjukkan tinggi villi dan lebar lapisan propria mengalami penurunan atau peningkatan pada perlakuan pakan berbasis tepung kedelai dibanding dengan perlakuan yang menggunakan pakan berbasis tepung ikan. Selain itu pemberian pakan dengan bahan tepung kedelai yang difermentasi dengan *L. acidophilus* menunjukkan bahwa penggunaan pakan tersebut mengurangi gangguan patologis dengan hasil tinggi villi dan lebar lapisan propria yang normal. Berikut gambaran histologi usus ikan yang diberi pakan berbasis tepung kedelai dan tepung ikan dapat dilihat pada Gambar 4.



(a)

(b)

Gambar 4. (a) Usus ikan turbot yang diberi pakan berbasis tepung ikan
(b) Usus ikan turbot yang diberi pakan berbasis tepung kedelai

Keterangan: Tinggi Villi (VH) dan Lebar Lapisan Propria (LPW)
Sumber : Li *et al.* (2022)

Beberapa histopatologi yang terjadi pada usus ikan dapat dilihat pada Tabel 1.

A.	• N = Nekrosis, ditandai dengan rusaknya jaringan • He = Hemoragi, ditandai keluarnya sel darah merah dari pembuluh darah • E = Edema, ditandai dengan bengkaknya jaringan dan berisi cairan
B.	• FV = Fusion Villi, ditandai dengan saling menem- pelnya villi satu dengan lainnya

Keterangan : Usus Ikan Nila
Sumber : Juanda dan Edo (2018)

Keterangan : Usus Ikan Beluga Sturgeon
Sumber : Sohrabnezhad *et al.* (2017)

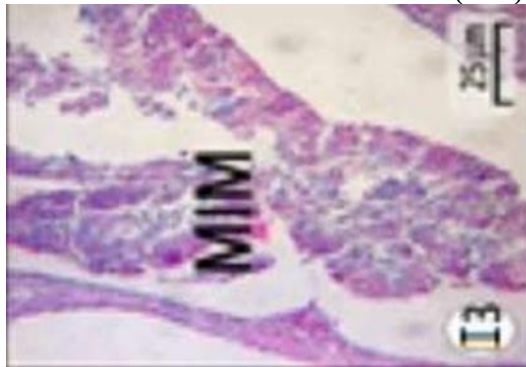
C.



Keterangan : Usus Ikan Beluga Sturgeon
Sumber : Sohrabnezhad *et al.* (2017)

- BV = Blunted Villi, ditandai dengan villi yang berukuran lebih kecil dan tumpul

D.



Keterangan : Usus Ikan Beluga Sturgeon
Sumber : Sohrabnezhad *et al.* (2017)

- MIM = Mild Immune cell infiltration in the villus (Infiltrasi sel imun ringan) ditandai dengan meleburnya villi secara ringan atau villi masih terlihat jelas

E.



Keterangan : Usus Ikan Beluga Sturgeon
Sumber : Sohrabnezhad *et al.* (2017)

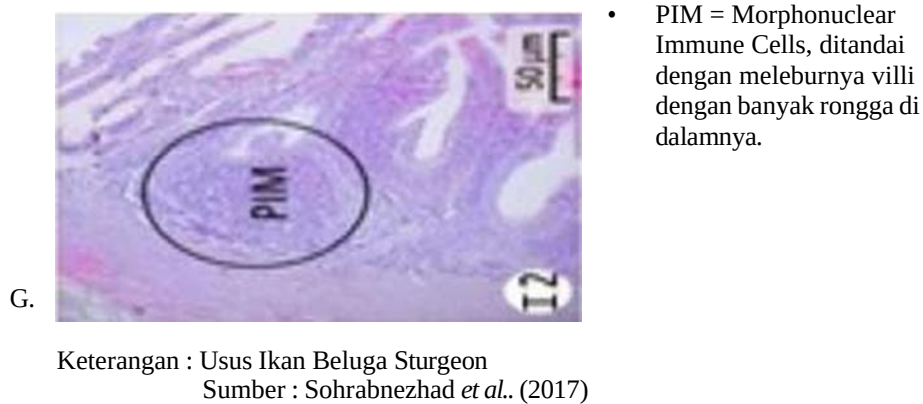
- MOIM = Mononuclear Immune Cells, ditandai dengan adanya satu rongga di dalam villi dan villi mulai melebur

F.



Keterangan : Usus Ikan Beluga Sturgeon
Sumber : Sohrabnezhad *et al.* (2017)

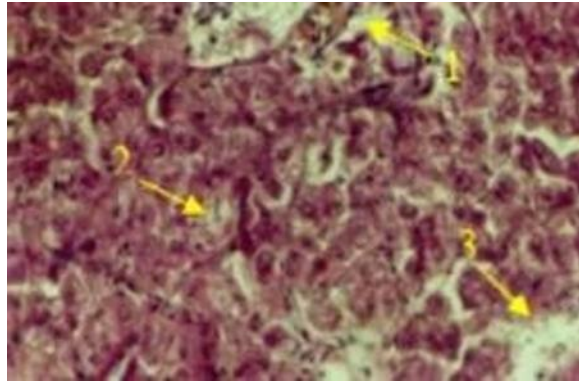
- SIM = Severe Immune Cells (Infiltrasi sel imun parah), ditandai dengan meleburnya villi sampai tidak terlihat jelas atau rusak.



Kelainan histologi pada usus ikan disebabkan oleh banyak faktor. Pada gambar A terdapat nekrosis, edema dan hemoragi pada usus ikan nila. Menurut Juanda dan Edo (2018) nekrosis dan hemoragi terjadi karena terpaparnya jaringan usus oleh zat toksin, bakteri, virus, dan parasit. Menurut Sulastri *et al.* 2018 edema terjadi karena adanya akumulasi cairan yang abnormal pada jaringan organ yang menyebabkan pembengkakan. Pada Gambar B sampai dengan G terdapat FV, BV, MIM, MoIM, SIM dan PIM. Kelainan tersebut disebabkan oleh pemberian pakan yang mengandung bahan protein nabati dan multi enzim kepada ikan Beluga Sturgeon.

2.8 Histologi Hati Ikan

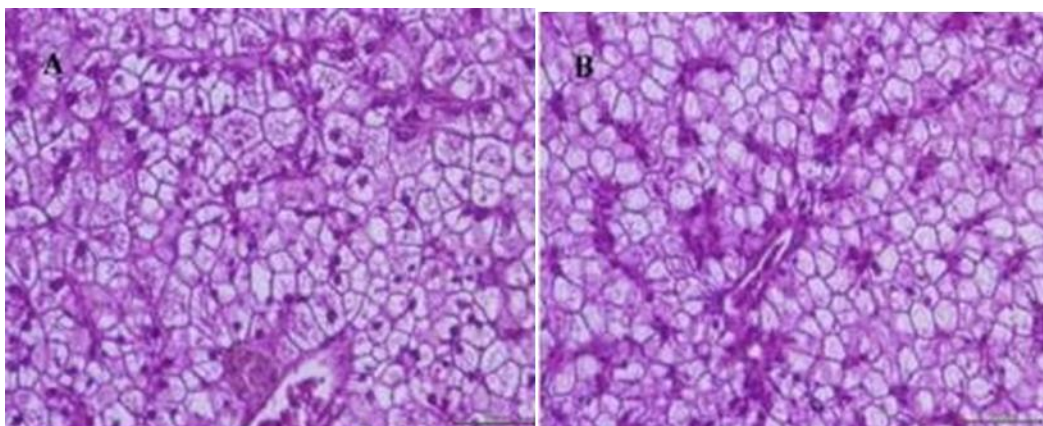
Hati merupakan organ penting menunjang pertumbuhan. Menurut Safratilofa (2017), hati memiliki beberapa peran, yaitu sebagai pusat metabolisme, memproduksi cairan empedu untuk membantu pencernaan lemak, dan detoksifikasi. Organ hati rentan mengalami kerusakan, karena organ hati berfungsi sebagai alat detoks. Organ hati dilewati darah yang membawa zat toksik untuk di detoksi (Camargo dan Martinez, 2007). Zat toksik yang masuk kedalam tubuh akan melalui vena hati dan mengalir ke pembuluh kapiler, bahan yang mengandung toksik akan masuk ke hati. Apabila terjadi secara terus menerus akan menyebabkan kerusakan pada hati. Struktur utama hati adalah sel hati atau hepatosit. Hepatosit normal mempunyai ciri-ciri sel tersusun rapih, bentuk sel bulat dan terdapat lempeng-lempeng hepatosit. Sel terlihat memiliki satu atau dua nucleus (binukleat) yang terdapat di tengah sel. Berikut gambaran histopatologi hati ikan lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang normal dapat dilihat pada Gambar 5

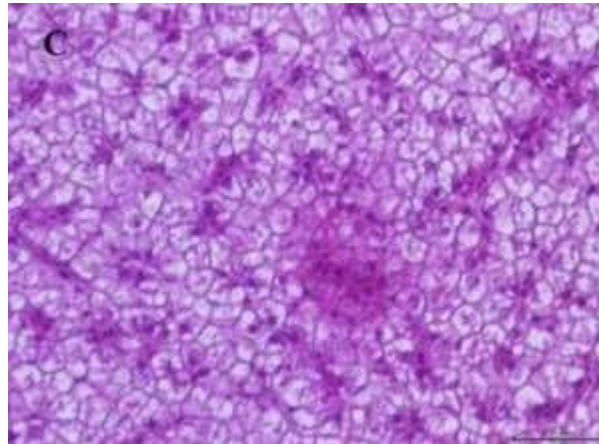


Gambar 5. Histologi Hati Normal lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

Keterangan : (1) Vena Sentral; (2) Hepatosit; (3) Sinusoid
Sumber : Yanto dan Hasan (2015)

Menurut Hansen *et al.* (2006) Ikan kod yang diberi pakan protein nabati (Gluten gandum dan konsentrat kedelai) sebanyak 44% menunjukkan morfologi hati masih normal. Berdasarkan penelitian Martines-Lloren *et al.* (2012), pemberian pakan berbahan tepung biji carob 52% memberikan hasil tidak signifikan pada histologi hati ikan *Bream gilthead*. Berdasarkan penelitian Mamauag *et al.* (2019) pemberian pakan berbahan tepung copra dapat menggantikan tepung kedelai 16 % dalam pakan. Selain itu penggunaan tepung kopra tidak mengubah morfologi hati dan usus pada ikan kerapu. Berikut gambaran histologi usus ikan yang diberi pakan berbasis tepung kopra dapat dilihat pada Gambar 6.





Gambar 6. Histologi Hati Ikan Kerapu (*Epinephelus Fuscoguttatus*)

Keterangan : Histologi hati ikan kerapu yang diberi pakan (A) tepung kedelai 16%, (B) tepung kopra 16%, dan (C) tepung kopra 16% tanpa metionin dan lisin, menunjukkan inti normal, besar dan bulat yang terletak di bagian tengah dan berukuran seragam.

Sumber : Mamauag *et al.* (2019)

Beberapa histopatologi yang terjadi pada hati ikan dapat dilihat pada Tabel 2.

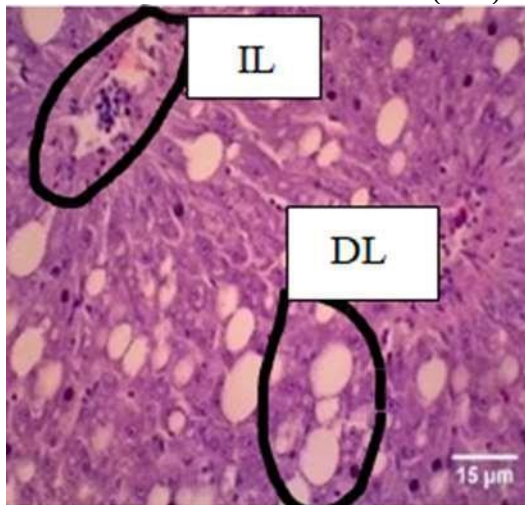
A.		• N = Nekrosis, ditandai dengan rusaknya jaringan • P = Piknotik pengkerutan ukuran sel yang ditandai adanya titik hitam pekat yang berukuran kecil • MMC = Melanomacrophag, ditandai dengan jaringan yang menguning. Indikasi bahwa jaringan terkontaminasi zat toksik
	Keterangan : Hati Ikan Nila	
	Sumber : Juanda dan Edo (2018)	



B.

Keterangan : Hati Ikan Nila
Sumber : Juanda dan Edo (2018)

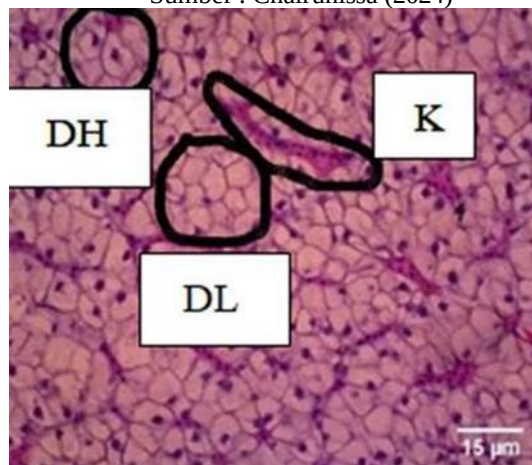
- He = Hemoragi, ditandai dengan pecahnya pembuluh darah pada jaringan



C.

Keterangan : Hati Ikan Lele
Sumber : Chairunissa (2024)

- IL = Infiltrasi leukosit, ditandai dengan peradangan berwarna ungu gelap yang berisi tumpukan leukosit, sebagai respon tubuh terhadap masuknya benda asing sebagai pertahanan non- spesifik
- DL = Degenrasi lemak, ditandai dengan adanya jaringan yang berisi lemak dengan sel yang memiliki ruang kosong atau ketiadaan nucleus



D.

Keterangan : Hati Ikan Lele
Sumber : Chairunissa (2024)

- DH = Degenerasi hidropik ditandai dengan terdapat ruang kosong didalam sel dengan posisi nukleus yang terdorong ke tepi sel
- K = Kongesti, ditandai dengan terhimpitnya darah pada pembuluh darah

Beberapa histopatologi yang terjadi pada hati ikan antara lain nekrosis, hemoragi, degenerasi lemak, pyknosis, kongesti, infiltrasi leukosit dan degenerasi hydropik. Nekrosis adalah kerusakan yang dialami oleh sel atau sel yang mati. Nekrosis bisa disebabkan pathogen, makanan dan zat yang masuk kedalam tubuh. Nazarudin *et al.* (2017) menyatakan bahwa nekrosis merupakan hasil interaksi antara radikal bebas hasil metabolisme obat dan metabolisme tubuh dengan biomolekul penyusun membran sel hati. Nekrosis dapat ditandai dengan hilangnya Sebagian jaringan atau biasanya ditandai dengan adanya piknosis (Meidiza *et al.* 2017). Piknotik adalah pengkerutan ukuran sel yang ditandai adanya titik hitam pekat yang berukuran kecil.

Selanjutnya ada MMC atau Melanomacrophag. Melanomacrophag adalah bagian jaringan yang meradang dan terdapat makrofag di sekitarnya. Melanomacrophag ditandai dengan bagian jaringan yang berwarna kuning keemasan.

Melanomacrophag dapat dikatakan sebagai penanda bahwa organ hati terkontaminasi (Kalaiyasari *et al.*, 2017). Selain itu Menurut Hadi *et al.* 2017 menyatakan bahwa pemeliharaan dengan kepadatan di atas normal dapat mempengaruhi jumlah MMC pada hati dan ginjal ikan nila. Menurut Ratnawati *et al.*, 2013 hati masih bisa bertahan dari invensi pathogen atau zat toksik yang masuk melalui proses penyerapan pada usus. Histopatologi lainnya yaitu hemoragi. Menurut Andayani *et al.* (2018), dimana hemoragi ditandai dengan adanya bintik darah pada pembuluh darah jaringan. Hal tersebut diakibatkan kongesti pada hati sudah sangat parah.

Histopatologi selanjutnya yaitu infiltrasi leukosit. Infiltrasi leukosit merupakan respon tubuh terhadap masuknya pathogen atau benda asing sebagai pertahanan non-spesifik. Hal ini terjadi karena adanya reaksi fagosit dari sel leukosit dan terjadi regenerasi sel yang baru. Infiltrasi leukosit ditandai dengan peradangan berwarna ungu gelap yang berisi tumpukan leukosit. Histopatologi selanjutnya yaitu degenerasi hidropik yang menjadi penyebab terbentuknya degenerasi lemak. Degenerasi hidropik ditandai dengan sitoplasma yang terfakuolasi, vakuola tersebut terisi dengan air. Degenerasi hidropik ditandai dengan terdapat ruang kosong didalam sel dengan posisi nucleus yang terdorong ke tepi sel

(Lovitasari *et al.*, 2021). Degenerasi lemak ditandai dengan adanya jaringan yang membengkak dan bervakuola. Sel dalam jaringan tersebut terisi lemak dan ditandai dengan sel yang memiliki ruang kosong dan nucleus yang sudah tidak ada. Hal ini terjadi karena sel kehilangan kemampuan untuk melakukan metabolisme lemak dengan baik. Selanjutnya sel-sel yang mengalami degenerasi terus menerus akan mengalami kongesti. Kongesti adalah meningkatnya volume sel darah dalam pembuluh darah tubuh akibat dari trauma fisik yang disebabkan parasit atau gangguan sistem peredaran darah (Hadi dan Alwan, 2012)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-April tahun 2024 di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Alat penelitian

No.	Nama Alat	Kegunaan
1.	Alat bedah	Mengambil bagian yang akan diuji
2.	Alat tulis	Mencatat setiap pengamatan/sampling
3.	Ayakan 60µm	Mengayak bahan/tepung
4.	Baskom	Wadah bahan pakan
5.	Batu aerasi	Memperbanyak gelembung udara
6.	Blower	Menyuplai udara
7.	Botol semprot	Menyimpan alkohol 70%
8.	Botol sampel	Wadah sampel histologi usus
9.	Dandang	Tempat pengukusan bahan pakan
10.	DO meter	Menghitung kadar oksigen dalam air
11.	Gunting	Untuk memotong trash bag dan selotip
12.	Kaca preparat	Meletakkan sampel histologi
13.	Kertas label	Menamai wadah pemeliharaan
14.	Kontainer 150 L	Tandon air
15.	Kontainer 70 L	Wadah pemeliharaan
16.	Mesin penepung	Menggiling bahan kasar menjadi tepung halus
17.	Mesin pengaduk	Mencampur bahan pakan
18.	Mikroskop	Mengamati preparat histologi
19.	Oven	Mengoven pakan
20.	Paranet	Menutup ruangan dan wadah pemeliharaan

Tabel 3. Alat Penelitian (Lanjutan)

No.	Nama Alat	Kegunaan
21.	Pencetak pakan	Mencetak pakan
22.	pH meter	Mengukur keasaman media
23.	Selang aerasi	Menyuplai udara dari blower ke wadah pemeliharaan
24.	Selotip	Merekatkan trash bag
25.	Skoopnet	Mengambil benih lele
26.	Termometer	Mengukur suhu air
27.	Timbangan	Menimbang bahan pakan
28.	Tong 60 L	Wadah fermentasi
29.	Trash bag	Melapisi wadah pemeliharaan

Tabel 4. Bahan penelitian

No	Nama Bahan	Kegunaan
1.	Air	Media uji dan media pencampuran bahan pakan
2.	DDGS	Sumber protein sebagai sumber energi
3.	Dikalsium fosfat	Sumber kalsium dan fosfor
4.	DL-metionin	Sumber asam amino esensial
5.	Etanol	Merendam sampel histologi selama pengiriman
6.	Formalin	Mengawetkan sampel histologi sebelum pengiriman
7.	Humustar	Sebagai bahan organik
8.	Ikan Lele ukuran 15-18cm	Hewan uji
9.	L-cystine	Sumber asam amino
10.	L-lysine	Sumber asam amino esensial
11.	Minyak ikan	Sumber lemak hewani dan vitamin A
12.	Minyak kedelai	Sumber asam amino esensial
13.	Ragi tempe	Untuk fermentasi bahan pakan
14.	Taurin	Sumber asam amino
15.	Tepung daging	Sumber asam amino
16.	Tepung ikan	Sumber protein
17.	Tepung jagung	Sumber protein
18.	Tepung kedelai	Sumber asam amino lisin
19.	Tepung singkong	Sumber karbohidrat dan protein
20.	Tisu	Membersihkan preparate
21.	Tisu lensa	Membersihkan lensa
22.	Vitamin dan mineral	Sumber vitamin, mineral, dan asam amino

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini akan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dengan 3 kali ulangan, adapun perlakuan penelitian sebagai berikut :

- P1 = Tepung ikan 16 %, DDGS 0%, dan taurin 0 %
 P2 = Tepung ikan 0 %, DDGS 5 %, dan taurin 0,5 %
 P3 = Tepung ikan 0 %, DDGS 5 %, dan taurin 0 %
 P4 = Tepung ikan 0 %, DDGS 10 %, dan taurin 0,5 %
 P5 = Tepung ikan 0 %, DDGS 15 %, dan taurin 10 %
 P6 = Tepung ikan 0 % , DDGS 20 %, dan taurin 15 %

Tabel 5. Formulasi pakan uji yang digunakan

No	Nama Bahan Baku	Jumlah (g)					
		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	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	7,5	7,5
10	Vitamin dan Vitamin Mix	10	10	10	10	10	10
11	DL-Metionin	0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
12	L-triptophan	4,6	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
13	L-lisin	2,8	4,5	4,5	4,5	4,5	2
14	Taurin	0	5	0	5	10	15
TOTAL		1000	1000	1000	1000	1000	1000

Sumber : (Modifikasi dari Hongmanee *et al.* 2022)

Berikut tata letak wadah pemeliharaan (Gambar 7).

P1.1	P1.3	P2.2	P3.1	P3.3	P4.2	P5.1	P5.3	P6.2
P1.2	P2.1	P2.3	P3.2	P4.1	P4.3	P5.2	P6.1	P6.3

Keterangan :

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

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

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

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

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

Gambar 7. Tata Letak Wadah Pemeliharaan

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pembuatan pakan, persiapan wadah dan media pemeliharaan, persiapan ikan uji, pemeliharaan ikan, pengecekan kualitas air, dan pengamatan hasil.

3.4.1 Pembuatan Pakan

Bahan pakan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tepung ikan, tepung kedelai, tepung daging, tepung jagung, tepung singkong, tepung DDGS, minyak ikan, minyak kedelai, dikalsium fosfat, vitamin dan mineral mix, L-Cysteine, L- Lysine, dan taurin. Bahan-bahan ditimbang lalu digiling menjadi tepung. Setelah itu diayak agar lebih halus. Sebelum digunakan tepung DDGS dikukus selama 45 menit lalu difermentasi dengan ragi tempe atau *Rhizopus sp.* sebanyak 1,25 g/kg selama 4 hari. Selanjutnya, bahan-bahan dicampurkan sesuai dengan formulasi pakan yang telah dibuat dengan

menggunakan alat mixing, kemudian bahan dicetak dengan mesin extruder. Setelah dicetak pakan dijemur hingga kering. Pellet yang sudah kering disemprot dengan minyak ikan. Setelah kering, pakan diuji fisik untuk mengetahui tingkat ketahanan pakan didalam air dan diuji ke ikan yang ingin digunakan. Lalu pakan uji dikirimkan ke Laboratorium Pusat Bioteknologi Institut Pertanian Bogor untuk dilakukan uji proksimat

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 dibersihkan dengan mencucinya menggunakan kaporit, lalu dikeringkan, selanjutnya kontainer dipasang *trash bag* secara menyeluruh ke seluruh sisi kontainer. Setelah itu diisi air sebanyak 40 - 45 l kemudian dilengkapi dengan perangkat aerasi. Setelah 24 jam wadah dan media pemeliharaan sudah dapat digunakan. Lalu disiapkan juga tandon air pada wadah yang berbeda.

3.4.3 Persiapan Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan berupa benih ikan lele (*Clarias gariepinus*) berukuran panjang 10-12 cm dan bobot 3-7 g dengan padat tebar 2 ekor / 5 liter air. Sebelum dilakukan penebaran, ikan lele akan diaklimatisasi selama 15-20 menit di dalam bak penampungan. Ikan yang masih berada di dalam plastik diletakkan di atas bak penampungan agar suhu air dalam plastik dan suhu air dalam bak penampungan homogen. Kemudian ikan ditebar ke dalam bak penampungan untuk diadaptasikan selama 2 hari. Setelah masa adaptasi selesai, ikan siap ditebar pada masing-masing wadah.

3.4.5 Pemeliharaan Ikan

Pemeliharaan ikan akan dilakukan selama 60 hari. Pemberian pakan akan dilakukan sebanyak 3 kali sehari pada pukul 08:00 Pagi, 13:00 Siang, dan 16:00 Sore dengan menggunakan metode sekenyangnya. Selama proses pemeliharaan akan dilakukan penyiponan saat air sudah mulai kotor sekitar 2-3 hari. Selama masa pemeliharaan juga akan dilakukan sampling pertumbuhan dengan jumlah sampling 5 ekor per perlakuan. Ikan diambil sebanyak 5 ekor lalu diukur panjangnya

menggunakan penggaris dan diukur bobotnya menggunakan timbangan. Sampling dilakukan setiap 10 hari sekali.

3.4.5 Pengukuran Kualitas Air

Selama masa pemeliharaan dilakukan pengukuran kualitas air berupa suhu, amoniak, pH dan DO. Suhu diukur menggunakan *thermometer*, oksigen terlarut diukur menggunakan DO meter, derajat keasaman (pH) diukur dengan pH meter. Sedangkan kadar amonia diukur dengan ammonia *test kit*.

3.5 Prosedur Pengamatan Hasil

Parameter yang diamati pada penelitian ini yaitu Pertumbuhan panjang ikan, pertumbuhan bobot ikan, tingkat kelangsungan hidup, laju pertumbuhan spesifik, retensi protein, kualitas air, efisiensi pakan dan histologi usus dan hati ikan lele. Sampling akan dilakukan sebanyak 1 kali dalam seminggu dengan jumlah ikan 5 ekor selama 60 hari pemeliharaan. Pengukuran yang dilakukan mulai dari pengukuran panjang ikan, bobot ikan, tingkat kelangsungan hidup, laju pertumbuhan spesifik, kualitas air, efisiensi pakan, dan retensi protein pada ikan lele. Pengamatan yang dilakukan yaitu histologi usus dan hati ikan lele, dilakukan setelah selesai 60 hari pemeliharaan.

3.5.1 Pertumbuhan Bobot Mutlak

Menurut Effendie (1997) pertumbuhan bobot mutlak dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W_m = W_t - W_0$$

Keterangan :

W_m = Pertumbuhan bobot mutlak (g)

W_t = Berat ikan pada akhir pemeliharaan (g)

W_0 = Berat ikan pada awal pemeliharaan (g)

3.5.2. Pertumbuhan Panjang Mutlak

Menurut Zonneveld *et al.* (1991) pertumbuhan panjang mutlak dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut :

$$L_m = L_t - L_0$$

Keterangan :

L_m = Pertumbuhan panjang mutlak (cm)

L_t = Panjang ikan pada akhir pemeliharaan (cm)

L_0 = Panjang ikan pada awal pemeliharaan (cm)

3.5.3. Tingkat Kelangsungan Hidup

Perhitungan kelangsungan hidup ikan dilakukan pada saat awal dan akhir pengamatan. Menurut Effendie, (1997) kelangsungan hidup ikan dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan:

SR = Tingkat kelangsungan hidup (%)

N_t = Jumlah ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan (ekor)

N_0 = Jumlah ikan yang hidup pada awal pemeliharaann (ekor)

3.5.4. Laju Pertumbuhan Spesifik/*Specific Growth Rate* (SGR)

Menurut Zonnevald *et al.* (1991) nilai SGR dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut :

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{T} \times 100\%$$

Keterangan:

SGR = Laju pertumbuhan spesifik (% /hari)

$L_n W_0$ = Berat ikan pada awal pemeliharaan (g)

$L_n W_t$ = Berat ikan pada akhir pemeliharaan (g)

T = Lama Pemeliharaan (hari)

3.5.5. Efisiensi Pakan

Menurut NRC (1977) efisiensi pakan dapat diperoleh menggunakan rumus sebagai berikut :

$$EP = \frac{W_t + D - W_0}{F} \times 100\%$$

Keterangan:

EP = Efisiensi Pakan (%)

W_t = Berat ikan pada akhir pemeliharaan (g)

D = Berat ikan yang mati (g)

W_0 = Berat ikan pada awal pemeliharaan (g)

F = Jumlah total pakan yang diberikan (g)

3.5.6. Histologi Usus dan Hati

Pengambilan sampel usus dilakukan dengan menggunakan alat belikanuji diambil sebanyak 3 ekor seriap perlakuan dan diletakkan diatas nampan. Setelah itu akan dipingsankan menggunakan es batu. Selanjutnya akan dilakukan pembedahan pada ikan lele. Usus dan hati ikan lele diambil dan segera diawetkan dengan formalin selama 24 jam dan direndam etanol 70% selama proses pengiriman ke Balai Veteriner untuk dibuat preparat histologi. Preparat histologi yang telah selesai dikerjakan kemudian diamati dibawah mikroskop dengan pembesaran 40x dan 100x. Perubahan yang terjadi terhadap morfologi usus dan hati pada setiap perlakuan dianalisis secara deskriptif.

3.6 Uji Parameter Kualitas Air

Uji parameter kualitas air digunakan untuk mengukur kelayakan air budi daya yang menjadi indikator bahwa perairan tersebut sesuai standar budidaya. Pengambilan sampel air untuk analisis kualitas air dilakukan setiap hari pada pukul 16.00 WIB dengan parameter uji antara lain suhu, pH, oksigen terlarut. Untuk parameter uji amonia dilakukan setiap 10 hari pada pukul 16.00 WIB.

3.7 Analisis Data

Data kuantitatif yang didapatkan dari hasil penelitian seperti pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan berat mutlak, tingkat kelangsungan hidup, laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan kualitas air dianalisis menggunakan Analisis Ragam (ANOVA). Apabila berbeda nyata maka akan dilakukan uji lanjut duncan pada tingkat kepercayaan 95%. Untuk data kualitas air akan diuji secara deskriptif. Untuk data histologi usus dan hati akan diuji secara deskriptif

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penggunaan pakan yang mengandung DDGS dan tauarin tanpa tepung ikan tidak memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap performa pertumbuhan, tingkat kelangsungn hidup, efisiensi pakan, namun menyebabkan kerusakan histologi pada usus dan hati ikan lele.

5.2 Saran

Penggunaan pakan berbahan DDGS dan taurin dapat digunakan sebagai pakan alternatif selingan pada pakan ikan karnivora. Karena penggunaam pakan berbahan protein nabati memiliki dapat menekan biaya produksi karena bahan memiliki harga yang lebih murah dari bahan protein hewani. Namun, harus diperhatikan karena bahan protein nabati memiliki kandungan zat antinutrisi dan kandungan asam amino yang kurang cocok untuk ikan karnivora.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeshina, I., & Abdel-Tawwab, M. 2020 Dietary taurine incorporation to high plant protein-based diets improved growth, biochemical, immunity, and antioxidants biomarkers of african catfish, *Clarias gariepinus*. *Fish Physiology Biochemistry*, 46(4):1323-1335.
- Alief, A., Syawal, H., & Riau waty, M. 2021. Histopatologi hati dan usus ikan jambal siah (*Pangasionodon hypophthalmus*) yang diberi Pakan mengandung ekstrak daun *Rhizopora apiculata*. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)*, 9(2): 152-161.
- Andayani, S., Heny, S. & Ifatul, M. 2018. Pengaruh pemberian ekstrak kasar kulit buah naga (*Hylocereus costaricensis*) terhadap histopatologi hati ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang terinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Journal Fisheries and Marine Research*, 3(2): 149-159.
- Asri, A. 2015. *Gambaran Histopatologi Usus Ikan Dui Dui (Dermogenys megarrhampus) di Danau Matano Luwu Timur Sulawesi Selatan yang Tercemar Logam Berat Nikel (N) dan Besi (Fe)*. (Skripsi). Universitas Hasanuddin. Makassar. 52 hlm.
- Aydin, B., & Gumus, E. 2020. Use of corn distiller's dried grains with solubles as a feed ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feeds Growth, digestibility, liver and intestine histology. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 19(5): 2573-2592.
- Benedictus, J. 2013. *Optimalisasi Pertumbuhan pada ikan lele sangkuriang (Clarias Sp.) melalui pengaturan frekuensi pemberian pakan*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 61 hlm..

- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2015. SNI 8121: 2015. Pembesaran Ikan lele (*Clarias sp.*) intensif dengan aplikasi probiotik bakteri *Lactobacillus sp.* : Produksi Induk. BSN. Jakarta. 10 hlm.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2022. SNI 9043-4: 2022. Pakan Buatan Bagian 4 : Ikan Lele (*Clarias sp.*). BSN. Jakarta. 45 hlm.
- Cahyani, R., D., Nuswantara, I., K., & Subrata, A. 2012. Pengaruh proteksi tepung kedelai dengan tanin daun bakau terhadap konsentrasi amonia, *undegraded protein*, dan protein total secara *in vitro*. *Animal Agricultural Journal*, 1(1): 159-166.
- Camargo, M. M., & Martinez, C. B. 2007. Histopathology of gills, kidney and liver of a Neotropical fish caged in an urban stream. *Neotropical ichthyology*, 5: 327-336.
- Chairunnisa, Z. 2024. *Profil Darah dan Histopatologi Ikan Lele Dumbo Clarias gariepinus (Burchell, 1822) yang Diinfeksi Aeromonas hydrophila (Stanier, 1943) dengan Pengobatan Enrofloksasin*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 98 hlm.
- Chen, J. N., Takeuchi, T., Takahashi, T., Tomoda, T., Koiso, M., & Kuwada, H. 2005. Effect of rotifers enriched with taurine on growth in larvae of japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 71(3): 342- 347.
- Ciptanto, S. 2010. *Top 10 Ikan Air Tawar-Panduan Lengkap Pembesaran Secara Organik di Kolam Air, Kolam Terpal, Karamba, & Jala Apung*. Lily Publisher. Yogyakarta. 168 hlm.
- Craig, S. & Helfrich, L. A. 2002. *Understanding fish nutrition, feeds and feeding*. Cooperative Extension Service Publication. Virginia State University, USA. 4 hlm.
- Divakaran, S. 2006. Taurine: An amino acid rich in fish meal. *VIII Simposium Internacionale de Nutición Acuicola*, 1(1): 310-317.
- Effendie, M. I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta 163 hlm.

- Fishbase. 2018. *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) North African Catfish. https://www.fishbase.se/summary/Clarias_gariepinus.html. (Diakses pada tanggal 5 Oktober 2023).
- Hadi, A. A., & Alwan S.F. 2012. Histopathological changes in gills, liver and kidney of freshwater fish, *Tilapia zillii*, Exposed to Aluminium. *International Journal Of Pharmacy & Life Science*, 3(11): 2071-2081.
- Hadi, N. Aliza, D., & Daud, R. 2017. The amount of melanomacrophage centres (MMC) in liver and kidneys of tilapia (*Oreochromis niloticus*) maintained in various population density. *Jurnal Medika Veterinaria*, 11 (2): 77-81.
- Hansen, A. C., Rosenlund, G., Karlsen, O., Olsvik, P. A., & Hemre, G. I., 2006. The inclusion of plant protein in cod diets, its effects on macronutrient digestibility, gut and liver histology and heat shock protein transcription. *Aquaculture Research*, 37 (8): 773-784.
- Hertrampf, J. W. & Pascal, P. 2000. *Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 573 Hal.
- 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*). *Aquaculture*, 1 (1): 1-7
- Inayah, S., Agustono, & Al Arif, M. A. 2013. Substitusi bungkil kedelai dengan DDGS (*distiller dried grains & solubles*) terhadap kandungan lemak kasar & energi daging ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Perikanan & Kelautan*, 5 : 31-36.
- Irfandi, A., Iskandar, C. D., Zainuddin, Masyitha, D., Fitriani, Hamny, & Panjaitan, B. 2019. Histological of tractus digestivus of domestical catfish (*Clarias batracus*). *Jurnal Medika Veterinaria*, 13 (2): 219-227.
- Juanda, J. J., & Edo, S. I., 2018. Histopatologi insang, hati, dan usus ikan lele (*Clarias gariepinus*) di kota Kupang, Nusa Tenggara Timnur. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 14 (1): 23-29
- Junqueira, L. C., & Carneiro, J. 2011. *Histologi Dasar Teks & Atlas*. Edisi 12. EGC. Jakarta. 456 hlm.

- Kalaiyasari, T., Jayakumar, N. Jawahar, P., Ahilan, B., & Subburaj, A. 2017. Histological changes in the gill and liver of marine spotted catfish, *Arius maculatus* from sewage disposal site, therespuram of thothupudi Southeast Coast of India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(5): 1710-1715.
- KKP [Kementrian Kelautan & Perikanan]. 2021. Rilis Data Kelautan & Perikanan Triwulan II Tahun 2021. Jakarta. Pusat Data, Statistik, & Informasi Sekretariat Jendral Kementrian Kelautan & Perikanan.
- Li, C., Tian, Y., Wang, L., Zhang, B., & Ma, Q. 2022. Effects of replacing fishmeal by raw or *Lactobacillus acidophilus*- fermented soybean meal on growth, intestinal digestive & immune-related enzyme activities, Morphology, & Microbiota in Turbot (*Scophthalmus maximus* L.). *Aquaculture Nutrition*, 1: 1-13.
- Li, X., Chen, S., Yu, Y., Wang, S., Xu, Z., Huang, H., & Jin, M. 2019. Ethanol production from mixtures of distiller's dried grains with solubles (DDGS) & corn. *Industrial Crops & Products*, 129: 59–66.
- Loekman, N. A., Satyantini, W. H., & Mukti, A. T. 2018. Penambahan asam amino taurin pada pakan buatan terhadap peningkatan pertumbuhan & sintasan benih ikan kerapu cantik (*Epinephelus fuscoguttatus* × *Epinephelus microdon*). *Jurnal Ilmiah Perikanan & Kelautan*, 10 (2): 140- 146.
- Lovitasari, Mulyanto, A., & Dhanti, K. R. 2021. Pengaruh kopi instan tinggi gula dosis bertingkat terhadap gambaran histologi hepar tikus putih (*Rattus norvegicus*) galur wistar. *Jurnal Biologi Makassar*, 6(2): 23-30.
- Lukistyowati, I. 2012. Studi efektifitas sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness) untuk mencegah penyakit edwardsiellosis pada ikan patin (*Pangius hypophthalmus*). *Jurnal Berkala Perikanan*, 40 (2): 56- 74.
- Mamauag, R. E. P., Ragaza, J. A., Nacionales, T. 2019. Fish performance, nutrient digestibilities, and hepatic and intestinal morphologies in grouper (*Epinephelus Fuscoguttatus*) fed fermented copra meal. *Aquaculture Reports*, 14: 1-6.
- Manik, R. R. D. & S., Arleston, J. *Nutrisi dan Pakan Ikan*. Widiani Bhakti Persada Bandung. Bandung. 107 Hal.

- Manik, R. R., Handoco, E., Tambunan, L. O., Tambunan, J., & Sitompul, S. 2022. Socialization of catfish (*Clarias sp.*) using semi-artificial spawning in Aras Village, Batu Bara Regency. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3 (1) : 47- 51.
- Martines-Llorens, S., Baeza-Arino, R., Nogales-Merida, S., Jover-Cerda, M., Tomas-Vidal, A., 2012. Carob seed germ meal as a partial substitute in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) diets: ammonia acid retention, digestibility, gut and liver histology. *Aquaculture*, 338: 124-133.
- Meidiza, R., Arimbi., & P. Hastutiek. 2017. Gambaran patologi hepar ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diinfeksi bakteri *Ewardsiella tarda*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 9(1): 47-56.
- Mudjiman, A. 2011. Makanan Ikan Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta. 191 hlm.
- Muwaffaq, Naufal, F., & Handayani, M., N. 2022. Potensi saponin ada kacang-kacangan sebagai pangan fungsional pencegah penyakit diabetes melitus tipe-2. *Arsip Gizi dan Pangan*, 7 (1) : 40-47.
- Mulqan, M., El-Rahimi, S., A., Dewiyanti, I. 2017. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila gesit (*Oreochromis niloticus*) pada sistem akuaponik dengan jenis tanaman yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2 (1): 183-193.
- Nasrudin. 2010. *Jurus Sukses Berternak Lele Sangkuriang*. PT Agro Media Pustaka. Jakarta. 143 hlm.
- Nazarudin, Z., M. Izzati, dan F, Ika. 2017. Segmentasi citra untuk menentukan skor kerusakan hati secara histologi. *Seminar Nasional Informatika Medis*, 8: 15-21.
- National Research Council. 1977. *Nutrient Requirements of Warmwater Fishes*. National Academic Press. Washington D. C. 87 hlm.
- Nguyen, H., P., Khaoian, P., Fukada, H., Suzuki, N., Masumoto, T. 2015. Feeding fermented soybean meal diet supplemented with taurine to yellowtail fish (*Seriola quinqueradiata*) affects growth performance and lipid digestion. *Aquaculture Research*, 46: 1101-1110

- Peter, N., Pradhan, C., Dileep, N., Musharaf, M., Vasunambisan, S. T. 2022. Dietary Taurine Improved Growth Performance, Nutrient Utilization, and Antioxidant Enzyme Activities in Pangasius (*Pangasius hypophthalmus*). *World Aquaculture Society*, 53 : 106- 121.
- Ratnawati, A., Purwaningsih, U., & Kurnuasih. 2013. Histopatologis dugaan *Edwardsiella tarda* sebagai penyebab kematian ikan maskoki (*Crassius auratus*): Postulat Koch. *Jurnal Sains Veteriner*, 31(1): 55-65.
- Revesz, N., Kumar, S. H., Borgevik, A. S., Fazekas, G., Jeney, Z., Hegyi, A., & Sandor, Z. J. 2020. Effect of temperature on digestibility, growth performance & nutrient utilization of corn distiller's dried grains with soluble (DDGS) in common carp juveniles. *Aquaculture Research*, 51: 828–835.
- Robinson, E. H., & Li, M. H. 2008. Replacement of soybean meal in channel catfish (*Ictalurus punctatus*), diets with cottonseed meal and distiller's dried grains with solubles. *Journal of the World Aquaculture Society*, 39 : 521–527.
- Rolen, S. H., & Caprio, J. 2008. Bile salts are effective taste stimuli in channel catfish. *Journal of Experimental Biology*, 211(17) : 2786- 2791.
- Safratilofa. 2017. Histopatologi hati dan ginjal ikan patin (*Pangasionodon hypophthalmus*) yang diinjeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 2(2) : 83-88.
- Sari, K. G., Saraswati, M. 2023. Pemanfaatan ekstrak jagung (*Zea mays*) di Kabupaten Grobogan dalam bentuk sediaan gel sebagai pelindung dari sinar UVB. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 4(1) : 122- 128.
- Sibagariang, D. I., Pratiwi, I. E., Saidah & Hafriliza, A. 2020. Pola pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) hasil budidaya masyarakat di Desa Bangun Sari Bari Kecamatan Tanjung Morawa. *Jurnal Jerumpa*, 7 (2) :443- 449.
- 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*, 1: 1-10.

- Strzyewska, E., Szarek, J., & Babinska, I. 2016. Morphological evaluation of the gills as a tool in the diagnostics of pathological conditions in fish and Pollution in the aquatic environment: a review. *Veterinarni Medicina*, 61 (3) : 123-132.
- Sulastri, Zakaria, I.J. & Marusin, N. 2018. Struktur histologi usus ikan asang (*Osteochilus hasseltii* C.V.) yang terdapat di Danau Singkarak Sumatera Barat. *Jurnal Metamorfosa*, 5(2):214-218.
- Warseno, Y. 2018. Budidaya lele super intensif di lahan sempit. *Jurnal Riset Daerah*, 17 (2): 3064-3087
- Widyasti, S., Widastuti, E. L., Kanedi, M., & Rivai, I. F. 2013. Pemberian senyawa taurine pada pakan alami & pakan komersil terhadap tingkat pertumbuhan juvenile ikan gurami (*Osprhonemus gouramy*). *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 1: 315-320.
- Wulanningrum, S., Subandiyono, & Pinandoyo. 2019. Pengaruh kadar protein pakan yang berbeda dengan rasio E/P 8,5 Kkal/gram protein terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 3(2) : 1-10.
- Yanto, H., Hasan, H. 2015. Pengaruh deterjen terhadap kerusakan jaringan insang, hati, dan tubuh serta pertumbuhan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ruaya*, 6 (1) : 6-15.
- Zhou, P., Zhang, W., Davis D. A., & Lim, C. 2010. Growth response and feed utilization of juvenile hybrid catfish fed diets containing distiller's dried grain with soluble to replace a combination soybean meal and corn meal. *North American Journal of Aquaculture*, 72: 298–303.
- Zilic, S., Sukalovic, V.H., Maksimovic, M., Basic, Z., Peric, V., Maksimovic, JD. 2015. Antioxidant properties of soybean with black and yellow kernel coat. *46th Croatian and 6th International Symposium on Agricultur*, 1: 685-689.
- Zonneveld, N, Huisman, E. A., & Boon, J. H. 1991. *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 318 hlm.