

**DINAMIKA MIKROBIOTA USUS IKAN GABUS (*Channa striata*)
BUDIDAYA DENGAN PAKAN NABATI BERPROBIOTIK DAN IKAN
GABUS ALAM: ANALISIS KEANEKARAGAMAN DAN POTENSI
FUNGSIONAL**

SKRIPSI

Oleh

**SHINTA NURLAILI SAHILA
NPM 2114111033**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**DINAMIKA MIKROBIOTA USUS IKAN GABUS (*Channa striata*)
BUDIDAYA DENGAN PAKAN NABATI BERPROBIOTIK DAN IKAN
GABUS ALAM: ANALISIS KEANEKARAGAMAN DAN POTENSI
FUNGSIONAL**

Oleh

SHINTA NURLAILI SAHILA

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
2025**

ABSTRAK
DINAMIKA MIKROBIOTA USUS IKAN GABUS (*Channa striata*)
BUDIDAYA DENGAN PAKAN NABATI BERPROBIOTIK DAN IKAN
GABUS ALAM: ANALISIS KEANEKARAGAMAN DAN POTENSI
FUNGSIONAL

Oleh

SHINTA NURLAILI SAHILA

Bahan baku dalam pembuatan pakan ikan yang pada umumnya menggunakan bahan dasar tepung ikan dapat disubstitusi dengan tepung *distillers dried grains with solubles*. Perubahan sumber nutrisi, dari bahan hewani ke nabati dapat mempengaruhi keseimbangan mikrobiota usus, sehingga diperlukan penambahan probiotik untuk menyeimbangkan mikrobiota usus. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kelimpahan dan keanekaragaman mikrobiota usus ikan gabus dengan pakan berbasis nabati dan penambahan probiotik *Bacillus* sp. serta membandingkannya dengan mikrobiota usus pada ikan gabus alam. Penelitian dilakukan selama 60 hari menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan yaitu pakan berbasis nabati dengan penambahan probiotik 0, 15, 30, dan 45 ml/kg pakan. Parameter pada penelitian ini yaitu keanekaragaman bakteri usus ikan gabus dan kelimpahan bakteri usus ikan gabus. Pengambilan sampel dilakukan di akhir penelitian. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan P4 menghasilkan kepadatan bakteri total tertinggi yaitu $5,28 \pm 0,27 \times 10^7$ CFU/ml dan kepadatan bakteri *Bacillus* tertinggi sebesar $2,09 \pm 0,31 \times 10^7$ CFU/ml. Kelimpahan bakteri total pada usus ikan gabus alam sebesar $5,54 \times 10^7$ CFU/ml dan kelimpahan bakteri *Bacillus* sp. pada usus ikan gabus alam sebesar $2,64 \times 10^7$ CFU/ml. Pakan nabati dengan tambahan probiotik pada ikan gabus budidaya meningkatkan kelimpahan bakteri usus menguntungkan, terutama *Bacillus* gram positif berbentuk batang. Pada ikan budidaya dominan bakteri gram positif, sedangkan pada ikan alam lebih banyak bakteri gram negatif.

Kata kunci: DDGS, Ikan Gabus, Keanekaragaman Bakteri, Mikrobiota Usus, Probiotik.

ABSTRACT

GUT MICROBIOTA DYNAMICS OF CULTURED SNAKEHEAD FISH (*Channa striata*) FED WITH PROBIOTIC PLANT-BASED DIETS AND WILD SNEAKHEAD FISH: DIVERSITY AND FUNCTIONAL POTENTIAL ANALYSIS

By

SHINTA NURLAILI SAHILA

Fishmeal is a primary ingredient in aquaculture feeds; however, its high cost and limited availability have prompted the exploration of alternative plant-based ingredients such as distillers dried grains with solubles. Transitioning from animal-based to plant-based protein sources may disrupt the balance of intestinal microbiota, thus necessitating probiotic supplementation to maintain gut microbial homeostasis. This study aimed to evaluate the abundance and diversity of gut microbiota in cultured *Channa striata* fed a plant-based diet supplemented with *Bacillus* sp. probiotics, and to compare the microbial profile with that of wild *Channa striata*. The experiment was conducted over 60 days using a completely randomized design with four treatments and three replicates, consisting of probiotic doses at 0, 15, 30, and 45 mL/kg of feed. The parameters in this study were the diversity of gut bacteria and the abundance of gut bacteria in snakehead fish (*Channa striata*). Sampling was carried out at the end of the experiment. Results showed that the highest total bacterial count ($5.28 \pm 0.27 \times 10^7$ CFU/mL) and the abundance of *Bacillus* is ($2.09 \pm 0.31 \times 10^7$ CFU/mL) were observed in the P4 treatment. In wild *Channa striata*, total bacterial 5.54×10^7 CFU/mL and *Bacillus* abundances were 2.64×10^7 CFU/mL. The addition of *Bacillus* probiotics to plant-based diets enhanced gut bacterial abundance, especially beneficial gram-positive *Bacillus* sp. Cultured fish predominantly harbored gram-positive rods, while wild fish showed a higher pre-sence of gram-negative bacteria. These findings suggest that probiotic-enriched plant-based diets can improve gut health in cultured *Channa striata*.

Keywords: Bacterial Diversity, *Channa striata*, DDGS, Gut Microbiota, Probiotic

Judul skripsi

: DINAMIKA MIKROBIOTA USUS IKAN
GABUS (*Channa striata*) BUDIDAYA
DENGAN PAKAN NABATI BERPROBIOTIK
DAN IKAN GABUS ALAM: ANALISIS
KEANEKARAGAMAN DAN POTENSI
FUNGSIONAL

Nama Mahasiswa

: **Shinta Nurlaili Sahila**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2114111033

Program Studi

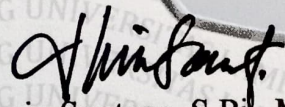
: Budidaya Perairan

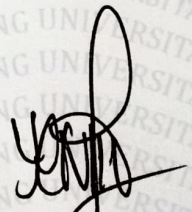
Fakultas

: Pertanian

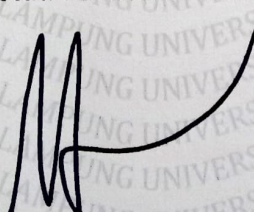


1. Komisi Pembimbing


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


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

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan

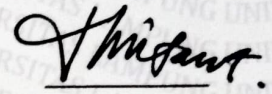

Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198309232006042001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

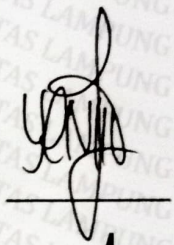
Ketua

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



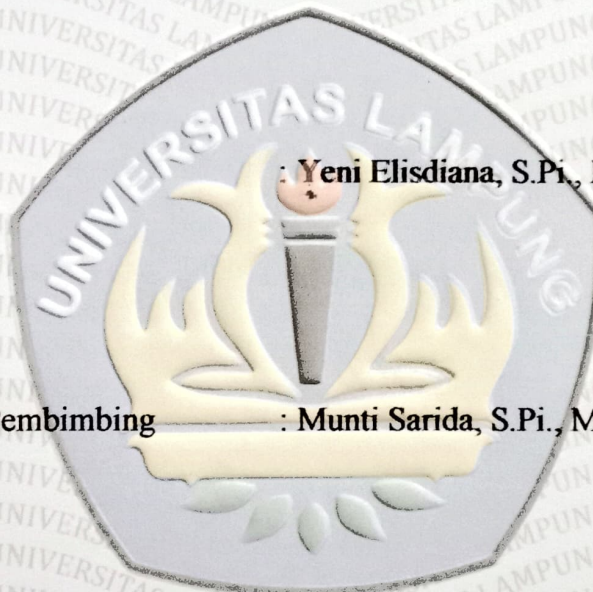
Sekretaris

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

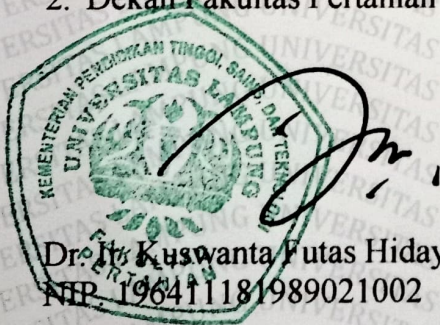


Penguji Bukan Pembimbing

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



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal lulus ujian skripsi : 6 Agustus 2025



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

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

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi yang berjudul **“Dinamika Mikrobiota Usus Ikan Gabus (*Channa striata*) Budidaya dengan Pakan Nabati Berprobiotik dan Ikan Gabus Alam: Analisis Keanekaragaman dan Potensi Fungsional”** tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

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

Bandar Lampung, 19 September 2025

Yang membuat pernyataan



Shinta Nurlaili Sahila
NPM. 2114111033

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Cilacap, Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah, pada tanggal 28 Mei 2003 sebagai anak dari pasangan suami istri Bapak Ahmad Muslim dan Ibu Catur Prasetiawati. Penulis menempuh pendidikan formal dari Taman Kanak-kanak Aisyiyah Bustanul Athfal Wonokriyo, Gading Rejo, Pringsewu, Lampung pada tahun (2007), kemudian melanjutkan pendidikan dasar di SDN 7 Gadingrejo pada tahun 2009-2015, ke pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Gading Rejo pada tahun 2015-2018, dan pendidikan menengah atas di SMAN 1 Pringsewu pada tahun 2018-2021.

Penulis melanjutkan Pendidikan ke jenjang pendidikan tinggi di Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021. Penulis aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (HIMAPIK) sebagai anggota pada periode 2022-2023 dan pernah menjabat sebagai bendahara bidang kewirausahaan pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan pada periode 2023-2024.

Penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Biokimia Umum pada tahun 2023/2024, Kualitas Air Akuakultur pada tahun 2023/2024, dan Manajemen dan Teknologi Pembenihan Ikan pada tahun 2024/2025, serta memiliki pengalaman magang di SUPMN 1 Kotaagung pada tahun 2023. Penulis mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Banjar Sari, Kecamatan Baradatu, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung selama 40 hari pada bulan Januari-Februari 2024. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Praktik Umum di Balai Pengujian Kesehatan Ikan dan Lingkungan (BPKIL) Serang, Kabupaten Serang, Banten.

Untuk orang tua tercinta, Ibu Catur Prasetiawati dan Bapak Ahmad Muslim, serta kakakku Muchtar Ali Maksum dan adikku Emira Zannuba Konstitusiana, terimakasih atas segala cinta, pengorbanan, dan doa yang tiada henti disetiap perjalananku.

UCAPAN TERIMAKASIH

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

Skripsi dengan judul “*Dinamika Mikrobiota Usus Ikan Gabus (Channa striata) Budidaya dengan Pakan Nabati Berprobiotik dan Ikan Gabus Alam: Analisis Keanekaragaman dan Potensi Fungsional*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M. P. selaku Dekan FP Unila;
2. LPPM Unila untuk Hibah Riset MBKM DIPA BLU UNILA;
3. Munti Sarida, S. Pi., M.Sc., Ph. D. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan sekaligus Dosen Penguji Utama;
4. Limin Santoso, S.Pi., M. Si. Selaku Dosen Pembimbing Utama sekaligus Ketua MBKM Riset
5. Yeni Elisdiana, S.Pi., M. Si. Selaku Dosen Pembimbing Pembantu/Sekretaris;
6. Kedua orang tua, Bapak Ahmad Muslim dan Ibu Dra. Catur Prasetiawati

Bandar Lampung, Juli 2025

Shinta Nurlaili Sahila

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pikir Penelitian	3
1.5 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Biologi Ikan Gabus	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Gabus	6
2.1.2 Habitat, Penyebaran, dan Siklus Hidup Ikan Gabus	7
2.2 <i>Distillers Dried Grains with Solubles</i> (DDGS)	7
2.3 Struktur Pencernaan Ikan	8
2.4 Mikroba Pada Saluran Pencernaan Ikan	9
2.5 Mekanisme Peranan Mikroba Usus	9
2.6 Taurin	10
2.7 Probiotik	11
2.8 Pewarnaan Gram	12
III. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Bahan dan Alat	13
3.2.1 Bahan	13

3.2.2 Alat.....	14
3.3 Rencana Penelitian	16
3.4 Prosedur Penelitian.....	17
3.4.1 Pembuatan Pakan.....	17
3.4.2 Persiapan Wadah Pemeliharaan	18
3.4.3 Persiapan Ikan Uji.....	18
3.4.4 Pemeliharaan Ikan.....	18
3.4.5 Pembuatan Media.....	18
3.4.5.1 Pembuatan Media TSA (<i>Tryptone Soy Agar</i>)	18
3.4.5.2 Pembuatan Media HBA (<i>Hichrome Bacillus Agar</i>)	19
3.4.6 Preparasi Sampel.....	19
3.4.7 Tahap Pengenceran Bertingkat.....	20
3.4.8 Isolasi Sampel	20
3.4.9 Perhitungan Koloni	20
3.4.10 Pewarnaan Bakteri	20
3.5 Variabel Penelitian.....	21
3.5.1 Keanekaragaman Bakteri pada Usus Ikan Gabus	21
3.5.2 Kelimpahan Bakteri pada Usus Ikan Gabus	21
3.6 Analisis Data.....	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil.....	23
4.1.1 Keanekaragaman Bakteri pada Usus Ikan Gabus	23
4.1.2 Keanekaragaman Bakteri pada Usus Ikan Gabus Budidaya.....	23
4.1.2.1 Kelimpahan Bakteri Total.....	18
4.1.2.2 Kelimpahan Bakteri <i>Bacillus</i> sp.	18
4.1.3 Keanekaragaman Bakteri pada Usus Ikan Gabus Alam	23
4.2 Pembahasan	30
V. SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan.....	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Bahan penelitian.....	13
2. Alat penelitian	14
3. Formulasi pakan uji.....	17
4. Pewarnaan gram pada perlakuan untuk mengamati bentuk dan warna sel bakteri pada usus ikan gabus budidaya	23
5. Pewarnaan gram pada perlakuan untuk mengamati bentuk dan warna sel bakteri pada usus ikan gabus alam	27
6. Kepadatan bakteri pada usus ikan gabus alam	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	4
2. Morfologi ikan gabus	6
3. <i>Distillers Dried Grains with Solubles</i> (DDGS)	8
4. Taurin	10
5. Probiotik.....	11
6. Perbedaan Sel Bakteri Gram Positif & Gram Negatif	12
7. Tata letak kolam	16
8. Kepadatan bakteri total pada usus ikan gabus budidaya.....	28
9. Kepadatan bakteri <i>Bacillus</i> pada usus ikan gabus budidaya.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Uji normalitas, homogenitas, dan Uji Duncan kelimpahan bakteri total pada usus ikan budidaya	46
2. Uji normalitas, homogenitas, dan Uji Duncan kelimpahan bakteri <i>Bacillus</i> pada usus ikan budidaya	47

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Ikan gabus merupakan ikan yang banyak diminati oleh masyarakat karena memiliki nilai ekonomis dan banyak manfaat. Dalam bidang kedokteran, ikan gabus memiliki banyak manfaat salah satunya sebagai obat untuk menyembuhkan luka dikarenakan ikan gabus memiliki kandungan albumin yang tinggi, sehingga dapat mempercepat penyembuhan luka pasca operasi (Sofian et al., 2019). Banyaknya manfaat dan tingginya permintaan gabus di Indonesia sehingga diperlukan budi daya ikan gabus untuk meningkatkan produksi agar tidak bergantung dengan penangkapan dari alam. Salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam budidaya ikan gabus yaitu pakan.

Dalam budidaya ikan, pakan menjadi faktor penting untuk mendukung pertumbuhan dan kesehatan ikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pertiwi et al. (2021) bahwa pertumbuhan pada ikan berhubungan dengan ketersediaan pakan yang mengandung protein tinggi. Tepung ikan merupakan sumber protein hewani yang berkualitas tinggi karena memiliki kandungan protein sebesar 64% (Thomas et al., 2005). Namun, ketersediaan tepung ikan masih bergantung pada komponen impor yang menyebabkan harga baku pembuatan pelet ikan semakin tinggi, sehingga biaya produksi dan pemasaran juga meningkat (Sullivan, 2008). Oleh karena itu, bahan baku alternatif dalam pembuatan pakan yang pada umumnya masih menggunakan bahan dasar tepung ikan, dapat disubstitusi dengan suplementasi seperti tepung *distillers dried grains with solubles* (DDGS).

Distillers dried grains with solubles (DDGS) adalah produk sampingan dari fermentasi bioetanol yang menggunakan teknologi penggilingan kering untuk biji-bijian yang kaya akan pati seperti jagung, gandum, dan kedelai (Iram et al., 2020). Menurut Lestari et al. (2012), DDGS memiliki rata-rata kandungan protein > 27%. Menurut Ahmadi & Kurniawati (2012), pemanfaatan pakan oleh

ikan sangat dipengaruhi oleh kualitas pakan dari segi kandungan nutrisi atau tingkat pencernaan pakan itu sendiri. Perubahan sumber nutrisi, terutama dari hewani ke nabati, dapat menyebabkan kondisi ketidakseimbangan mikrobiota di usus yang berdampak negatif pada kesehatan dan produktivitas ikan (Ringo et al., 2016). Mikrobiota usus yang biasa ditemukan pada usus ikan umumnya *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, *Micrococcus*, dan *Bacillus* (Nayak, 2010). Sedangkan mikrobiota yang terdapat pada usus ikan gabus yang diberi pakan nabati yaitu *Lactococcus*, *Bacillus*, *Streptococcus*, dan *Pseudomonas* (Miao et al., 2018).

Komposisi mikrobiota tersebut sangat dipengaruhi oleh jenis dan kualitas pakan. Upaya mengurangi ketergantungan terhadap tepung ikan, pakan berbasis nabati mulai dikembangkan. Namun, formulasi ini memerlukan penambahan probiotik agar kualitas pakan tetap terjaga dan dapat mendukung kesehatan pencernaan (Senasri et al., 2018). Probiotik merupakan mikroorganisme hidup yang mampu meningkatkan keseimbangan mikrobiota serta fungsi saluran pencernaan ikan (Lestari et al., 2022). Aktivitas bakteri probiotik dapat membentuk koloni yang menempel pada dinding usus ikan, menghambat pertumbuhan bakteri patogen, serta mendukung proses pencernaan, sehingga meningkatkan daya cerna (Ahmadi & Kurniawati, 2012). Mikrobiota usus ikan gabus memainkan peran penting dalam proses pencernaan, penyerapan nutrisi, serta menjaga sistem imun tubuh (Munir, 2016).

Perubahan jenis pakan diketahui memengaruhi keseimbangan mikrobiota usus. Ikan gabus alam memiliki sistem pencernaan yang lebih sederhana tetapi menunjukkan keanekaragaman mikrobiota yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan hasil budidaya (Ringo et al., 2020). Hasanudin (2023) menyatakan bahwa kelimpahan bakteri gram positif lebih banyak dibandingkan dengan bakteri gram negatif pada saluran pencernaan antara ikan gabus budidaya dan ikan gabus alam. Oleh karena itu, studi perbandingan antara mikrobiota usus ikan gabus alam dan budidaya menjadi penting untuk memahami pengaruh sistem pencernaan terhadap struktur dan fungsi komunitas mikroba usus.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk menganalisis pengaruh penambahan pakan berbasis nabati yang ditambahkan probiotik terhadap kelimpahan dan keanekaragaman mikrobiota usus ikan gabus (*Channa striata*) hasil budidaya
2. Untuk menganalisis perbedaan keanekaragaman mikrobiota usus antara ikan gabus budidaya dan ikan gabus alam.

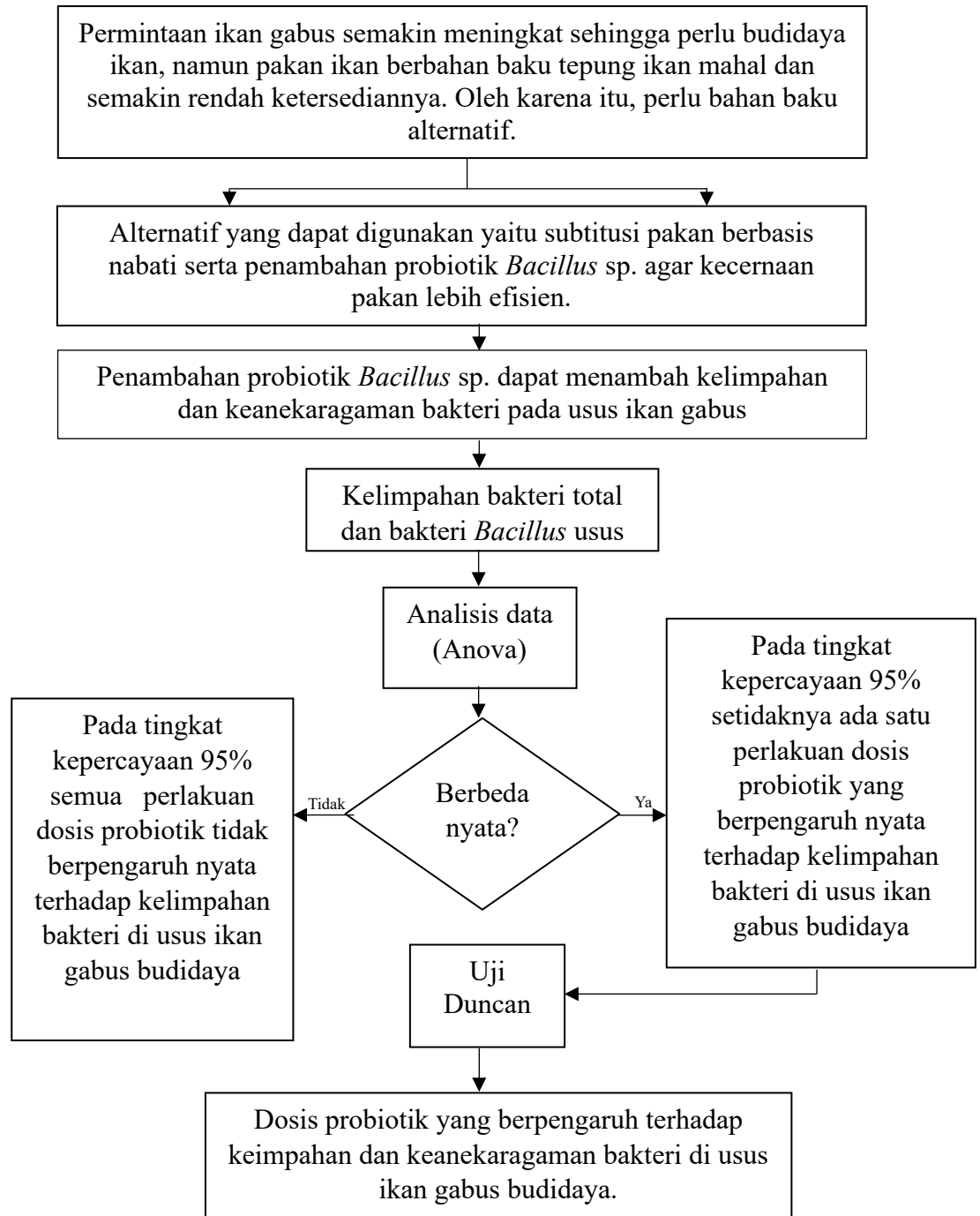
1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukan penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi dan wawasan bagi pembaca mengenai pemberian pakan berbasis tanpa tepung ikan serta penambahan probiotik terhadap keanekaragaman mikroba usus serta membandingkan keanekaragaman bakteri di usus ikan gabus uji dan ikan gabus alam.

1.4 Kerangka Pikir Penelitian

Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan komoditas perikanan air tawar bernilai ekonomi tinggi yang banyak dibudidayakan. Salah satu tantangan utama dalam budidayanya adalah ketergantungan pada tepung ikan sebagai sumber protein. Namun, perubahan dari pakan hewani ke nabati dapat memengaruhi struktur dan fungsi mikrobiota usus, yang berperan penting dalam metabolisme dan sistem imun ikan. Upaya meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan, dikembangkan pakan nabati yang disuplementasi probiotik guna mendukung pencernaan dan kesehatan usus.

Sementara itu, ikan gabus alam yang hidup di lingkungan kompleks diduga memiliki keanekaragaman mikrobiota usus lebih tinggi dibanding ikan budidaya. Studi perbandingan mikrobiota usus antara ikan gabus budidaya dan alam penting dilakukan untuk mengevaluasi dampak formulasi pakan terhadap kelimpahan dan keanekaragaman bakteri usus. Diagram alir kerangka pikir penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang digunakan pada penelitian ini adalah:

Kelimpahan bakteri total di usus ikan gabus budidaya

- | | |
|---|--|
| H0: semua $\tau_i = 0$ | : Pada tingkat kepercayaan 95% semua perlakuan dosis probiotik tidak berpengaruh nyata terhadap kelimpahan bakteri total di usus ikan gabus budidaya |
| H1: setidaknya ada satu $\tau_i \neq 0$ | : Pada tingkat kepercayaan 95% setidaknya-tidaknya ada satu perlakuan dosis probiotik yang berpengaruh nyata terhadap kelimpahan bakteri total di usus ikan gabus budidaya |

Kelimpahan bakteri *Bacillus* sp. di usus ikan gabus budidaya

- | | |
|---|--|
| H0: semua $\tau_i = 0$ | : Pada tingkat kepercayaan 95% semua perlakuan dosis probiotik tidak berpengaruh nyata terhadap kelimpahan bakteri <i>Bacillus</i> sp. di usus ikan gabus budidaya |
| H1: setidaknya ada satu $\tau_i \neq 0$ | : Pada tingkat kepercayaan 95% setidaknya-tidaknya ada satu perlakuan dosis probiotik yang berpengaruh nyata terhadap kelimpahan bakteri <i>Bacillus</i> sp. di usus ikan gabus budidaya |

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Gabus

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Gabus

Klasifikasi ikan gabus menurut Pethiyagoda (1991) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordota
Kelas	: Actynopterygii
Ordo	: Perciformes
Famili	: Channidae
Spesies	: <i>Channa striata</i> (Bloch, 1793)

Ikan gabus memiliki kepala yang sedikit pipih dan besar yang mirip dengan kepala ular, sehingga ikan ini dinamakan *sneakhead*. Sisi yang terdapat pada kepala ikan gabus berukuran besar. Ikan gabus memiliki tubuh bulat memanjang seperti peluru, dengan warna dominan hijau kecokelatan hingga kehitaman (Ardianto, 2015). Bagian bawah tubuhnya berwarna putih, sedangkan bagian sampingnya memiliki corak tebal. Morfologi ikan gabus dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi Ikan Gabus

2.1.2 Habitat, Penyebaran, dan Siklus Hidup Ikan Gabus

Ikan gabus hidup di perairan rawa, waduk, dan sungai-sungai yang airnya tenang. Ikan gabus mampu hidup pada kondisi air yang keruh dan kering karena memiliki alat bantu pernapasan yaitu labirin. Ikan gabus mampu hidup di perairan dengan pH 7-8, dengan kedalaman 1-2 m, suhu 23-27°C, oksigen terlarut relatif rendah, dan CO₂ tinggi. Ikan ini mampu beradaptasi di lingkungan yang mengandung tinggi humus (Kusmini et al., 2016). Ikan gabus biasanya dapat ditemui di perairan yang dangkal, gelap, berlumpur, dan berarus tenang. Biasanya ikan gabus juga dapat ditemui di sungai pada bagian bebatuan untuk tempat bersembunyi (Listyanto & Andriyanto, 2009).

Ikan gabus ini tersebar banyak di pulau-pulau Indonesia, seperti Jawa, Sulawesi, Sumatera, dan Kalimantan. Penyebaran ikan gabus di dunia meliputi Malaysia, India, Myanmar, Kamboja, Bangladesh, Laos, Vietnam, dan Thailand (Kusmini et al., 2016). Awalnya ikan gabus hanya terdapat Indonesia bagian barat seperti di Sumatera, Jawa, dan Kalimantan. Seiring perjalanan waktu, ikan gabus tersebar sampai ke wilayah Indonesia bagian timur.

Ikan gabus memiliki pertumbuhan yang lebih cepat menambah bobot daripada panjang tubuhnya (Muthmainnah, 2013). Hal ini, berkaitan dengan kebiasaan mencari makannya. Ikan ini memangsa ikan-ikan kecil, serangga, hingga kodok. Dalam proses pemijahan ikan gabus memiliki kebiasaan membuat sarang seperti busa di sekitar tanaman di rawa dan perairan berarus lemah. Busa tersebut berfungsi sebagai area pemijahan dan juga sebagai pelindung telur yang telah dibuahi (Listiyanto & Andriyanto, 2009).

2.2 *Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS)*

Distillers dried grains with solubles (DDGS) adalah produk sampingan dari fermentasi bioetanol yang menggunakan teknologi penggilingan kering biji-bijian yang kaya akan pati seperti jagung, gandum, dan kedelai (Iram et al., 2020), dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil fermentasi DDGS. Menurut Novriadi (2021), DDGS memiliki kandungan protein dan lemak yang cukup baik serta memiliki komponen vitamin dan mikro mineral yang dapat digunakan untuk meningkatkan efektivitas tepung bungkil kedelai dalam pakan. Beberapa penelitian mengenai

DDGS telah dilakukan, dari penelitian Suprayudi et al. (2013) diketahui bahwa DDGS jagung sebesar 20% dalam pakan dapat menunjukkan kinerja pertumbuhan benih ikan gurame. Selain itu, DDGS dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein untuk ikan, karena kandungan proteinnya rata-rata lebih dari 27% (Lestari et al., 2012). Pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Anggraini (2024) pakan dengan formulasi DDGS mampu menunjang performa pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan gabus. Menurut data dari Ditjen PKH (2023) jumlah pemasukan DDGS untuk industri pakan meningkat dari tahun 2020-2022 sebanyak 20,35%, hal ini menunjukkan bahwa DDGS semakin banyak digunakan sebagai bahan baku pakan di Indonesia. Di Amerika Serikat DDGS digunakan sebagai bahan pakan alternatif hewan seperti sapi, unggas, hingga ikan (Mohammadi et al., 2021).



Gambar 3. *Distillers Dried Grains with Solubles*

2.3 Struktur Pencernaan Ikan

Pencernaan merupakan proses pemecahan makanan secara fisik dan kimia agar nutrisi di dalamnya lebih mudah diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh. Berdasarkan fungsinya, organ-organ pencernaan pada ikan dibedakan menjadi dua bagian, yaitu saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan. Saluran pencernaan merupakan kumpulan dari organ pencernaan yang bekerja langsung dalam proses pencernaan dan penyerapan makanan. Sedangkan kelenjar pencernaan adalah organ-organ yang berperan dalam menghasilkan enzim-enzim yang digunakan dalam proses pencernaan makanan (Pratama, 2019). Bagian mulut, rongga mulut, tenggorokan, kerongkongan, lambung, pilorus, usus, rektum, dan anus merupakan bagian utama saluran pencernaan ikan. Sedangkan, pankreas, hati, dan kantung empedu termasuk kelenjar pencernaan (Saikia, 2015).

Setiap ikan memiliki organ pencernaan dengan ukuran dan bentuk yang berbeda (Susanto, 2004). Perbedaan antara jenis ikan karnivora, herbivora, dan omnivora dapat dilihat dari rasio panjang ususnya. Menurut Zuliani et al. (2016) ikan herbivora memiliki saluran pencernaan lima kali lebih panjang dari panjang tubuhnya, sedangkan ikan karnivora memiliki saluran pencernaan lebih pendek dari panjang tubuhnya, dan ikan omnivora hanya sedikit lebih panjang dari panjang tubuhnya.

2.4 Mikroba Pada Saluran Pencernaan Ikan

Mikroba pada usus mampu mencegah pertumbuhan patogen oportunistik yang berlebihan, dan mengatur sistem imun inang, yang semuanya penting untuk menjaga kesehatan ikan (Nohesara et al., 2023). Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Novitarizky et al. (2018) dalam identifikasi saluran pencernaan ikan mas terdapat satu bakteri yaitu bakteri *Lactobacillus*. Menurut Indrato et al. (2017) bakteri yang terdapat pada saluran pencernaan ikan lele diantaranya *Lactobacillus*, *Streptococcus*, dan *Bifidobacterium*. Probiotik dapat diisolasi dari saluran pencernaan ikan. Bakteri yang tumbuh di dalam saluran pencernaan ikan dapat membantu aktivitas enzim pencernaan.

Probiotik yang diberikan pada ikan dapat mempengaruhi inangnya dengan membantu memperbaiki dan menjaga keseimbangan mikroflora. Mikroba probiotik dapat digunakan untuk meningkatkan kesehatan ikan karena mampu menghambat bakteri patogen. Bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada ikan yaitu bakteri *Aeromonas hydrophila* yang dapat menyebabkan penyakit *Motile aeromonas septicemia*, bakteri *Flavobacterium branchiophila* menyebabkan penyakit insang, dan bakteri *Renibacterium salmoninarium* yang dapat menyebabkan penyakit ginjal pada ikan (Nur, 2019).

2.5 Mekanisme Peranan Mikroba Usus

Mikrobiota usus tidak hanya sekadar kolonisasi mikroba, tetapi juga berperan aktif dalam berbagai proses fisiologis penting pada ikan. Mikrobiota yang terdapat pada usus ikan mampu mengoptimalkan kinerja enzim yang terdapat pada saluran pencernaan ikan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Armin et

al. (2024) menambahkan probiotik pada pakan yang diberikan ke ikan nila mampu meningkatkan pertumbuhan bobotnya lebih optimal. Menurut Ringo et al. (2022) mikrobiota seperti *Bacillus* sp. dan *Lactobacillus* sp. mampu menghasilkan enzim pencernaan seperti enzim protease, lipase dan amilase yang dapat membantu proses degradasi protein, lemak, dan karbohidrat pada pakan nabati. Mikrobiota pada usus juga memiliki peran penting dalam menjaga imunitas ikan, menurut Agustina & Susanto (2020) Mikroba pada pencernaan ikan berkontribusi dalam mekanisme pertahanan infeksi bakteri patogen dengan memproduksi senyawa antimikroba serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi di dalam usus.

2.6 Taurin

Taurin merupakan asam amino bebas yang berperan dalam mekanisme kemoreseptor terhadap pakan. Pemberian taurin dalam pakan ikan budidaya telah terbukti mampu mengurangi gangguan gizi (Rhodes et al., 2011), mengatur kadar hematokrit, serta menurunkan kandungan lipid dalam tubuh (Espe et al., 2012). Selain itu, taurin dianggap sebagai nutrisi penting yang berperan dalam meningkatkan pertumbuhan ikan. Taurin memiliki fungsi biologis pada tubuh yaitu sebagai antioksidan, keseimbangan homeostatis dari kalsium, memacu pertumbuhan, serta osmoregulasi (Widyasti et al., 2013). Taurin terdapat di dalam jaringan tubuh dan lebih banyak terkandung dalam makhluk hidup di perairan, taurin banyak terdapat dalam komoditas perikanan laut dan merupakan komponen nutrisi yang penting bagi beberapa komoditas ikan. Taurin berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan beberapa jenis larva (Melianawati et al., 2023). Hien et al. (2015) menyatakan bahwa suplementasi taurin pada penggantian tepung ikan menjadi tepung kedelai sebesar 40% dapat meningkatkan pertumbuhan ikan dibandingkan dengan pakan ikan yang tidak disuplementasikan taurin. Gambar 4. Merupakan taurin dalam bentuk serbuk yang digunakan sebagai bahan suplementasi pakan ikan.



Gambar 4. Taurin

2.7 Probiotik

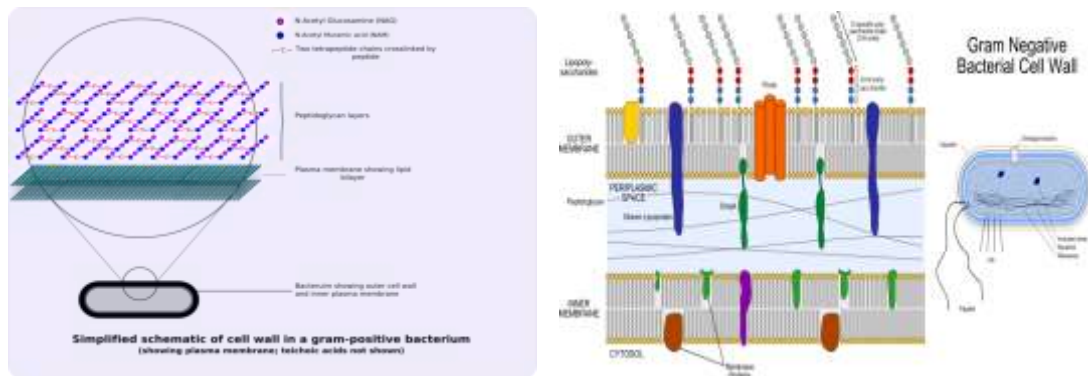
Probiotik merupakan mikroba hidup yang dapat meningkatkan keseimbangan dan fungsi pencernaan ikan (Lestari et al., 2022). Selain itu, probiotik dapat mensekresikan enzim pencernaan seperti amilase, lipase, dan protease untuk mengubah nutrisi kompleks penyusun pakan seperti karbohidrat, lemak, dan protein menjadi komponen yang lebih sederhana dalam bentuk maltose, asam lemak, dan asam amino. Aktivitas bakteri yang terkandung dalam probiotik dapat membentuk koloni dan menempel pada usus ikan dan menghambat bakteri patogen agar tidak tumbuh dan tidak menghambat proses pencernaan ikan sehingga dapat meningkatkan daya cerna ikan (Ahmadi & Kurniawati, 2012). Salah satu bakteri yang dapat menjadi kandidat probiotik adalah *Bacillus* sp, probiotik *Bacillus* sp. dapat dilihat pada Gambar 5. Bakteri *Bacillus* sp. merupakan salah satu bakteri yang berperan sebagai bakteri pengurai (Abareethan & Amsath, 2015). Penggunaan probiotik *Bacillus* sp. berperan penting dalam menjaga kesehatan jaringan usus dengan cara menyeimbangkan mikrobiota serta merangsang produksi senyawa bioaktif seperti *antimicrobial peptides* (AMP) (Hoseinifar et al., 2017). *Antimicrobial peptides* seperti *defisin* dan *cathelicidin*, diproduksi oleh sel selaput usus sebagai bagian dari sistem imun bawaan yang berfungsi menghambat pertumbuhan mikroba patogen sekaligus melindungi mukosa usus dari kerusakan (Gallo & Hooper, 2015). Dalam golongan *Bacillus* sp., seperti *Bacillus licheniformis*, memiliki fungsi menstabilkan dan merangsang pertumbuhan, kemudian *Bacillus subtilis*, *Bacillus polymyxa*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus laterosporus* dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Djamil et al., 2021). Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Monalisa et al. (2024) menyatakan bahwa penambahan probiotik sebanyak 10ml/kg pakan dapat meningkatkan pertumbuhan panjang dan bobot, serta mendapatkan hasil tingkat kelangsungan hidup sebesar 96,6%.



Gambar 5. Probiotik

2.8 Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram merupakan salah satu teknik sederhana yang digunakan untuk membedakan bakteri berdasarkan struktur dinding selnya, yaitu gram-positif dan gram-negatif (Rizqiah & Mustakim, 2025). Bakteri gram-positif memiliki lapisan peptidoglikan tebal yang dapat mempertahankan pewarna kristal violet, sedangkan gram-negatif memiliki lapisan peptidoglikan tipis dan membran luar (Gambar 6) yang menyebabkan hilangnya warna utama setelah diberi alkohol, sehingga menyerap pewarna safranin (Rini & Rochma, 2020). Pewarnaan gram juga memberikan gambaran bentuk morfologi sel bakteri seperti kokus, basil, atau bentuk lainnya, yang sangat membantu dalam identifikasi awal (Yuniarty & Misbach, 2016).



Gambar 6. Perbedaan Sel Bakteri Gram Positif & Gram Negatif
Sumber: Panawala, (2017)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2024 – Januari 2025.

3.1.2 Tempat Penelitian

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

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Nama, jumlah dan kegunaan bahan penelitian yang digunakan.

No.	Nama Bahan	Jumlah	Merk	Kegunaan
1.	Aquades	2 L	-	Untuk pelarut bubuk media.
2.	Media HBA	44,29 g	Onemed	Media selektif bakteri <i>Bacillus</i> .
3.	Media TSA	36 g	Onemed	Media umum.
4.	Alcohol 95%	1 L	-	Untuk pewarnaan bakteri.
5.	Kristal violet	50 ml	Astraldianostic	Untuk pewarnaan bakteri.
6.	Safranin	50 ml	Nice	Untuk pewarnaan bakteri.
7.	Lugol	50 ml	Eisen-golden laboratories	Untuk pewarnaan bakteri.
8.	Ikan gabus	30 ekor/kolam	-	Untuk hewan uji.
9.	PBS	2 L	-	Untuk pengenceran.

Tabel 1. Lanjutan Nama, spesifikasi dan kegunaan bahan penelitian yang digunakan

10.	Ikan gabus	Ukuran 30 g	-	Hewan uji .
11.	Tepung kedelai	18,2 kg	Nuansa baru	Sumber lisin asam amino.
12.	Tepung jagung	7,3 kg	Nuansa baru	Sumber protein.
13.	Tepung daging	24,4 kg	Nuansa baru	Sumber asam amino.
14.	Tepung singkong	2,9 kg	Nuansa baru	Sebagai sumber protein.
15.	Minyak Kedelai	1,1 kg	Celtic	Sumber lemak amino essensial.
16.	Minyak Ikan	1,5 kg	Celtic	Sumber lemak hewani dan vitamin A.
17.	Vitamin mix	0,4 kg	Celtic	Sumber vitamin dan asam amino tertentu.
18.	DL-Metionin	0,1 kg	Celtic	Sumber asam amino essensial.
19.	Mineral mix	0,4 kg	Celtic	Sumber mineral dan asam amino essensial.
20.	L-sistin	0,3 kg	Celtic	Sumber asam amino essensial.
21.	L-lisin	0,3 kg	Celtic	Sumber asam amino essensial.
22.	DDGS	14,5 kg	Nuansa Baru	Sumber protein sebagai sumber energi.
23.	Taurin	1,1 kg	Celtic	Sumber asam amino.

3.2.2 Alat

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2

Tabel 2. Nama, spesifikasi dan kegunaan alat penelitian yang digunakan

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Merk	Kegunaan
1.	Mesin penepung	Getra mesin SY-1200	Yamasuka	Menggiling bahan baku kasar menjadi tepung.
2.	Ayakan	Ukuran 0,6 mm	Idealis	Mengayak tepung.
3.	Mesin pencetak	Extruder 2-3 mm	Strake	Mencetak pakan.
4.	Kolam bundar	Diameter 1 m, tinggi 1 m	Tinavi78 terpal	Wadah pemeliharaan.

Tabel 2. Lanjutan Nama, spesifikasi dan kegunaan alat penelitian yang digunakan

5.	Timbangan	Digital scale 0,1-100	Orisama	Menimbang bahan.
6.	Batu aerasi	2x3 cm	Nikita star	Memperbanyak gelembung udara kecil.
7.	<i>Scoopnet</i>	15 cm	-	Mengambil hewan uji (ikan gabus).
8.	Alat tulis	hvs	Sidu	Mencatat hasil pengamatan.
9.	Kamera	DSC-WX350 SONY	Canon	Mendokumentasikan kegiatan.
10.	Alat bedah	Hecting	-	Membedah hewan uji (ikan gabus).
11.	Nampan	50x30x5 cm	-	Alas bedah ikan.
12.	Cawan petri	Diameter 99 mm	Onemed petridish	Untuk tempat media.
13.	Mikropipet	100-1000 μ l	-	Untuk mengambil larutan NaCl.
14.	Tabung corning	15 ml	-	Untuk tempat pengenceran .
15.	<i>Plastic wrap</i>	0,001 mm	Clingwrap	Untuk melapisi cawan petri.
16.	Alumunium foil	8 m x 30 cm	Clinpak alumunium foil	Untuk menutup erlenmenyer.
17.	Seperangkat Bunsen	Bunsen spiritus	-	Untuk sterilisasi sederhana.
18.	<i>Spreader</i>	Ukuran 7 x 120 mm	Spreader iwaki	Untuk menyebar sampel ke media.
19.	<i>Incubator</i>	Portable incubator 10L	B-One portable incubator	Untuk inkubasi bakteri.
20.	Autoklaf	Portable stainlesss steam sterikizer 24L	Gea Medical YX-24LDJ Portable stainless steam sterilizer	Untuk sterilisasi alat bahan.
21.	<i>Hot plate dan magnetic stirrer</i>	Magnetic stirrer SH-2	Magnetic stirrer SH-2	Untuk melarutkan bubuk media.
22.	Erlenmenyer	1L	Erlenmeyer Pyrex	Untuk wadah pembuatan media.
23.	Kaca preparat	Object glass 7101	Object glass	Untuk tempat preparat pewarnaan bakteri.

Tabel 2. Lanjutan Nama, spesifikasi dan kegunaan alat penelitian yang digunakan

24. Mikroskop	Biomolekuler	Rofa	Untuk pengamatan sel bakteri.
---------------	--------------	------	-------------------------------

3.3 Rencana Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 3 ulangan.

Adapun perlakuan pada penelitian ini adalah:

P1: Pakan berbasis nabati dengan penambahan probiotik 0 ml/kg pakan (kontrol)

P2: Pakan berbasis nabati dengan penambahan probiotik 15 ml/kg pakan

P3: Pakan berbasis nabati dengan penambahan probiotik 30 ml/kg pakan

P4: Pakan berbasis nabati dengan penambahan probiotik 45 ml/kg pakan

Model rancangan acak lengkap RAL yang digunakan adalah sebagai berikut :

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

Keterangan:

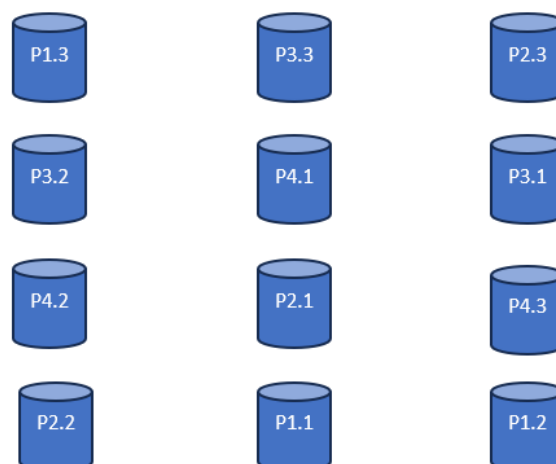
y_{ij} : Hasil pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ : Rataan umum

τ_i : Perlakuan pengaruh ke-i

ϵ_{ij} : Pengaruh faktor random pada perlakuan

Tata letak kolam penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tata letak kolam Pemeliharaan

Keterangan:

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

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

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

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

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Pakan

Penelitian ini menggunakan pakan buatan dengan mensubstitusikan tepung ikan dan mensuplementasikan tepung DDGS + taurin. Memfermentasikan tepung DDGS dengan mencampurkan ragi tempe atau *Rhizopus* sp. selama tujuh hari. Kemudian mencampurkan bahan-bahan pakan yang lainnya sesuai dengan formulasi yang telah dibuat (Tabel 3). Tahap selanjutnya menggiling bahan baku kasar menggunakan mesin penggiling hingga halus, lalu mengayaknya dengan ayakan. selanjutnya mencampur dan mengaduk bahan baku hingga merata. Kemudian, mencetak campuran pakan tersebut menggunakan mesin pencetak pakan terapung. Setelah proses pencetakan, tahap selanjutnya menjemur pakan hingga kering. Sebelum diberikan ke ikan, perlu menyemprotkan bakteri *Bacillus* sp. ke permukaan pakan sesuai dosis masing-masing perlakuan, lalu mengeringanginkan pakan tersebut. Tabel formulasi pakan uji disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Formulasi Pakan Uji

No.	Nama Bahan	Proporsi (%)	Berat (g)
1.	Tepung ikan	0	0
2.	Tepung daging dan tulang	33,5	3.350
3.	Tepung kedelai	25	2.500
4.	Tepung jagung	10	1.000
5.	Tepung terigu	4,4	440
6.	Minyak kedelai	1,5	150
7.	Minyak ikan	2	200
8.	Dikalsium fosfat	0,65	65
9.	Vitamin mix	0,5	50
10.	Mineral mix	0,5	50
11.	DL-Metionin	0,08	8
12.	L-Sistin	0,17	17
13.	L-Lisin	0,02	2

Lanjutan Tabel 3. Formulasi Pakan Uji

14.	Taurin	1,5	150
15.	DDGS	20	2.000
Total		100	1.000

Sumber: Aqila (2025)

3.4.2 Persiapan Wadah Pemeliharaan

Wadah pemeliharaan ikan gabus pada penelitian ini adalah kolam bundar. Berdiameter 1 m dengan kapasitas 710 L sebanyak 12 kolam. Pembuatan kolam dilakukan dengan memasang kerangka besi kolam kemudian melapisi dengan terpal kolam. Setelah itu, air yang diisi ke dalam kolam sebanyak 50% dari kapasitas kolam, lalu didiamkan selama 24 jam dan diberi aerasi.

3.4.3 Persiapan Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan gabus dengan panjang rata-rata $18,11 \pm 0,44$ cm dan bobot berkisar $49,2 \pm 0,47$ g yang berjumlah 30 ekor/ kolam yang diperoleh dari Budi Farm Pringsewu dan ikan alam yang diperoleh dari hasil tangkapan dari Natar, Lampung Selatan dengan panjang 19 cm dan bobot 51,7 g berjumlah 1 ekor. Sebelum ikan budidaya ditebar pada kolam pemeliharaan, ikan yang ada di dalam *plastic packing* diaklimatisasikan terlebih dahulu selama ± 20 menit di dalam bak penampungan. Setelah itu ikan diukur bobot dan panjangnya, kemudian ikan dimasukkan ke dalam kolam.

3.4.4 Pemeliharaan Ikan

Pemeliharaan ikan uji dilakukan selama 60 hari pemeliharaan. Pemberian pakan yang dilakukan pada penelitian ini sebanyak 3 kali dalam sehari pada pukul 07.00, 13.00, dan 19.00 WIB dengan FR 3% setiap pemberian pakan sesuai dengan bobot ikan. Selama pemeliharaan, penyiponan ikan dilakukan sebanyak 2-3x dalam seminggu sesuai dengan kondisi air pada kolam pemeliharaan. Sampling yang dilakukan sebanyak 4x selama masa pemeliharaan.

3.4.5 Pembuatan Media

3.4.5.1 Pembuatan Media TSA (*Tryptone Soy Agar*)

Tahapan awal pembuatan media TSA adalah ditimbang media TSA sebanyak 36 g di timbangan analitik, kemudian dimasukkan ke dalam tabung

erlenmeyer 1000 ml. Setelah itu dimasukkan aquades sebanyak 900 ml ke dalam tabung *erlenmeyer* 1000 ml, lalu tabung *erlenmeyer* dimasukkan *magnetic stirrer*, kemudian tabung ditutup dengan kain kasa yang terisi kapas dan dilapisi aluminium foil. Setelah itu, tabung *erlenmeyer* ditelakkan di atas *hot plate*. Kemudian, tekan tombol *on* pada sisi kanan *hot plate*, lalu diputar tombol '*string*' ke kanan dan tombol '*heat*' ke kanan dan ditunggu sampai larutan media TSA mendidih. Setelah mendidih, *magnetic stirrer* dikeluarkan dari tabung *erlenmeyer*, lalu tabung dimasukkan ke dalam *autoclave* dengan suhu 121 °C selama 15 menit supaya steril. Media yang telah steril dimasukkan ke dalam cawan petri sebanyak 15-20 ml tiap cawan, kemudian media ditunggu hingga padat seperti agar.

3.4.5.2 Pembuatan Media HBA (*Hichrome Bacillus Agar*)

Tahapan awal pembuatan media HBA adalah ditimbang media HBA sebanyak 44 g ditimbangan analitik, kemudian dimasukkan ke dalam tabung *erlenmeyer* 1000 ml. Setelah itu dimasukkan aquades sebanyak 900 ml ke dalam tabung *erlenmeyer* 1000 m, lalu tabung *erlenmeyer* dimasukkan *magnetic stirrer*, kemudian tabung ditutup dengan kain kasa yang terisi kapas dan dilapisi aluminium foil. Setelah itu, tabung *erlenmeyer* ditelakkan di atas *hot plate*. Kemudian, tekan tombol *on* pada sisi kanan *hot plate*, lalu diputar tombol '*string*' ke kanan dan tombol '*heat*' ke kanan dan ditunggu sampai larutan media HBA mendidih. Setelah mendidih, *magnetic stirrer* dikeluarkan dari tabung *erlenmeyer*, lalu tabung dimasukkan ke dalam *autoclave* dengan suhu 121 °C selama 15 menit supaya steril. Media yang telah steril dimasukkan ke dalam cawan petri sebanyak 15-20 ml tiap cawan, kemudian media ditunggu hingga padat seperti agar.

3.4.6 Preparasi Sampel

Setelah 60 hari pemeliharaan, diambil 1 ekor/ulangan ikan gabus dan ikan gabus alam sebanyak 1 ekor. Kemudian ikan dimasukkan ke dalam bak kontainer lalu diberi es batu sebanyak 250 – 500 g sebagai anastesi. Setelah ikan mengalami pingsan, ikan gabus ditimbang dan diukur panjangnya. Kemudian ikan gabus dibedah dan diambil ususnya, lalu usus ditimbang dan diukur panjangnya. Setelah usus ikan gabus ditimbang dan diukur, usus ikan gabus kemudian dicacah dan dihaluskan dengan ditambahkan larutan 1 x PBS dengan perbandingan 1: 2.

3.4.7 Tahap Pengenceran Bertingkat

Sampel usus ikan gabus dimasukkan ke dalam tabung *corning* yang telah diisi larutan PBS sebanyak 10 ml lalu divortex agar homogen, setelah itu diambil 1 ml dimasukkan ke dalam larutan PBS yang berisi 9 ml untuk mendapatkan pengenceran 1×10^{-1} , kemudian dilakukan cara yang sama sampai mendapatkan pengenceran 1×10^{-9} .

3.4.8 Isolasi Sampel

Sampel yang telah dilakukan pengenceran sampai 1×10^{-9} , kemudian diambil dari pengenceran 1×10^{-5} - 1×10^{-9} menggunakan jarum ose dan digores ke atas permukaan media. Setelah itu diberi label dan diinkubasi di inkubator dengan suhu 36°C selama 24 jam. Setelah 24 jam masa inkubasi, lalu dilakukan perhitungan koloni bakteri pada media TSA, lalu diinkubasi dalam inkubator dengan suhu 36°C selama 24 jam. Setelah 24 jam bakteri yang tumbuh di TSA diamati berdasarkan ciri-ciri bakteri *Bacillus* sp. yaitu berbentuk bulat, berwarna putih keruh, dan bentuk tepi bergerigi (Aini et al., 2013), kemudian diambil menggunakan jarum ose dan digoreskan ke atas media HBA dan diinkubasi di dalam inkubator selama 24 jam.

3.4.9 Perhitungan koloni

Sampel yang telah diinkubasi selama 24 jam kemudian dihitung total koloni bakterinya menggunakan metode *total plate count* (TPC), dengan rumus sesuai menurut Damongilala (2009) sebagai berikut:

$$\text{Total bakteri (CFU/ml)} = \text{Jumlah koloni bakteri} \times \frac{1}{\text{Faktor pengenceran}}$$

3.4.10 Pewarnaan Bakteri

Kaca preparat disterilisasi sederhana dengan menyemprotkan alkohol dan dilewatkan beberapa kali pada nyala api bunsen, kemudian diambil isolat bakteri dengan mikropipet dan dioleskan pada kaca preparat. Isolat bakteri kemudian ditetesi aquades dan difiksasi di atas api bunsen, setelah kering preparat ditetesi cairan kristal violet dan dibiarkan selama 1 menit, selanjutnya dibilas dengan

akuades dan dianginkan hingga kering. Isolat bakteri kemudian ditetesi lagi dengan larutan lugol dan dibiarkan selama 1 menit, kemudian dibilas dengan akuades dan dianginkan hingga kering. Selanjutnya isolat bakteri ditetesi alkohol 95% selama 30 detik, kemudian dialiri akuades dan dianginkan hingga kering. Isolat bakteri kemudian ditetesi safranin selama 30 detik dan dibilas dengan akuades, dikeringkan dengan dikering anginkan, kemudian dilakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop. Bakteri gram positif ditandai dengan warna ungu yang menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu mengikat warna kristal violet, sedangkan bakteri gram negatif ditandai dengan warna merah muda yang menunjukkan bahwa bakteri tersebut tidak mampu mengikat warna kristal violet dan hanya terwarnai oleh safranin (Safrida et al., 2012).

3.5 Variabel Penelitian

Sampling bobot dan panjang ikan dilakukan 4 kali dalam 60 hari pemeliharaan. Sampling dilakukan pada awal pemeliharaan, lalu selanjutnya pada hari ke-15, hari ke-30, dan yang terakhir pada akhir pemeliharaan dihari ke-60.

3.5.1 Keanekaragaman Bakteri pada Usus Ikan Gabus

Pengambilam sampel untuk mengamati keanekaragaman bakteri pada usus ikan gabus dilakukan sebanyak 1 kali selama pemeliharaan, yaitu di akhir pemeliharaan. Pengamatan ini dilakukan dengan pewarnaan gram untuk membedakan bakteri gram positif dan bakteri gram negatif, serta mengamati morfologi sel bakteri.

3.5.2 Kelimpahan Bakteri pada Usus Ikan Gabus

Pengambilan sampel untuk menghitung kelimpahan bakteri pada usus ikan gabus dilakukan sebanyak 1 kali selama pemeliharaan, yaitu di akhir pemeliharaan dengan menghitung tota koloni bakteri.

3.6 Analisis Data

Data kuantitatif seperti kelimpahan bakteri total dan bakteri *Bacillus* dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (Anova) dengan tingkat kepercayaan

95%, apabila hasil berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut Duncan menggunakan SPSS versi 30 untuk melihat perbedaan dari pengaruh masing-masing perlakuan. Sedangkan untuk data kualitatif seperti hasil keanekaragaman bakteri akan disajikan secara deskriptif.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kesimpulan pada penelitian ini yaitu

1. Pemberian pakan berbasis bahan nabati dengan penambahan probiotik pada pakan ikan gabus budidaya dapat meningkatkan kelimpahan bakteri usus, khususnya bakteri menguntungkan seperti *Bacillus*.
2. Kelimpahan dan keanekaragaman mikrobiota ini dipengaruhi oleh lingkungan dan manajemen pakan terutama melalui penambahan probiotik dan bahan pakan alternatif yang dapat mendukung pertumbuhan dan kesehatan ikan gabus. Pada usus ikan gabus budidaya ditemukan lebih banyak bakteri gram positif berbentuk batang (basil) ditemukan mendominasi mikrobiota usus ikan gabus budidaya, sedangkan bakteri berbentuk bulat (kokus) ditemukan dalam jumlah sedikit pada usus ikan gabus budidaya, dan pada usus ikan gabus alam lebih banyak ditemukan bakteri gram negatif.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disarankan untuk memberi pakan berbasis nabati dengan penambahan probiotik untuk meningkatkan kelimpahan dan keanekaragaman mikrobiota pada usus ikan gabus.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abareethan, M., & Amsath, A. (2015). Characterization and evaluation of probiotic fish feed. *International Journal of Pure and Applied Zoology*, 3(2), 148-153.
- Agustina & Susanto, A. (2020). Penampisan bakteri potensial pobiotik dari usus ikan air tawar. Laporan Penelitian. Universitas Mulawarman.
- Agustin, R., Sasanti, A. D, & Yulisman. (2014). Konversi pakan, laju pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan populasi bakteri benih ikan gabus (*Channa striata*) yang diberi pakan dengan penambahan probiotik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(1), 55-56. DOI: 10.36706/JARI.V2I1.2049.
- Ahmadi, H. I, & Kurniawati, N. (2012). Pemberian probiotik dalam pakan terhadap pertumbuhan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada pendederan II. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(4), 99-107. <https://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/2550>.
- Aini, F. N., Sukamto, S., Wahyuni, D., Suhesti, R. G., & Ayyunin, Q. 2013. Penambahan pertumbuhan *Collectotrichum gloeosporioides* oleh *Trichodema harzianum*, *Trichodema koningii*, *Bacillus subtilis*, dan *Pseudomonas fluorescens*. *Jurnal Pelita Perkebunan*, 29(1): 44-52.
- Anggraini M. (2024). Subtitusi tepung kedelai dengan *Distillers Dried Grains With Solubles* dan taurin pada buatan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan gabus *Channa striata* (BLOCH, 1793) (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Lampung.
- Ardavian, N. H. R. (2014). *Subtitusi bungkil kedelai dengan Distillers Dried And Solubles terhadap pertumbuhan, survival rate, dan efisiensi pakan benih ikan nila merah*. (No. Publikasi 29204) [Tesis, Universitas Airlangga]. Repository Universitas Airlangga.

- Ardianto, D. (2015). *Buku pintar budi daya ikan gabus*. Perpustakaan Nasional.
- Armin, I., Surianti., & Hasrianti. (2024). Pengaruh penambahan probiotik berbeda pada pakan terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains dan Teknologi Perikanan* 4(1): 18-29. DOI: <https://doi.org/10.55678/jikan.v4i1.1212>
- Bath, R. A., Dhillon, O., Hoque, F., & Sundaray, J. K. (2023). Insight on fish gut microbiome. *Journal of Aquaculture*, 32(2): 1-33. <https://doi.org/10.61885/joa.v32.2023.294>
- Bera, A. K., Chowdhury, H., Ghatak, S., Malick, R. C., Chakraborty., Chakraborty, H. J., Swain, H. S., Hassan, M. A., & Das, B. K. (2023). Microbiome analysis reveals potential for modulation of gut microbiota through polysaccharide-based prebiotic feeding in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Frontiers in Physiology*. 14: 1168284. DOI: 10.3389/fphys.2023.1168284
- Cahill, M. M. (1990). A review virulence factors in motile *Aeromonas* species. *Journal of Applied Bacteriology*, 69(1), 1-16. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1990.tb02905.x>.
- Djamil, M. Z. A., Utari, H. B., & Rukmono, D. (2021). Efektivitas *Bacillus* sp. dalam penurunan *off-flavours* pada budidaya ikan patin (*Pangasius* sp.). *Journal of Fisheries and Marine Research*, 5(2), 481-498. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2021.005.02.36>.
- Damongilala, L. J. (2009). Kadar air dan total bakteri pada ikan roa (*Hemirhamphus* sp) asap dengan metode pencucian bahan baku berbeda. *Jurnal Sains*, 9(2), 190–198. <http://repo.unsrat.ac.id/id/eprint/65>
- Daten, H. (2023) Diversitas dan karakterisasi bakteri asam laktat yang berpotensi sebagai probiotik dalam usus ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Bioprospek* 15(1): 1-7.
- Espe, M., El-Mowafi, A., & Ruohonen, K. (2012). Replacement of fishmeal with plant protein ingredients in diets to Atlantic salmon (*Salmo salar*): effects on weight gain and accretion. In A. Muchlisin (Eds.), *Aquaculture* (pp. 43-58). Intech Open. <https://doi.org/10.5772/29155>
- Fadilah, W., Rasyidah, & Mayasari, U. (2022). Isolasi dan karakterisasi bakteri heterotrofik pada kawasan perairan Pantai Indah Kalangan, Tapanuli Tengah. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 9(2), 306-317. DOI: 10.24843/metamorfosa.2022.v09.i02.p10.

- Fadilla, E. N. (2025). Respon perubahan jaringan usus, hati, dan ginjal ikan gabus (*Channa striata*) dengan pemberian probiotik *Bacillus* sp. dalam pakan berbasis protein nabati (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Lampung.
- Fauzi, P. (2025). Performa pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan gabus (*Channa striata*) dengan penambahan *Bacillus* sp. pada pakan berbasis *Distillers Dried Grains with Solubles* dan taurin (Skripsi Tidak Terpublikasi). Universitas Lampung.
- Gallo, R. L., & Hooper, L. V. (2012). Epithelial antimicrobial defense of the skin and intestine. *Nature Reviews Immunology*, 12(7), 503–516. <https://doi.org/10.1038/nri3228>
- Gram, L., Melchiorson, J., Spanggaard, B., Huber, I., & Nielsen, T. F. (1999). Inhibition of vibrio anguillarum by Pseudomonas fluorescens AH2, a possible probiotic treatment of fish. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(3), 969–973. <https://doi.org/10.1128/AEM.65.3.969-973.1999>
- Hashimji, A.H., Murshida, C., & Thomas, J. (2023). Evaluation of 16S rRNA gene sequencing for species level microbiome analysis in *Channa striata*. *Materials Today: Proceedings*, 112 (47), 2214-7853 <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.11.053>.
- Hasanudin, S. N. A. (2023). Analisis kelimpahan bakteri berbasis DNA pada *gastrointestinal tract* ikan gabus (*Channa striata*) budidaya dan alam di Sungai Mesuji (No. Publikasi 73585) [Skripsi. Universitas Lampung]. Digital Repository Universitas Lampung.
- Hien, T. T. T., Be, T. T., Lee, C. M., & Bengtson, D. A. (2015). Development of formulated diets for snakehead (*Channa striata* and *Channa micropeltes*): can phytase and taurine supplementation increase use of soybean meal to replace fish meal?. *Aquaculture*, 448: 334-340. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2015.06.020.
- Hoseinifar, H., Safari, S., & Dadar, M. (2017). Dietary sodium propionate affects mucosal immune parameters, growth and appetite related genes expression: insights from zebrafish model. *General and Comparative Endocrinology*. (243):78-83.
- Indrato, A. F., Sulistyarsi, A., & Ardhi, M. W. (2017). Isolasi bakteri probiotik dari *gastrointestinal tract* ikan lele untuk fermentasi yoghurt sebagai bahan modul berbasis riset dan keterampilan proses sains. *Prosiding Seminar Nasional SIMBIOSIS II, Madiun*, 8(277) 320-321. DOI: 10.15578/jra.8.2.2013.277-286.

- Iram, A., Cekmecelioglu, D., & Demirci, A. (2020). Distillers' dried grains with solubles (DDGS) and its potential as fermentation feedstock. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(14), 6115–6128. DOI: 10.1007/s00253-020-10682-0.
- Kusmini, I. I., Gustiano, R., Prakoso, V. A., & Ath-thar, M. H. F. (2016). *Budidaya Ikan Gabus*. Penebar Swadaya Grup.
- Lestari, F. D., & Syukriah. (2020). Manajemen stress pada ikan untuk akuakultur berkelanjutan. *Jurnal Ahli Muda Indonesia*, 1(1), 96-105. DOI: 10.46510/jami.v1i1.23.
- Lestari, S.A., Ramdan, E. P., Risnawati, & Pribadi, E. M. (2022). Kemampuan beberapa agen hayati dalam menginduksi ketahanan tanaman padi dari serangan *Pyricularia oryzae* secara *In Vivo* dan *In Vitro*. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 6(1), 1-12. DOI: 10.25077/jpt.6.1.1-12.2022.
- Listiyanto, N., & Andriyanto, S. (2009). Ikan gabus (*Channa striata*) manfaat pengembangan dan alternatif teknik budidayanya. *Jurnal Media Akuakultur*, 4(1), 18-25. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/ma.4.1.2009.18-25>.
- Lubis, S. T., Hasan, M., Rahmi, E., Darmiati, Isa, M., & Riady, G. (2024). Isolasi *Eschericia coli* patogen pada hamster (*Mesocricetus auratus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 8(2), 74-82. <https://jim.usk.ac.id/FKH/article/view/30337>.
- Melianawati, R., Astuti, W. N., & Tridjoko. (2023). Peranan taurin pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan kerapu bebek *Cromileptes altivelis* (Valenciennes, 1828). *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(1), 27-34. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i1.13490>.
- Munir, K. M. (2016). The co-occurrence of mental disorders in children and adolescents with intellectual disability/intellectual developmental disorder. *Current Opinion in Psychiatry*, 29(2), 95–102. <https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000236>.
- Muthmainnah, D. (2013). Hubungan panjang berat dan faktor kondisi ikan gabus (*Channa striata* Bloch, 1793) yang dibesarkan di rawa lebak, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Depik*, 2(3), 184-190.
- Miao, S., Zhao, C., Zhu, J., Dong, X., & Sun, L. (2018). Dietary soybean meal affects intestinal homeostasis by altering the microbiota, morphology and

inflammatory cytokine gene expression in northern Snake head. *Scientific Reports*, 8(113): 1-10. DOI: 10.1038/s41598-017-18430-7`.

- Mohammadi, S. Z., Venkitasmy, C., & Lansal, B. (2021). Front-end corn germ separation: process variation and effects on downstream product recovery and quality. *Cereal Chemistry*, 98(2): 189-211.
<https://doi.org/10.1002/cche.10393>.
- Monalisa, S. S., Christiana, I., Retha, G. M., Djauhari, R., & Yulintine. (2024). Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan gabus (*Channa striata*) dengan penambahan probiotik EM4 (*Effestive Microorganisme-4*) pada ikan. *Journal of Tropical Fisheries*, 19(1): 50-58.
 DOI: <https://doi.org/10.36873/jtf.v19i1.13078>
- Napitupulu, R. A., Suryanto, D., & Desrira. (2016). Isolasi dan identifikasi bakteri potensial patogen pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di kolam budidaya patumbak. (Laporan Penelitian). Universitas Sumatera Utara. 1-10
<https://repository.usu.ac.id/handle/123456789/54459>
- Nayak B. K. (2010). Understanding the relevance of sample size calculation. *Indian journal of ophthalmology*, 58(6), 469–470.
<https://doi.org/10.4103/0301-4738.71673>
- Nohesara, S., Abdolmaleky, H. M., Zhou, J.-R., & Thiagalingam, S. (2023). Microbiota-Induced Epigenetic Alterations in Depressive Disorders Are Targets for Nutritional and Probiotic Therapies. *Genes*, 14(12), 17-22.
<https://doi.org/10.3390/genes14122217>.
- Novitarizky, I. A., Manoppo, H., & Longdong, S. (2018). Isolasi bakteri probiotik *Lactobacillus* Sp. dari gastrointestinal tract ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Budidaya Perairan*, 6(2), 18-21.
<https://doi.org/10.35800/bdp.6.2.2018.20492>.
- Novriadi, R. (2021). *Efek penggunaan ddgs pada pakan Vannamei*. Trobos Aqua.
- Nur, I. (2019). *Penyakit ikan*. CV Budi Utama.
- Panawala, L. (2017). Difference between gram positive and gram negative bacteria. <https://pediaa.com/difference-between-gram-positive-and-gram-negative-bacteria/>
- Paray, A.A., Manju, S., Amin, M.M & Kaur, D. (2023). Gram Staining: *A Brief Review*. *International Journal of Research and Review*, 10(09), 336-341.
<https://doi.org/10.336-341.10.52403/ijrr.20230934>.

- Pethiyagoda, R. (1991). *Freshwater fishes of Sri Lanka*. Wildlife Heritage Trust of Sri Lanka.
- Pertiwi, R. M., Nurilmala, M., Safithri, M., & Pradita, F. T. (2021) Profil protein ikan gabus (*Channa striata*), toman (*Channa micropeltes*), dan betutu (*Oxyleotris marmorata*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(3): 548-557. journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi
- Pratama, R. H., Tarsim., & Yudha, I.G. (2019). Efektifitas penambahan asam amino pada pakan untuk pertumbuhan ikan sidat, *Anguilla bicolor* (McClland, 1884). *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 11(2): 835-844. DOI:10.23960/jrtbp.v7i2.p835-844
- Prataman, R. A., Djauhari, R., Monalisa, S. S., & Susanti, W. (2023). Identifikasi bakteri pada beberapa jenis ikan air tawar. *Journal of Tropical Fisheries*, 17(2), 31-41. <https://doi.org/10.36873/jtf.v18i2.11115>.
- Rahman, M. T., Sobur, M. A., Islam, M. S., Ievy, S., Hossain, M. J., El Zowalaty, M. E., Rahman, A. T., & Ashour, H. M. (2020). Zoonotic Diseases: Etiology, Impact, and Control. *Microorganisms*, 8(9), 1405. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091405>
- Rhodes, M., Rossi, J. W., Hanson, T., & Davis, D. A. (2011). Taurine: critical supplement for marine fish feed. *Global Aquaculture Advocate*. 34-35. https://www.researchgate.net/publication/299457147_Taurine_Critical_Supplement_For_Marine_Fish_Feed.
- Ringo, E., Zhou, Z., Vecino, J., Wadsworth, S., Romero, J., Krogdahl, A., Olsen, R. E., Dimitroglou, A., Foey, A., Davies, S., Owen, M., Lauzon, L. L., Martinsen, Deschryver, P., Bossier, P., Sperstad., & Merrifield, D. (2016). Effect of dietary components on the gut microbiota of aquatic animals: a never-ending story. *Aquaculture Nutrition*, 22(2), 219–282. <https://doi.org/10.1111/anu.12346>.
- Ringo, E., Rizk, A. M., Moumouni, P. F.A., Liu, M., Galon, F.A., Li, A., Ji, S., Tumwebaze, M., Byamukama, B., Thekisoe, O., & Xuan, X. (2020). Molecular detection and characterization of tick-borne haemoparasites among cattle on Zanzibar Island, Tanzania. *Acta Tropica*. 211(105598): 200-210. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105598>.
- Ringo, E., Harikrishnan, R., & Soltani, M. (2022). The effect of gut microbiota and probiotics on metabolism in fish and shrimp. *Animals*, 12(21): 1-13. DOI:10.3390/ani12213016
- Rini, C. S., & Rochmah, J. (2020). *Bakteriologi dasar*. Sidoarjo: UMSIDA Press.

- Rizqiah, A., & Mustakim, A. (2025). Identifikasi *Staphylococcus aureus* pada fermentasi ikan pedo menggunakan teknik pewarnaan gram. *Jurnal Pendidikan, Kimia, Fisika dan Biologi*, 1(4): 163-170. DOI: <https://doi.org/10.61132/jupenkifb.v1i4.520>
- Safrida, Y. D., Yulvizar C., & Devira, C. N. (2012). Isolasi dan karakterisasi bakteri berpotensi probiotik pada ikan kembung (*Rastrelliger sp.*). *Depik*, 1(3), 200-203.
- Saikia, S. (2015) Food and feeding of fishes. What do we need to know?. *Transylvania Review of Systematical and Ecological Research*, 17(1): 71-84. DOI: 10.1515/trser-2015-0049
- Senasri, N., Simawan, J., & Kumla, S. (2018). The use of *Bacillus* spp. as probiotic in feed on snake-head fish (*Channa striata*) culture. *Journal of Mahanakorn Veterinary Medicine*, 10(2), 119–125. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/jmvm/article/view/156425>.
- Suprayudi, M. A., Deswira, U., & Setiawati, M. (2013). Penggunaan DDGS (*distillers dried grain with solubles*) jagung sebagai sumber protein nabati pakan benih ikan gurame (*Osphronemus goramy lac*). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 13(1), 25-34. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/56480>.
- Sullivan, K. B. (2008). Replacement of fish meal by alternative protein sources in diets for juvenile Black Sea bass. (No Publikasi 2079) [Thesis, University of North Carolina Wilmington]. University of North Carolina Wilmington
- Susanto H. 2004. Budidaya Ikan Di Pekarangan. Penerbit Penebar Swadaya Cetakan.
- Sofian, Anwar, S., & Saputra, M. (2019). Kinerja pertumbuhan ikan gabus (*Channa striata*) dengan suplementasi astaxanthin pada level berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 7(2), 77-85. DOI: 10.36706/JARI.V7I2.9939
- Syahputri, O. L. L., Elviantari, A., & Fardiansyah, A. (2024). Uji aktivitas antibakteri dari usus ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) terhadap bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Perikanan Terapan*, 1(1), 16-23. <https://jurnal.uts.ac.id/index.php/jupiter/article/view/3823>.
- Tomás, A., De La Gándara, F., Garcia-Gomez, A., Pérez, L. & Jover, M. (2005) Utilization of soybean meal as an alternative protein source in the Mediterranean yellowtail, *Seriola dumerili*. *Aquaculture Nutrition*, 11, 333-340. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2005.00365.x>.

- Yuniarty, T., & Misbach, S. R. (2016). Pemanfaatan sari ubi jalar ungu sebagai pewarna Gram untuk *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 5(92): 59-63.
- Waspodo, S., Abidin, Z., Rusdani, M. M., & Sadikin A. (2016). Pengaruh pemberian probiotik *Bacillus* Spp. melalui pakan terhadap kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Biologi Tropis*, 16(1), 18-24. DOI: 10.29303/jbt.v16i1.103.
- Widiamar, R. R. (2024). *Histologi Usus Dan Hati Serta Respon Imun Non Spesifik Ikan Gabus Channa striata (Bloch, 1793) Dengan Pemberian Pakan Ber-bahan Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) Dan Taurin Yang Diinfeksi Bakteri Staphylococcus aureus*. (No. Publikasi 80738) [Skripsi, Universitas Lampung]. Digital Repository Unila.
- Widyasti, S., Widastuti, E. L., Kanedi, M., & Rivai, I. F. (2013). Pemberian senyawa taurine pada pakan alami dan pakan komersil terhadap tingkat pertumbuhan juvenile ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. 315-320.
- Zizah, N., & Widyasari, Y. E. (2024) Uji efektivitas penggunaan udara panas buatan pada pembuatan preparat bakteri dengan pewarnaan gram. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 7(1): 49-56
<https://doi.org/10.14710/jplp.7.1.49-56>
- Zuliani. (2016). Kebiasaan makanan dan hubungan panjang berat ikan julung - julung (*Dermogenys* sp.) di sungai alur hitam Kecamatan Bendahara Kabupaten Aceh Tamiang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah*, 1(1). 12-24 <https://jim.usk.ac.id/fkp/article/view/2>