

**ANALISIS EFEKTIFITAS FERMENTASI LIMBAH
PERUT IKAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
KELANGSUNGAN HIDUP IKAN LELE (*Clarias sp*)**

TESIS

**SELOPES MENANTI
NIM. 4616105001**



**Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar
Magister**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

2019

HALAMAN PENGESAHAN

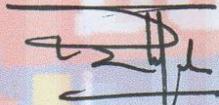
1. Judul : Analisis Efektifitas Fermentasi Limbah Perut Ikan Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele (*Clarias Sp*)
2. Nama Mahasiswa : Selopes Menanti
3. NIM : 4616105001
4. Program Studi : Budidaya Perairan

Menyetujui

Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Ir. Erni Indrawati, M.P

NIDN : 0921106501


Dr. Ir. Sri Mulyani, M.M

NIDN : 0004066705

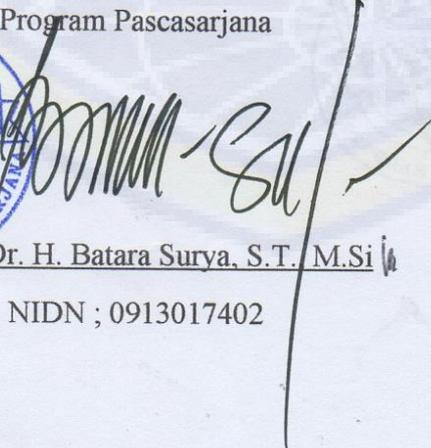
Mengetahui

Komisi Pembimbing

Direktur

Program Pascasarjana

Ketua Program Studi


Prof. Dr. H. Batara Surya, S.T. M.Si

NIDN ; 0913017402


Dr. Ir. Sri Mulyani, M.M

NIDN : 0004066705

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari / tanggal :

Tesis atas nama : Selopes Menanti

Nim : 4616105001

Telah Diterima oleh Panitia Ujian Tesis program Pascasarjana untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Magister pada Program Studi Budidaya Perairan.

PANITIA UJIAN TESIS

Ketua : Dr. Ir. Erni Indrawati, M.P. (.....)
(Pembimbing I)

Sekretaris : Dr. Ir. Sri Mulyani, M.M. (.....)
(Pembimbing II)

Anggota Penguji : 1. Prof.Dr.Ir. Gusti Tantu (.....)

2. Dr.Ir. Suryawati Salam, M.Si. (.....)

Makassar, 01 Februari 2020

Direktor Pascasarjana



Dr. Ir. Batara Surya, M. Si

NIDN. 0913017402

PERNYATAAN KEORSINILAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahea sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini, dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Tesis (MAGISTER) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Makassar, Maret 2019

Mahasiswa



Selopes Menanti

PRAKATA

Puji dan Syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa atas segala karunia sehingga laporan tesis ini dapat diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian mengacu pada pemanfaatan limbah ikan khususnya usus ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) sebagai salah satu alternatif pengganti bahan baku pembuat pakan yang memiliki komponen nutrisi yang diharapkan dapat memberikan tingkat pertumbuhan pada ikan.

Penulis dalam menyusun tesis banyak mendapat arahan, motifasi dan dukungan moril dari berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Batara Surya, S.T., M.Si, selaku Direktur Program Pascasarjana yang telah memberikan dukungan penulis dalam menyelesaikan Pendidikan.
2. Ibu Dr. Ir. Sri Mulyani, M.M., Ketua Program Studi Magister Budidaya Perairan yang telah mengarahkan dan memberi izin dalam melaksanakan kegiatan penelitian.
3. Ibu Dr. Ir. Erni Indrawati, M.Si selaku pembimbing I yang senantiasa membimbing dan membantu saya dalam penelitian serta penulisan tesis.
4. Ibu Dr. Ir. Sri Mulyani, M.M selaku pembimbing II yang senantiasa membimbing dan membantu saya dalam penelitian serta penulisan tesis.
5. Bapak Bupati Kabupaten Kepulauan Yapen, Bapak Toni Tesar, S.Sos. yang telah membantu dalam membiayai penulis selama menjalani proses belajar.

6. Bapak Luis Numberi, SE. M.Th selaku Kepala Dinas Perikanan Kabupaten Kepulauan Yapen yang telah memberi saya izin untuk melakukan penelitian di Balai Benih Ikan (BBI).
7. Daniel Arung Padang SH., MM. Direktur PAD AKN Kabupaten Kepulauan Yapen.
8. Drs. Sakarias Sanuari MM. Kepala Badan Kepegawaian Kabupaten Kepulauan Yapen.
9. Sahabat seperjuangan angkatan 2016/2017 atas kerjasama serta dukunganya selama menempuh pendidikan.
10. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan tesis yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Akhir kata, saya berharap semoga tesis ini dapat memberi manfaat serta acuan bagi pembaca. Atas segala kekurangan, saya mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan dari tesis ini.

Makassar, Maret 2019

Penulis

ABSTRAK

Permintaan konsumen akan ikan lele semakin meningkat. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh fermentasi limbah perut ikan menggunakan air beras dan mendapatkan dosis pengkayaan pakan yang optimal dalam meningkatkan pertumbuhan, efisiensi pakan dan sintasan pada ikan lele (*Clarias* sp). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September sampai November 2018. Masing-masing 50 ekor benih ikan lele (berat rata-rata $2,78 \pm 0,19$ g/ekor) ditebar dalam 12 akuarium berukuran 30x30x20 cm. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan, dengan dosis penambahan limbah perut ikan pada pakan komersil yakni (A) 25% : 75%, (B) 50% : 50%, (C) 75% : 25% dan (D) 0% : 100%, pemberian pakan dengan dosis 7% dari bobot biomassa. Pemeliharaan selama 30 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan limbah perut ikan terfermentasi pada pakan buatan tidak berpengaruh ($P > 0,05$) terhadap LPH, Pertumbuhan Mutlak dan Sintasan tetapi berpengaruh sangat nyata ($P > 0,05$) terhadap efisiensi pakan dimana perlakuan (A) 11,24%, (B) 14,13%, (C) 20,12% dan (D) 11,94%. Penambahan 75% limbah perut ikan terfermentasi per kg pakan menunjukkan pemanfaatan pakan paling efisien.

Kata Kunci : Efisiensi, Fermentasi, Pertumbuhan, Pengkayaan Pakan, Sintasan.

ABSTRACT

Consumer demand for catfish is increasing. The purpose of this study was to analyze the effect of fish stomach waste fermentation using rice water and obtain the optimal feed enrichment dose in increasing growth, feed efficiency and survival in catfish (*Clarias* sp). This research was conducted from September to November 2018. Each of the 50 catfish seeds (average weight 2.78 ± 0.19 g / head) was stocked in 12 30x30x20 cm sized aquariums . The experimental plan used was a completely randomized design (CRD) with four treatments and three replications, with additional doses of fish stomach waste on commercial feed namely (A) 25%: 75%, (B) 50%: 50%, (C) 75%: 25% and (D) 0%: 100%, feeding with a dose of 7% of the weight of biomass. 30 days maintenance. The results showed that the addition of fermented fish waste in artificial feed had no effect ($P > 0.05$) on LPH, Absolute Growth and Synthesis but had a very significant effect ($P > 0.05$) on feed efficiency where treatment (A) 11.24 %, (B) 14.13%, (C) 20.12% and (D) 11.94%. The addition of 75% of fermented fish waste per kg of feed shows the most efficient use of feed.

Keywords: Efficiency, Fermentation, Growth, Feed Enrichment, Survival.

DAFTAR ISI

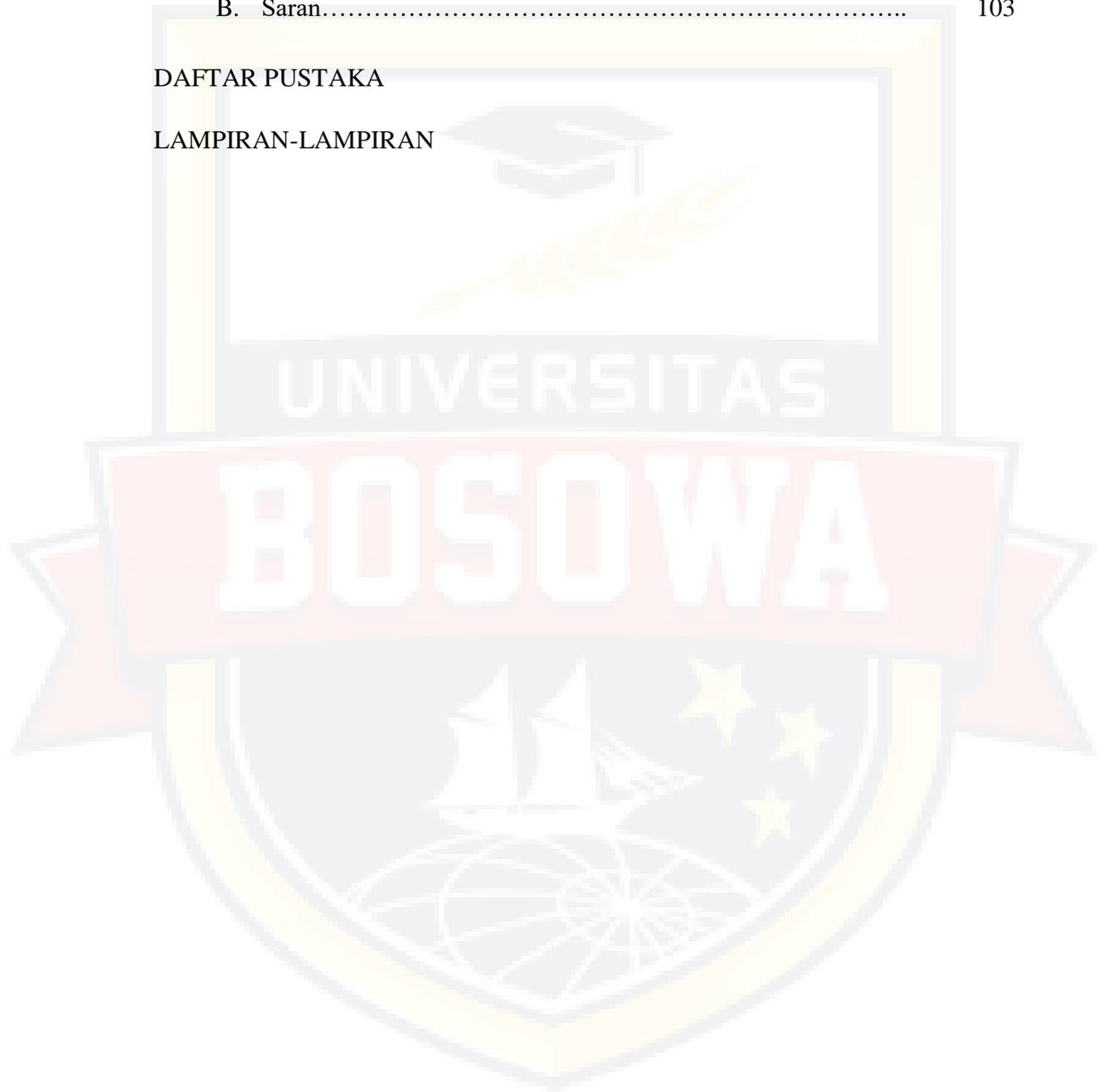
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
PERNYATAAN KEORSINILAN.....	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Lingkup Penelitian	5
F. Sistematika Pembahasan	5
BAB II KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PIKIR	7
A. Diskripsi Teori	7
1. Ikan Lele	7
2. Klasifikasi dan Morfologi	7
3. Parameter Air dan Habitat Hidup Ikan Lele	9
4. Pakan dan Kebiasaan Makan	17
5. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup	28
6. Air Cucian Beras	50

7. Limbah Ikan dan Potensi Pemanfaatannya	54
8. Fermentasi.....	55
B. Penelitian Terdahulu	57
C. Kerangka Pikir	58
D. Hipotesis Penelitian	60
BAB III METODE PENELITIAN	61
A. Jenis Penelitian	61
B. Lokasi Penelitian	61
C. Populasi dan Sampel	62
D. Variabel Penelitian.....	62
E. Instrumen Penelitian.....	64
F. Jenis dan Sumber Data	66
G. Teknik Pengumpulan Data	66
H. Teknik Analisis Data.....	67
I. Definisi Operasional	67
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	69
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	69
B. Hasil Penelitian	72
1. Laju Pertumbuhan harian Ikan Lele.....	72
2. Pertumbuhan Mutlak Ikan Lele.....	75
3. Efisien Pakan Ikan Lele.....	76
4. Kelangsungan Hidup Ikan Lele.....	77
5. Kualitas Air Pemeliharaan Ikan Lele.....	78
C. Pembahasan.....	79
1. Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR).....	79
2. Pertumbuhan Mutlak.....	84
3. Efisiensi Pakan.....	88
4. Kelangsungan Hidup Ikan Lele.....	93
5. Kualitas Air Pemeliharaan Ikan Lele.....	95

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	103
A. Kesimpulan.....	103
B. Saran.....	103

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

2.1	Persyaratan Kualitas Air Ikan Lele	17
2.2	Kebutuhan Pakan Ikan Lele	18



DAFTAR GAMBAR

2.1.	Ikan lele (<i>Clarias sp</i>)	8
2.2.	Kerangka pikir	59
3.1	Lokasi Penelitian	61
3.2	Tata Letak Gambar Percobaan	67
4.1	Grafik Pertambahan Bobot Ikan Lele	72
4.2	Grafik Laju pertumbuhan Harian Ikan lele	74
4.3	Grafik rata rata LPH Ikan lele	75
4.4	Grafik Pertumbuhan Mutlak Ikan lele	76
4.5	Grafik Efisiensi Pakan Ikan Lele	77
4.6	Grafik kelangsungan Hidup Ikan Lele	78

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data Pengukuran bobot ikan lele selama Penelitian	113
2. Data Pemberian Pakan yang dibutuhkan selama penelitian.	114
3. Data kelangsungan Hidup ikan lele selama penelitian.....	115
4. Hasil analisis Statistik efisiensi Pakan.....	116
5. Hasil Analisis Statistik pertumbuhan Mutlak	119
6. Hasil Analisis Statistik Kelangsungan Hidup	120
7. Foto Kegiatan Selama Penelitian	121

UNIVERSITAS
BOSOWA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan kesadaran masyarakat akan pentingnya makan ikan untuk memenuhi kebutuhan gizi dan kesehatan, maka permintaan konsumen akan ikan lele semakin meningkat. Hal tersebut merangsang masyarakat untuk melakukan budidaya intensif untuk memenuhi permintaan konsumen terhadap ikan lele. Intensifikasi budidaya merupakan teknologi budidaya dengan padat tebar tinggi sehingga hasil produksinya diharapkan mampu memenuhi permintaan pasar ikan lele.

Salah satu faktor pembatas dalam intensifikasi budidaya lele adalah pakan yang menurut Rana, Siriwardena, & Hasan (2009), pakan ikan biasanya mencapai 50-70% dari biaya produksi. Produksi hasil perikanan dapat ditingkatkan dengan penyediaan bahan pakan berkualitas yang sampai saat ini masih mengandalkan produk impor, seperti bungkil kedelai, tepung ikan, bahkan jagung. Tepung ikan merupakan sumber protein yang paling bisa diandalkan dalam formulasi pakan ikan di seluruh dunia (Zhu *et al.*, 2011). Komponen pakan ikan yang paling mahal adalah protein sementara nutrient lain seperti lemak, karbohidrat dan vitamin relative lebih murah (Ginindza, 2012).

Untuk menekan biaya produksi pakan, maka pemanfaatan sumber-sumber protein yang murah dan mudah tersedia harus terus diupayakan. Salah satu sumber protein yang dapat menjadi alternatif

Adalahl imbah ikan, baik dari industri perikanan maupun rumah tangga yang bila tidak ditangani dengan baik mengakibatkan pencemaran lingkungan. Limbah padat perikanan dapat berupa kepala, kulit, tulang ikan, potongan daging ikan, sisik, insang atau saluran pencernaan(Sugiharto,1987). Limbah dari ikan tuna utuh mempunyai bagian daging 57,15%, kulit 4,9%, kepala 8%, tulang 23,9%, dan isi perut 14,25% (Peranginangin *et al.*, 2005).

Saluran pencernaan atau perut ikan merupakan salah satu limbah yang akan senantiasa tersedia selama ikan dibersihkan. Limbah ikan tersebut jika ditangani dengan baik akanmembebaskan lingkungan dari pencemaran dan meningkatkan nilai bahan tersebut. Limbah ikan merupakan sumber protein dan lemak penting dan beberapa upaya dilakukan untuk mengendalikan biomolekul ini (Rustad, 2003). Menurut Jini *et al.* (2011), bakteri asam laktat (*Lactic Acid Bacteria, LAB*) yang diisolasi dari jeroan ikan air tawar memiliki kemampuan proteolitik, lipolitik, dan antibacterial melawan berbagai pathogen. Jeroan ikan tidak hanya kaya akan biomolekul tetapi kaya juga dengan *LAB* yang menguntungkan dengan sifat probiotik(Balcázar *et al.*, 2008). Fermentasi menggunakan *LAB* merupakan cara yang efektif pembentukan asam *in situ* yang pada gilirannya menjaga limbah melalui ensilasi(Shirai *et al.*, 2001)atau pemulihan lipid atau protein (Rai *et al.*, 2009). *LAB* digunakan sebagai probiotik karena sifatnya meliputi antibacterial, imunodulasi, mengontrol keseimbangan intestinal, resisten terhadap keasaman lambung, dan resisten terhadap asam empedu (Tannock, 2004).

Penanganan limbah perut dapat dilakukan dengan proses fermentasi. Dalam proses fermentasi tersebut, senyawa-senyawa kompleks diurai menjadi senyawa yang lebih sederhana yang lebih mudah digunakan dan diserap ikan, dan sejumlah mikroorganisme mampu mensintesa vitamin dan asam-asam amino yang dibutuhkan oleh hewan akuatik. Penguraian tersebut terjadi akibat aktivitas enzim-enzim dari bahan itu sendiri dan mikroorganisme yang sengaja ditambahkan (Suharto, 1997). Fermentasi biologis oleh mikroorganisme membutuhkan substrat berupa karbohidrat yang akan diurai lebih lanjut menjadi gula sederhana sebagai sumber energi. Salah satu bahan yang dapat menjadi sumber karbohidrat yang juga merupakan limbah adalah air cucian beras. Selama pencucian beras, sekitar 80% vitamin B1, 70% vitamin B3, 90% vitamin B6, 50% mangan (Mn), 50% fosfor (P), 60% zat besi (Fe), 100% serat dan asam lemak esensial terlarut oleh air (Munawaroh, 2010).

Fermentasi bahan pakan yang menguraikan senyawa-senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana akan meningkatkan daya cerna dan proses absorpsi pakan. Peningkatan tersebut menyebabkan kebutuhan energi untuk pertumbuhan dan keseimbangan tubuh akan lebih mudah terpenuhi. Di samping itu, dalam proses fermentasi akan terjadi peningkatan kandungan vitamin yang berperan dalam perbaikan jaringan tubuh. Perbaikan pertumbuhan dan jaringan tubuh akan berimplikasi positif terhadap kelangsungan hidup ikan.

Berdasarkan hal tersebut, maka akan dilakukan penelitian untuk mengkaji efektifitas fermentasi limbah perut ikan terhadap pertumbuhan dan daya tahan ikan lele (*Clarias* sp.). Dalam penelitian ini akan dianalisis pengaruh

suplementasi hasil fermentasi limbah perut ikan terhadap kualitas pakan, daya cerna, pertumbuhan dan sintasan ikan lele.

B. Rumusan Masalah

Meningkatkan pertumbuhan dan sintasan ikan lele (*Clarias sp*) dengan menggunakan bahan pakan yang berkualitas dan mengandung nutrisi yang dibutuhkan ikan serta efisien dapat memanfaatkan fermentasi pada limbah perut ikan sebagai substitusi pakan ikan lele dengan memperhatikan pengaruh konsentrasinya. Berdasarkan uraian di atas, dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Apakah fermentasi limbah perut ikan dapat mempengaruhi pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan lele (*Clarias sp*).
2. Berapa konsentrasi fermentasi limbah perut ikan yang optimal dalam meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan pada ikan lele (*Clarias sp*).

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh fermentasi limbah perut ikan menggunakan pada pertumbuhan, efisiensi pakan dan sintasan ikan lele (*Clarias sp*).
2. Mendapatkan dosis pengkayaan pakan yang optimal dalam meningkatkan pertumbuhan, efisiensi pakan dan sintasan pada ikan lele (*Clarias sp*).

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi ilmiah penting tentang penggunaan limbah perut ikan yang difermentasi air beras sebagai pakan

ikan lele untuk meningkatkan pertumbuhan, efisiensi pakan dan sintasan. Informasi ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengelolaan budidaya ikan lele, khususnya dalam penyediaan pakan dengan memanfaatkan limbah ikan sehingga dapat mengurangi biaya pakan.

E. Lingkup Penelitian

Penelitian ini mengkaji pengaruh aspek penambahan hasil fermentasi limbah perut ikan menggunakan air beras terhadap, pertumbuhan, efisiensi pakan dan sintasan ikan.

F. Sistematika Pembahasan

1. BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan kegunaan penelitian.

2. BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA TEORI

Memuat uraian tentang tinjauan pustaka terdahulu dan kerangka teori relevan yang terkait dengan tema tesis.

2. BAB III. METODE PENELITIAN

Memuat secara rinci metode penelitian yang digunakan peneliti beserta alasannya, jenis penelitian, desain, lokasi, populasi dan sampel, metode pengumpulan data, definisi konsep dan variabel dan terkait dengan tema tesis.

3. BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

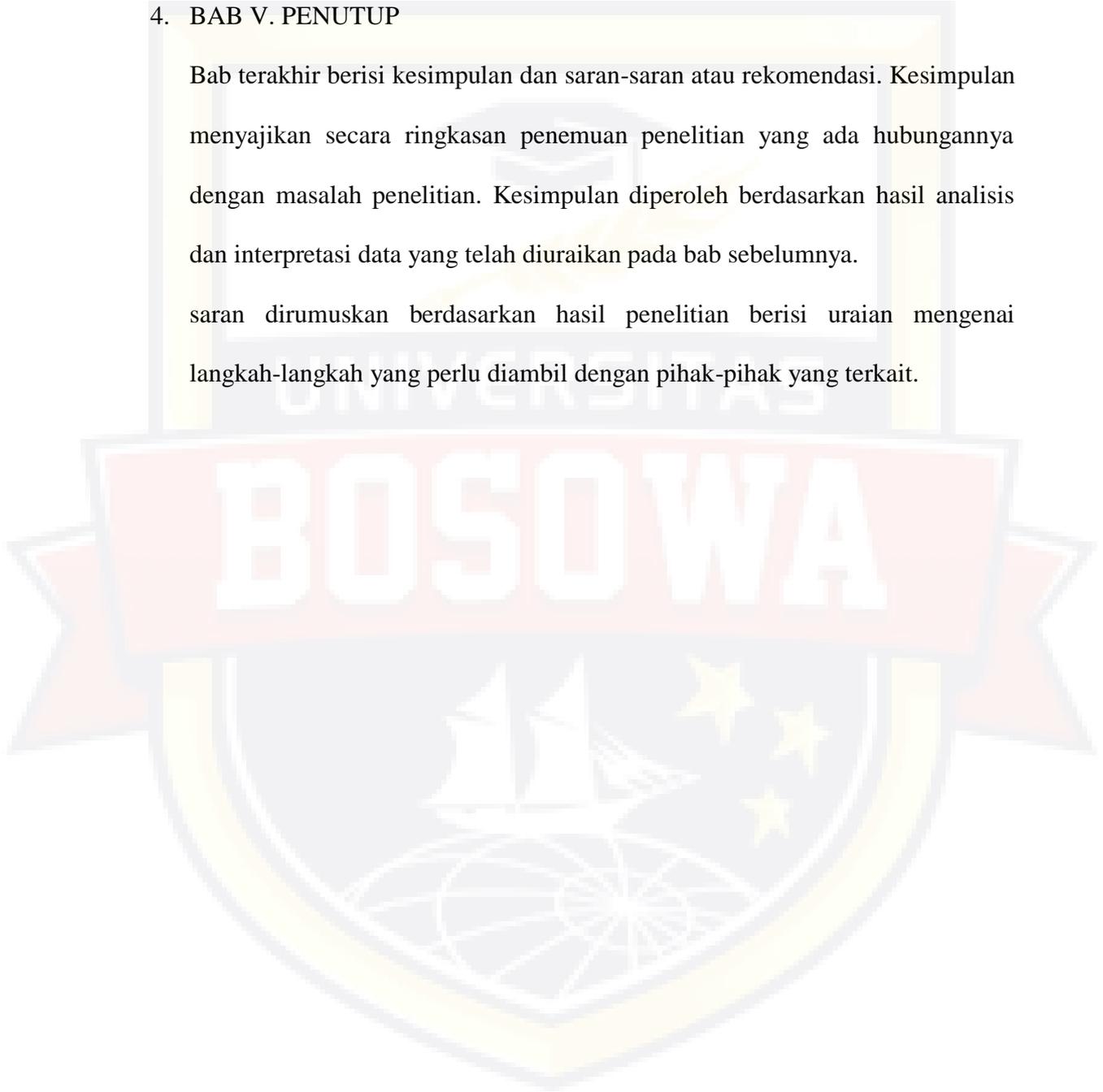
Berisi : (1) Hasil penelitian klasifikasi bahasan disesuaikan dengan pendekatan, sifat penelitian dan rumusan masalah atau fokus penelitiannya. (2)

Pembahasan, sub bahasan (1) dan (2) dapat digabung menjadi satu kesatuan atau dipisah menjadi sub bahasan tersendiri.

4. BAB V. PENUTUP

Bab terakhir berisi kesimpulan dan saran-saran atau rekomendasi. Kesimpulan menyajikan secara ringkasan penemuan penelitian yang ada hubungannya dengan masalah penelitian. Kesimpulan diperoleh berdasarkan hasil analisis dan interpretasi data yang telah diuraikan pada bab sebelumnya.

saran dirumuskan berdasarkan hasil penelitian berisi uraian mengenai langkah-langkah yang perlu diambil dengan pihak-pihak yang terkait.



BOSOWA

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PIKIR

A. Deskripsi Teori

1. Ikan lele

Ikan Lele adalah hewan yang termasuk kedalam genus *Clarias*. Nama ini datang dari bahasa Yunani *chlaros*, yang bermakna hidup, merujuk pada kekuatan ikan ini untuk hidup lama di air. Ikan lele termasuk ikan yang tidak mempunyai sisik dibagian badan, mempunyai kumis dibagian depan, serta patil di samping. Ikan lele memiliki bentuk bulat serta memanjang, kulit licin, berlendir serta mempunyai warna beragam bergantung variates ada hitam, kekuningan, coklat kehitaman dan bahkan ada yang albino. Selain itu, ikan lele juga mempunyai sirip yang tunggal dibagian punggung dan ekor.

2. Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi ikan lele menurut Saanin (1984) adalah sebagai berikut Kingdom Animalia, Sub Kingdom Metazoa, Filum Chordata, Sub Filum Vertebrata, Kelas Pisces, Sub Kelas Teleostei, Ordo Ostariophysi, Sub Ordo Siluroidea, Famili Clariidae, Genus *Clarias* dan Spesies *Clariassp.*



Gambar 2.1. Ikan Lele (*Clarias* sp)

Ikan lele (*Clariassp*) mempunyai ciri kepala berbentuk dorsal, agak cembung, permukaan dorsal kepala ditutupi dengan kulit tebal sehingga tulang tidak mudah terlihat, tetapi struktur tulangnya terlihat jelas. Mata ikan lele berbentuk bulat oval dan terletak di dorsolateral bagian kepala (Hee and Kottelat, 2007). Ikan lele berwarna kehitaman atau keabuan memiliki bentuk badan yang memanjang pipih kebawah (*depressed*), berkepala pipih dan memiliki empat pasang kumis yang memanjang sebagai alat peraba (Iqbal, 2011).

Ikan lele memiliki jumlah sirip punggung 68–79, sirip dada 9–10, sirip perut 5–6, sirip anal 50–60 dan sungut (barbel) sebanyak 4 pasang, 1 pasang diantaranya memiliki ukuran yang lebih besar dan panjang (Suprpto dan Samtafsir, 2013). Ikan ini mempunyai alat pernafasan tambahan (arborescent organ) dibelakang rongga insang. Alat pernafasan ini berwarna kemerahan dan berbentuk seperti tajuk pohon rimbun yang penuh kapiler darah. Alat pernafasan tambahan ini berfungsi untuk mengambil oksigen dari udara bebas (Khairuman dan Amri, 2011).

3. Paameter Air dan Habitat Hidup Ikan lele

Habitat ikan leledi sungai dengan arus air yang perlahan, rawa, telaga, waduk, sawah yang tergenang air (Daulay, 2010). Menurut Iqbal (2011), Ikan lele dapat hidup baik di dataran rendah sampai dengan perbukitan yang tidak terlalu tinggi, misalnya di daerah pegunungan dengan ketinggian diatas 700 m. Ikan lele dapat dibudidayakan baik di kolam tanah, kolam semen maupun kolam plastik/terpal (Suprpto dan Samtafsir, 2013). Pada kondisi kolam dengan padat penebaran yang tinggi dan kandungan oksigennya minimum, ikan lele pun masih dapat bertahan hidup (Khairuman, 2008).

Ikan Lele memiliki kemampuan menyesuaikan diri yang baik dengan lingkungan sekitarnya. Ikan ini memiliki toleransi yang tinggi terhadap lingkungan hidupnya, sehingga bisa dipelihara di dataran rendah yang berair payau maupun dataran tinggi dengan suhu yang rendah. Menurut Sucipto dan Prihartono (2007) faktor lingkungan terpenting yang mempengaruhi kualitas air antara lain kadar oksigen terlarut, karbondioksida terlarut, salinitas, suhu air, derajat keasaman (pH), dan ammonia.

a. Oksigen Terlarut

Ikan memerlukan oksigen terlarut untuk bernafas dan pembakaran makanan yang menghasilkan energi untuk berenang, pertumbuhan, reproduksi, dan lain-lain (Sucipto dan Prihartono (2007)). Kadar oksigen terlarut didalam air dipengaruhi oleh suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer, sementara berkurangnya kadar oksigen terlarut dipengaruhi oleh meningkatnya suhu, ketinggian, dan berkurangnya tekanan atmosfer (Jeffries dan Mills, 1996, dalam

Effendi, 2000). Oksigen terlarut merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan sebagai pilihan utama untuk menentukan layak-tidaknya air untuk budidaya ikan.. Secara umum, ikan Lele dapat hidup dalam air dengan kandungan oksigen 3 – >5 mg/liter. Namun menurut Sucipto dan Prihartono (2007), untuk meningkatkan produktivitas ikan, kandungan oksigen terlarut dalam air sebaiknya dijaga pada level diatas 5 mg/liter, sementara jika kandungan oksigen terlarut berada dibawah 3 mg/liter dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan ikan.

Oksigen (O_2) terlarut adalah suatu jenis gas terlarut dalam air dengan jumlah yang sangat banyak, yaitu menempati urutan kedua setelah nitrogen. Namun, jika dilihat dari segi kepentingan untuk budidaya perairan oksigen menempati urutan teratas (Ghufran 2011). Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas sehingga bila ketersediaan di dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya, maka segala aktivitas biota akan terhambat. Jika kualitas air kurang baik maka mengakibatkan pertumbuhan ikan menjadi lambat. Beberapa hal yang dapat menurunkan kualitas lingkungan adalah pencemaran limbah organik, bahan buangan zat kimia dari pabrik, serta pestisida dari penyemprotan di sawah dan kebun. Selain kualitas air, oksigen berperan enting dalam laju pertumbuhan ikan Lele.

Menurut Wahyuningsih (2009), kadar oksigen merupakan faktor lingkungan yang penting, apabila konsentrasi oksigen terlarut rendah, nafsu makan organisme yang dibudidayakan (ikan Lele) menurun sehingga mempengaruhi pertumbuhan serta daya tahan terhadap penyakit, sebaliknya jika

konsentrasi oksigen terlarut rendah terus berlangsung maka kemungkinan organisme yang dibudidayakan akan mati karena kekurangan oksigen.

Kebutuhan oksigen pada ikan mempunyai kepentingan pada dua aspek, yaitu kebutuhan lingkungan bagi spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif yang tergantung pada metabolisme ikan. Perbedaan kebutuhan oksigen dalam suatu lingkungan bagi ikan dari spesies tertentu disebabkan oleh adanya perbedaan struktur molekul sel darah ikan yang mempengaruhi hubungan antara tekanan parsial oksigen dalam air dan derajat kejenuhan oksigen dalam sel darah (Zonneveld et al 1991 dalam Ghufran 2011).

b. Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida merupakan hasil buangan dari adanya proses pernafasan oleh setiap makhluk hidup, yang mana Lele karbondioksida (CO₂) didalam perairan ditentukan oleh pH dan suhu (Kordi, 1997). Jumlah karbondioksida dalam air yang bertambah akan menekan aktivitas pernapasan ikan dan menghambat pengikatan oksigen oleh hemoglobin sehingga dapat membuat ikan menjadi stress. Kandungan karbondioksida didalam air untuk pembesaran ikan Lele sebaiknya kurang dari 15mg/liter.

c. Salinitas

Menurut Sucipto dan Prihartono (2007), Ikan Lele lebih toleran terhadap lingkungan payau, dan ikan Lele tumbuh sangat baik pada salinitas 0-5 ppm. Menurut Kordi (1997), pada umumnya organisme air payau hidup pada kisaran salinitas 2 – 25 ppt, akan tetapi ada spesies ikan yang mampu mentolelir kisaran

salinitas yang tinggi. Bastiawan dan Wahid (2008) mengatakan untuk pembesaran Lele di kolam, pada awal pengisian air diusahakan kadar garamnya sekitar 0 – 5ppt .

d. Suhu

Suhu merupakan parameter lingkungan yang penting untuk organisme akuatik. Suhu perairan dipengaruhi oleh musim, lintang, waktu penyinaran, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air (Ghufran 2011). Menurut Sucipto dan Prihartono (2007), suhu air akan mempengaruhi kehidupan ikan, suhu mematikan (lethal) berkisar antara 10 - 11°C selama beberapa hari, suhu dibawah 16 - 17°C akan menurunkan nafsu makan ikan, serta suhu dibawah 21°C akan memudahkan terjadinya serangan penyakit. Suhu yang optimal untuk budidaya ikan adalah berkisar 28 - 32°C.

Suhu air dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia perairan maupun fisiologis ikan (Wardoyo 1992). Suhu ialah faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kecepatan metabolisme tubuh (Philips 1972 dalam Bestian 1996). Kecepatan metabolisme ikan akan berlangsung optimal pada suhu optimal. Ikan mempunyai selang suhu optimum untuk memenuhi laju metabolisme yang diinginkan (Dean Goodnight et al. dalam Bestian 1996). Ikan merupakan hewan poikilothermik yang suhu tubuhnya mengikuti suhu lingkungan sekitarnya. Keluarnya suhu air dari suhu optimum menyebabkan ikan berada di luar kondisi dari suhu optimumnya (Philips 1972 dalam Bestian 1996).

Menurut BSN (2009) suhu air optimum untuk mendukung pertumbuhan ikan Lele berkisar antara 25-32°C, namun menurut Arie, (1999) ikan Lele (*Clarias sp*) mampu hidup pada suhu antara 14-38°C. Menurut Arie, U (1999) ikan Lele bisa hidup pada suhu 14-38°C. Hal ini sejalan dengan pernyataan Rukmana (1997) bahwa lingkungan tumbuh yang paling ideal untuk usaha budidaya ikan Lele adalah perairan tawar yang memiliki suhu antara 14-38 °C atau suhu optimal 25-30 °C. Keadaan suhu rendah (kurang dari 14 °C) ataupun suhu terlalu tinggi (di atas 30 °C) menyebabkan pertumbuhan ikan akan terganggu. Suhu amat rendah 6 °C atau suhu terlalu tinggi 42 °C dapat mematikan ikan Lele. Suriansyah, (2014) menambahkan pada suhu rendah, ikan akan kehilangan nafsu makan dan menjadi lebih rentan terhadap penyakit. Sebaliknya jika suhu terlalu tinggi maka ikan akan mengalami stress pernapasan dan bahkan dapat menyebabkan kerusakan insang permanen. Suhu media mempengaruhi laju metabolisme, pada saat suhu media meningkat, laju metabolisme akan meningkat hingga batas optimum dan kembali menurun di atas suhu optimum

Pengaruh temperatur terhadap pertumbuhan ikan tergantung interaksi antara konsumsi pakan dan metabolisme (Breet 1979 dalam Bestian 1996). Pertumbuhan dan kehidupan ikan sangat dipengaruhi suhu air. Kisaran suhu optimal bagi kehidupan ikan di perairan tropis adalah antara 28-32°C. Kisaran tersebut konsumsi oksigen mencapai 2,2 mg/g berat tubuh-jam. Kisaran suhu 25°C konsumsi oksigen mencapai 1,2 mg/g berat tubuh-jam. Kisaran suhu 18-25°C, ikan masih bertahan hidup, tetapi nafsu makannya menurun. Suhu air 12-18°C mulai berbahaya bagi ikan, sedangkan pada suhu dibawah 12°C ikan tropis

mati kedinginan. Secara teoritis, ikan tropis masih hidup normal pada suhu 30-35°C jika konsentrasi oksigen terlarut cukup tinggi (Ahmad dkk. 1998 dalam Ghufran 2011). Suhu air dapat mempengaruhi kehidupan biota secara tidak langsung, yaitu melalui pengaruhnya terhadap kelarutan oksigen dalam air. Semakin tinggi suhu air, maka semakin rendah daya larut oksigen di dalam air, dan sebaliknya (Ghufran 2011).

e. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH merupakan ukuran konsentrasi ion hidrogen yang menunjukkan suasana asam atau basa dalam suatu perairan. Faktor yang mempengaruhi pH adalah konsentrasi karbondioksida dan senyawa yang bersifat asam. Derajat keasaman yang baik untuk pertumbuhan Lele berkisar antara 7-8 (Arie 2009). Derajat keasaman air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik.

Pusat Penyuluhan Kelautan dan Perikanan, 2011 menyebutkan pH yang mendukung pertumbuhan ikan adalah 6,5–8,5. pH optimal untuk ikan Lele adalah antara 7-8, namun demikian ikan masih mampu hidup pada pH 4-12. Kadar oksigen optimal yang dibutuhkan oleh ikan Lele adalah antara 3-5 ppm. Ikan Lele mampu hidup pada perairan tawar seperti sungai, danau, waduk, rawa bahkan sawah, dan memiliki toleransi yang luas terhadap salinitas sehingga ikan Lele mampu hidup pada perairan payau dengan salinitas antara 0-10 ppt (Arie. U, 1999).

Perairan asam akan kurang produktif dan dapat membunuh hewan budidaya. Oleh karena itu jika pH rendah (kesamaan tinggi), maka kandungan oksigen terlarut akan berkurang, sebagai akibatnya konsumsi oksigen menurun, aktivitas pernafasan naik, dan selera makan akan berkurang. Hal yang sebaliknya terjadi pada suasana basa. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai Lelei pH sekitar 7-8,5. Lelei pH sangat mempengaruhi proses biokimia perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah (Novotny dan Olem 1994, Ghufuran 2011).

Menurut Kordi (1997) Lelei pH dapat digunakan sebagai gambaran tentang kemampuan suatu perairan dalam memproduksi garam mineral, yang mana bila pH tidak sesuai dengan kebutuhan organisme yang dipelihara, akan menghambat pertumbuhan ikan. Secara umum angka pH yang ideal adalah antara 4 – 9, namun untuk pertumbuhan yang optimal untuk ikan Lele, pH yang ideal adalah berkisar antara 6 – 8, Pertumbuhan ikan akan terhambat bila pH tidak sesuai dengan kebutuhan organisme tersebut.

Menurut Prakoso (2014), menyatakan bahwa sebagian besar organisme akuatik sensitif terhadap perubahan pH, dan lebih menyukai pH netral yaitu antara 7-8,5. Dalam penelitian ini, hasil pengukuran pH di dalam wadah pemeliharaan berkisar antara 6,0 – 7,2. Ini menunjukkan bahwa pH di dalam wadah penelitian masih relatif aman bagi kehidupan ikan Lele yang dipelihara. Menurut Effendi (2003) menyatakan bahwa pH air berpengaruh terhadap proses fisiologis di dalam tubuh organisme akuatik, termasuk ikan. Selanjutnya Olem (1994) *dalam*

Prakoso (2014) menyatakan proses biokimiawi perairan, seperti nitrifikasi sangat dipengaruhi oleh pH.

f. Amonia (NH₃)

Kegiatan budidaya sebagian besar pakan yang dikonsumsi oleh biota budidaya akan dirombak menjadi daging atau jaringan tubuh, sedangkan sisanya dibuang berupa kotoran dan terlarut menjadi amonia (Ghufran 2011). Semakin tinggi pH air, maka daya racun amonia semakin meningkat sebab sebagian besar berada dalam bentuk NH₃, sedangkan amonia dalam bentuk molekul (NH₃) lebih beracun dari pada yang berbentuk ion NH₄⁺. Amonia dalam bentuk molekul dapat menembus bagian membran sel lebih cepat dari pada ion NH₄⁺ (Colt dan Amstrong, Ghufran 2011). Kandungan (NH₃) tidak boleh lebih dari 1 mg/L. 13 Kadar amonia tertinggi yang masih dapat ditolerir oleh Lele adalah 2,4 mg/L (Sudjana 1988; Minggawati 2001; Ghufran 2011).

Menurut Sucipto dan Prihartono (2007), Amonia merupakan hasil akhir dari adanya proses penguraian oleh protein terhadap sisa pakan dan hasil metabolisme ikan yang mengendap didalam perairan. Di perairan, gas amonia (NH₃) akan mudah larut dan membentuk amonium hidroksida (NH₄OH) yang berdisosiasi menghasilkan ion ammonium (NH₄⁺) dan hidroksil (OH⁻). Amonium yang tidak berdisosiasi (NH₄OH) bersifat toksik (racun), namun NH₄⁺ hampir tidak membahayakan. Menurut Sucipto dan Prihatono (2007), amonia (NH₃) adalah hasil utama dari penguraian protein dan merupakan racun bagi ikan, karena itu kandungan NH₃ dalam perairan dianjurkan tidak lebih dari 0,016 mg/liter.

Menurut BSN (2009) kualitas air untuk produksi ikan Lele kelas pembesaran di kolam air tenang tertera pada tabel 2.1.

Tabel 2.1.
Persyaratan Kualitas Air Ikan Lele

No	Parameter	Satuan	Kisaran
1	Suhu	°C	25-32
2	pH	-	6,5-8,5
3	Oksigen Terlarut	mg/l	≥3
4	Amoniak	mg/l	<0,02
5	Kecerahan	Cm	30-40

Sumber : SNI 7550:2009

Ikan Lele mampu hidup di perairan yang dalam dan luas maupun di kolam yang sempit dan dangkal, mempunyai pertumbuhan yang cepat serta dapat dipelihara dalam kepadatan yang cukup tinggi (Handayani,2008).

4. Pakan dan Kebiasaan Makan

Pakan alami ikan lele dumbo adalah binatang-binatang renik seperti, kutu air dari kelompok Daphnia, Cladocera atau Copepoda. Meskipun ikan lele bersifat karnivora, ikan ini akan memakan dedaunan bila dibiasakan, sehingga ikan lele juga disebut sebagai pemakan detritus atau scavenger (Suprpto dan Samtafsir, 2013).

Lele bersifat kanibalisme, yaitu mempunyai sifat yang suka memakan jenisnya sendiri ketika kekurangan pakan. Sifat kanibalisme juga akan timbul oleh

karena perbedaan ukuran. Lele yang berukuran besar akan memangsa ikan lele yang berukuran lebih kecil (Mahyuddin, 2008). Pakan yang banyak digunakan untuk kegiatan budidaya lele adalah pakan buatan. yang memiliki kandungan seperti pada tabel berikut.

Tabel 2.2.
Kebutuhan Pakan Ikan Lele

No	Jenis uji	Satuan (as feed)	Persyaratan		
			benih	pembesaran	induk
1	Kadar Air	%	12	12	12
2	Kadar Abu	%	13	13	13
3	Kadar Protein	%	30	28	30
4	Kadar Lemak	%	5	5	5
5	Kadar Serat Kasar	%	6	8	8
6	Non Protein Nitrogen	%	0,20	0,20	0,20
7	Diameter Pellet	Mm	≤2	2-4	≥4
8	Floating Rate	%	80	80	80
9	Kestabilan Dalam Air	Menit	15/5	15/5	15/5
	Mengandung Mikroba				
	Atau Toksin				
10	Aflatoksin	Ppb	≤50	≤50	≤50
11	Almonella	kol/g	-(neg)	-(neg)	-(neg)

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (BSN) 2006

Budidaya kultivan secara intensif cenderung menggunakan atau mengkonsumsi pakan lebih banyak dibanding budidaya secara semi-intensif (intensif plus) dan tradisional. Banyaknya pakan yang dikonsumsi kultivan meningkatkan biaya operasional usaha akuakultur (Saade, 2015).

Menurut Adijaya (2015), jumlah pakan untuk lele dalam sehari sebanyak 3-5% dari biomassa dan diberikan secara adlibitum. Menurut Craig dan Helfrich (2002), pakan dikatakan baik dan efisien jika nilai efisiensi pemanfaatan pakan lebih dari 50% atau bahkan mendekati 100%. Supriyanto (2010) menyatakan

bahwa pertumbuhan ikan akan meningkat jika jumlah pakan yang diberikan dapat dicerna dengan baik oleh ikan sehingga energi yang diperoleh ikan dari pakan dapat dimanfaatkan secara optimum untuk pertumbuhannya.

Walaupun ikan lele bersifat nokturnal, akan tetapi pada kolam pemeliharaan terutama budidaya secara intensif lele dapat dibiasakan diberi pakan pelet pada pagi atau siang hari walaupun nafsu makannya tetap lebih tinggi jika diberi pada waktu malam hari. Pada siang hari, ikan lele berdiam diri dan berlindung di tempat gelap (Daulay, 2010). Ikan lele digolongkan sebagai ikan karnivora. Pakan alami yang baik untuk benih ikan lele adalah jenis zooplankton diantaranya *Moina*, *Daphnia*, dan yang termasuk *daphnia* adalah cacing, larva (jentik-jentik serangga), siput-siput kecil dan sebagainya. Pakan alami biasanya digunakan untuk pemberian pakan lele pada fase larva sampai benih, akan tetapi ikan lele biasanya mencari makan di dasar kolam (Suyanto, 2006). Ikan lele mempunyai sifat scavenger yaitu ikan pemakan bangkai. Selain pakan alami, untuk mempercepat pertumbuhan ikan lele perlu pemberian makanan tambahan berupa pelet. Jumlah pakan yang diberikan sebanyak 3% per hari dari berat total ikan yang ditebarkan di kolam dengan frekuensi 2-3 kali sehari (Khairuman dan Amri, 2002).

Pakan ikan Lele (*Clarias sp*) antara lain fitoplankton, zooplankton, serta binatang yang hidup di dasar, seperti cacing, siput, jentik-jentik nyamuk, dan chironomus. Induk ikan Lele (*Clarias sp*) juga masih perlu pakan tambahan berupa *pellet* yang mengandung protein 30-40% dengan kandungan lemak tidak lebih dan 3%. Perlu pula ditambahkan vitamin E dan C yang berasal dari taoge

dan daun-daun/sayur-sayuran yang diiris-iris. Boleh juga diberi makan ikan rucah atau keong sawah. Selain itu, dedak halus dan bekatul juga dapat diberikan sebagai pakan (Murtidjo, 2001). Menurut Soenanto (2004) ikan Lele (*Clarias sp*) dapat diberi pakan pellet yang terbuat dari dedak halus, bekatul, ampas kelapa, bungkil kacang dan sisa makanan.

Ikan Lele (*Clarias sp*) mempunyai kebiasaan makan pada saat nafsu makannya tinggi dan biasanya pakan yang diberikan akan habis dalam waktu 5 menit. Jika pakan tidak habis dalam waktu 5 menit, berarti ikan mendapat gangguan, misalnya serangan penyakit, perubahan kualitas air, udara panas, atau karena terlalu sering diberi pakan. Pada umumnya ikan akan menyesuaikan jenis makanan dengan ukuran bukaan mulutnya. Ikan yang berukuran lebih besar akan memangsa makanan yang lebih besar dan melakukan spesialisasi terhadap jenis makanannya (Effendie, 2000).

Menurut Wahyuningsih (2009), jenis-jenis ikan budidaya komersial yang dipelihara secara semi-intensif, pakan yang dimakan sepenuhnya mengandalkan suplai yang diberikan oleh pembudidaya. Sedangkan ikan yang dipelihara secara tradisional atau ikan yang hidup bebas di alam, hanya memanfaatkan pakan yang tersedia secara alami. Itulah yang menyebabkan mengapa laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan yang dipelihara secara intensif dan semi intensif jauh lebih tinggi daripada ikan yang dipelihara secara tradisional atau yang hidup bebas di alam.

Ikan Lele (*Clarias sp*) tergolong ikan pemakan segala (Omnivora). Benih Lele (*Clarias sp*) dapat memakan jentik nyamuk dan kutu air yang berada

ditempat hidupnya, juga memakan dan juga bisa diberi pakan tambahan, seperti *Pellet* ketika dibudidayakan (Khairuman *dkk*, 2008). Ketika stadia larva dan benih, makanan yang disukai ikan Lele (*Clarias sp*) adalah zooplankton (plankton hewan, seperti Rotifera sp., Moina sp., Daphnia sp., dan Artemia sp.

Kebutuhan energi ikan dalam pakan lebih rendah daripada hewan darat. Ikan mempunyai kebutuhan energi lebih rendah karena ikan tidak mempertahankan suhu tubuh secara tetap dan ikan relatif memerlukan energi yang kurang untuk mempertahankan posisi dan bergerak dalam air dibandingkan mamalia dan burung. Pakan yang dikonsumsi ikan akan menyediakan energi yang sebagian besar digunakan untuk metabolisme yang meliputi energi untuk beraktifitas, energi untuk pencernaan makanan dan energi untuk pertumbuhan sedangkan sebagian lainnya dikeluarkan dalam bentuk feses dan bahan ekskresi lainnya (NRC. 1993).

Penyusunan pakan ikan yang dapat memenuhi kebutuhan standar maupun produksi didukung oleh pemenuhan sumber protein dan energinya. Kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan oleh ikan Lele (*Clarias sp*) yaitu protein, karbohidrat, dan lemak. Kandungan nutrisi yang tidak tepat dapat mempengaruhi pertumbuhan seperti kurangnya protein yang menyebabkan ikan hanya menggunakan sumber protein untuk kebutuhan dasar dan kekurangan untuk pertumbuhan. Hal ini berarti untuk pertumbuhan yang efisien sangat membutuhkan protein (Azwar and Melati, 2016).

Protein dalam pakan sangat efisien sebagai sumber energi yang akan diserap dan dimanfaatkan untuk membangun atau memperbaiki sel-sel tubuh yang

rusak. (NRC, 1993) mengatakan apabila pemenuhan protein dalam pakan kurang maka protein dalam jaringan tubuh akan dimanfaatkan untuk mempertahankan fungsi jaringan yang lebih penting. Sebaliknya bila ketersediaannya berlebihan maka protein tersebut tidak digunakan dan dalam sintesisnya akan dikatabolisme dan buangan berupa nitrogen terutama amonia yang akan disekresikan ke perairan sehingga dapat membahayakan kehidupan ikan. Pemberian protein yang cukup dalam pakan secara terus menerus perlu dilakukan agar pakan tersebut dapat diubah menjadi protein tubuh secara efisien. Sunarno, *dkk*, (2017), mengatakan tingkat optimum protein dalam pakan yang dibutuhkan ikan untuk pertumbuhan adalah 2-3 kali lebih tinggi, dari hewan berdarah panas. Ikan-ikan omnivora seperti ikan Lele (*Clarias sp*) membutuhkan kadar protein dalam pakan sebesar 35 % - 45 % dalam masa pertumbuhan.

Sumber energi lain yang berperan selain protein adalah lemak. Lemak mempunyai peranan penting bagi ikan karena berfungsi sebagai sumber energi dan asam lemak esensial, memelihara bentuk dan fungsi membran atau jaringan yang penting bagi organ tubuh tertentu, membantu dalam penyerapan vitamin yang larut dalam lemak serta untuk mempertahankan daya apung tubuh (NRC, 1993). Lemak berguna sebagai sumber energi dalam beraktifitas. Lemak juga berperan dalam menjaga keseimbangan dan daya apung pakan dalam air. Kandungan lemak pakan yang dibutuhkan ikan Lele (*Clarias sp*) antara 3 - 6% dengan energi dapat dicerna 85 - 95% (Mahyuddin, 2008).

Karbohidrat dalam pakan digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi metabolisme basal dan *maintenance* sedangkan protein pakan dapat dipergunakan

sepenuhnya untuk pertumbuhan. Menurut Nelson (2006), bahwa kadar optimum karbohidrat pakan untuk golongan ikan karnivora adalah 10-20% dan golongan omnivora adalah 30-40%.

Kebutuhan vitamin dan mineral pada pakan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ukuran ikan, temperatur media pemeliharaan dan komposisi pakan. Pada pembuatan pakan komersial, pemberian vitamin dan mineral dapat ditingkatkan menjadi 2-5 kali dari kebutuhan dasar. Hal ini dikarenakan pada proses pembuatan *pellet*, mengalami teknik *extrusion* yang menggunakan suhu tinggi sehingga memungkinkan vitamin dan mineral rusak dan larut (Takeuchi, 2002).

Ikan Lele (*Clarias sp*) mempunyai kebiasaan makan pada saat nafsu makannya tinggi dan biasanya pakan yang diberikan akan habis dalam waktu 5 menit. Jika pakan tidak habis dalam waktu 5 menit, berarti ikan mendapat gangguan, misalnya serangan penyakit, perubahan kualitas air, udara panas, atau karena terlalu sering diberi pakan.

Pakan yang berasal dari bahan nabati biasanya lebih sedikit dicerna dibanding dengan bahan hewani karena bahan nabati umumnya memiliki serat kasar yang sulit dicerna dan mempunyai dinding sel kuat yang sulit dipecahkan (Helpher, 1988). Kemampuan cerna ikan terhadap suatu pakan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu sifat kimia air, suhu air, jenis pakan, ukuran dan umur ikan, kandungan nutrisi pakan, frekuensi pemberian pakan serta jumlah dan macam enzim pencernaan yang terdapat dalam saluran pencernaan pakan (NRC, 1993). Nutrien dari bahan yang berbeda mungkin dicerna dengan tingkat yang berbeda. Hal ini berhubungan dengan sumber dan komposisi bahan-bahan makanan.

Menurut Mokoginta (2003), bahwa perbedaan komposisi bahan dan zat makanan dalam pakan dapat mempengaruhi pencernaan protein dan total pakan tersebut.

Adapun *feeding rate* (FR) *pellet* yang diberikan untuk benih ikan Lele (*Clarias sp*) yaitu sebanyak 3-5% dari total biomassa ikan dengan kandungan protein antara 20-25%, lemak 6-8%, *pellet* yang diberikan bisa berupa *pellet crumble* ataupun *pellet* utuh disesuaikan dengan bukaan mulut ikan. Ikan Lele (*Clarias sp*) berukuran 5-20 gram/ekor membutuhkan pakan sebanyak 4-6 % dari bobot tubuh/hari, sedangkan ikan yang berukuran 100-200 gram cukup diberi pakan 2-2,5 dari bobot tubuh/hari.

Hariadi (2005) menyatakan bahwa produksi ikan Lele (*Clarias sp*) yang maksimal memerlukan pemeliharaan yang intensif, memerlukan pemberian pakan tambahan berupa *pellet*. *Pellet* yang diberikan untuk ikan Lele (*Clarias sp*) harus diimbangi dengan kenaikan berat ikan secara ekonomis, sehingga akan lebih baik apabila bahan pakan yang diberikan berstatus limbah namun masih memenuhi kebutuhan gizi ikan Lele (*Clarias sp*).

Pakan buatan adalah makanan bagi ikan yang dibuat dengan formulasi tertentu berdasarkan kebutuhan nutrisi ikan. Formulasi suatu pakan ikan harus memenuhi kebutuhannya nutrisi ikan yang dibudidayakan dalam hal kebutuhan protein, lemak, dan karbohidrat (Watanabe dalam Takeuchi, 2002).

Protein merupakan kumpulan asam amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida (NRC, 1993). Ikan dapat menggunakan protein secara efisien sebagai sumber energi. Selain itu, protein yang berfungsi untuk mempertahankan metabolisme tubuh, seperti mengganti jaringan yang rusak dan membentuk

jaringan yang baru. Ikan yang kekurangan sumber protein, mengalami pertumbuhan yang terhambat. Hal tersebut yang menyebabkan terjadinya penurunan bobot ikan karena protein yang terkandung dalam jaringan tubuh ikan dipecah kembali untuk mempertahankan fungsi jaringan tubuh yang lebih penting (NRC, 1993).

Kebutuhan protein optimum bagi ikan sekitar 25-36%. Penggunaan protein nabati dalam pakan dibatasi karena lebih sulit dicerna dibandingkan dengan protein hewani. Protein nabati terbungkus oleh dinding selulose yang sukar dicerna dan kandungan metioninnya rendah. Kandungan metionin dalam pakan buatan dapat disuplai oleh tepung ikan. Pemberian nutrisi penghasil energi seperti lemak dan karbohidrat dapat mengurangi penggunaan protein sebagai sumber energi sehingga dapat menghemat penggunaan protein pakan (Chumaidi dan A. Priyadi. 2005).

Lemak dan minyak merupakan salah satu sumber energi dalam pakan ikan. Lemak memiliki energi yang lebih besar dibandingkan dengan energi yang terkandung dalam protein atau karbohidrat. Kadar lemak dalam pakan sebesar 5% sudah mencukupi untuk kebutuhan ikan Lele (*Clarias sp*) apabila kadar lemak dalam pakan ditingkatkan menjadi 12% akan memberi pengaruh berupa perkembangan maksimal pada ikan Lele (*Clarias sp*) (Kordi, 2004).

Karbohidrat merupakan senyawa organik terbesar yang terdapat pada tanaman, seperti: gula sederhana, amilum (tapioka), gandum, dan zat-zat lain yang berhubungan. Sumber karbohidrat seperti: tapioka, sagu, terigu, agar, dan gandum dapat juga digunakan sebagai perekat pakan untuk menjaga stabilitas kandungan

air pada pakan ikan (Hartati *et al.*, 2018). Karbohidrat merupakan salah satu sumber energi dalam makanan ikan.

Kordi (2004), menyatakan bahwa ikan mempunyai keterbatasan dalam mencerna serat kasar, sehingga kandungan serat kasar maksimal dalam pakan disarankan hanya 8%. Serat kasar akan berpengaruh terhadap pencernaan protein. Serat kasar yang tinggi menyebabkan porsi ekskresi lebih besar, dan menyebabkan semakin berkurangnya masukan protein yang dapat dicerna. Setiap jenis ikan memiliki kemampuan yang berbeda dalam mencerna karbohidrat. Karbohidrat pada pakan terdapat dalam bentuk bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) dan serat kasar (Mulyani *dkk.*, 2014).

Penggunaan pakan buatan dalam sistem budidaya intensif dapat menyumbang limbah karena akan terdapat sisa pakan dan feses ikan yang dapat mencemari media budidaya (Crab *et al.*, 2007). Limbah berupa sisa pakan dan sisa proses metabolisme makanan (menghasilkan energi, nutrisi, dan protein untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan) mudah terakumulasi dalam perairan. Produk limbah metabolik utama pada budidaya ikan adalah amoniak. Amoniak dalam kadar yang rendah dapat menyebabkan ikan rentan terhadap infeksi bakteri dan memiliki pertumbuhan yang buruk (Floyd *et al.*, 2005).

Rasio konversi pakan merupakan salah satu parameter efisiensi pemberian pakan. Menurut Hariati (1989), bahwa tingkat efisiensi penggunaan pakan yang terbaik akan dicapai pada nilai perhitungan konversi pakan terendah, Tingkat efisiensi penggunaan pakan pada Ikan lele ditentukan oleh pertumbuhan dan jumlah pakan yang diberikan. Efisiensi pemanfaatan pakan adalah perbandingan

antara pertambahan bobot badan yang dihasilkan dengan jumlah pakan yang dikonsumsi. Menurut Adijaya (2015), jumlah pakan untuk lele dalam sehari sebanyak 3-5% dari biomassa dan diberikan secara *ad libitum*. Menurut Craig dan Helfrich (2002), pakan dikatakan baik dan efisien jika nilai efisiensi pemanfaatan pakan lebih dari 50% atau bahkan mendekati 100%. Sebagaimana Supriyanto (2010) menyatakan bahwa pertumbuhan ikan akan meningkat jika jumlah pakan yang diberikan dapat dicerna dengan baik oleh ikan sehingga energi yang diperoleh ikan dari pakan dapat dimanfaatkan secara optimum untuk pertumbuhannya.

Menurut Craigh dan helfrich (2002), meskipun melalui manajemen yang sangat baik, pakan yang dihasilkan akan menghasilkan limbah. Dari pemberian pakan yang diberikan kepada ikan, biasanya sekitar 10% terbuang atau tidak termakan, 10 % merupakan limbah padatan (*solid waste*) dan 30 % merupakan limbah cair (*liquid waste*) yang dihasilkan oleh ikan, dari sisanya 25 % pakan dipergunakan untuk tumbuh dan 25 % lainnya dipergunakan untuk metabolisme (energi kondisi panas untuk proses biologis). Persentase ini tergantung pada jenis dan ukuran ikan, aktivitas, suhu air, dan kondisi lingkungan lainnya. hal ini sebanding dengan apa yang telah dihasilkan oleh perlakuan pakan saja dengan tidak menggunakan bakteri komersial dan molase sehingga dihasilkan kualitas air yang tidak baik serta dapat mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup ikan lele (*Clarias gariepinus*). Amonia biasanya timbul akibat feses organisme dan aktifitas jasad renik dalam proses dekomposisi bahan organik. Keberadaan amonia mempengaruhi pertumbuhan ikan karena mengganggu proses osmoregulasi dan

mengakibatkan kerusakan fisik pada jaringan. Ambang batas kandungan amonia untuk ikan lele yaitu $<0,8$ mg/L (BBPBAT, 2005).

5. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup

Afrianto dan Liviawati (2005) Mengatakan kebutuhan protein ikan di tentukan oleh umur dan ukuran ikan. Untuk dapat mencapai pertumbuhan yang optimal ikan lele membutuhkan protein dalam pakan sebesar 35 %. Latifah *dkk*(2016) dan Ahmadi *dkk* (2012) menyatakan bahwa laju pertumbuhan ikan lele meningkat berbanding lurus dengan penambahan probiotik. Mengantisipasi hal tersebut, peningkatan produksi budidaya ikan air tawar harus diarahkan pada teknologi dengan pola intensif yang produktif, efisiensi pakan dan ramah lingkungan untuk menghasilkan komoditas yang tahan penyakit dengan pertumbuhan dan survival rate (SR) yang tinggi (Simanjuntak *dkk*, 2016).

Pertumbuhan merupakan penambahan panjang ukuran dan berat dalam satuan waktu menurut istilah sederhana, sedangkan jika dilihat lebih lanjut pertumbuhan merupakan proses biologis yang kompleks yang dipengaruhi oleh berbagai faktor (Effendie, 2002). Menurut Wahyuningsih dan Alexander (2006), laju anabolisme akan melebihi laju katabolisme pada proses pertumbuhan. Faktor-faktor yang mengontrol proses anabolik pada dasarnya yaitu sekresi hormon pertumbuhan oleh pituitary dan hormon steroid dari gonad, namun demikian, pada berbagai faktor, laju pertumbuhan spesifik ikan sangat bervariasi. Faktor tersebut dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu faktor luar dan faktor dalam. Faktor-faktor tersebut ada yang dapat dikontrol ada yang tidak (Wiadnya *et al.*, 2000).

Pertumbuhan adalah bertambahnya ukuran panjang dan berat dalam suatu waktu. Menurut Mudjiman (1998), pertumbuhan didefinisikan sebagai perubahan ikan dalam berat, ukuran, maupun volume seiring dengan berubahnya waktu. Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal merupakan faktor-faktor yang berhubungan dengan ikan itu sendiri seperti umur, dan sifat genetik ikan yang meliputi keturunan, kemampuan untuk memanfaatkan makanan dan ketahanan terhadap penyakit. Faktor eksternal merupakan faktor yang berkaitan dengan lingkungan tempat hidup ikan yang meliputi sifat fisika dan kimia air, ruang gerak dan ketersediaan makanan dari segi kualitas dan kuantitas. Berat dapat di anggap sebagai suatu fungsi dari panjang.

- **Faktor luar**

Merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, seperti kandungan oksigen terlarut, suhu air, amonia, salinitas dan fotoperiod. Antara satu dengan yang lainnya faktor tersebut saling berinteraksi dan beriringan dengan faktor-faktor lainnya, seperti jumlah, komposisi, kualitas makanan, tingkat kematian dan umur mempengaruhi laju pertumbuhan spesifik ikan.

- **Faktor dalam**

Faktor dalam yaitu faktor yang sukar dikontrol, seperti seks, umur, keturunan, parasit dan penyakit.

Selain faktor luar dan dalam, terdapat faktor lain yang dapat memacu pertumbuhan ikan yaitu aspek fisiologi pakan dan pencernaan. Lambatnya laju pertumbuhan disebabkan oleh dua faktoe utama, yaitu:

- a. Kondisi eksternal pakan, dimana sumber nutrisi yang terkandung di dalam formulasi pakan belumlah lengkap bagi ikan, sehingga tidak dapat memacu pertumbuhan pada tingkat optimal.
- b. Kondisi internal ikan sehubungan dengan kemampuan ikan dalam memanfaatkan dan mencerna pakan untuk penambahan bobot tubuh.

Menurut Wahyuningsih dan Barus (2006), pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai pertumbuhan ukuran berupa panjang dan berat pada waktu tertentu atau perubahan kalori yang tersimpan menjadi jaringan somatik dan reproduksi. Pada proses pertumbuhan laju anabolisme akan melebihi laju katabolisme. Menurut Effendie (2002), pertumbuhan merupakan proses biologis yang kompleks yang akan dipengaruhi berbagai faktor dimana pertumbuhan akan menunjukkan adanya penambahan panjang, berat dalam suatu satuan waktu. Ikan lele memiliki ketahanan yang tinggi terhadap penyakit, tahan terhadap lingkungan air yang kurang baik.

Hubungan panjang dan berat hampir mengikuti hukum kubik yaitu berat ikan sebagai pangkat tiga dari panjangnya. Tetapi hubungan yang terdapat pada ikan sebenarnya tidak demikian karena bentuk dan panjang ikan berbeda-beda. (Effendie. 2002). Perbedaan lele berat pada ikan tidak saja antara populasi yang berbeda dari spesies yang sama, tetapi juga antara populasi yang sama pada tahun yang berbeda yang barangkali dapat diasosiasikan dengan kondisi nutrisi mereka, hal ini bisa terjadi karena pengaruh faktor ekologis dan biologis (Ricker, 1975). Ukuran ikan ditentukan berdasarkan panjang atau beratnya. Ikan yang lebih tua, umumnya lebih panjang dan gemuk. Pada usia yang sama, ikan betina biasanya

lebih berat dari ikan jantan. Pada saat matang telur, ikan mengalami penambahan berat dan volume. Setelah bertelur beratnya akan kembali turun.

Menurut Lagler, Bardac, and Miller (1962), pertumbuhan dipengaruhi 2 faktor yaitu: faktor internal dan faktor eksternal, factor internal adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh sukar dikontrol, diantaranya ialah keturunan, sex, dan umur. Sedangkan factor eksternal (Faktor luar) yang utama mempengaruhi pertumbuhan adalah makanan, jumlah populasi, parasit, penyakit, dan parameter kualitas lingkungan perairan.

Menurut Subandiyono dan Hastuti (2010), pertumbuhan terjadi apabila ada kelebihan energi setelah energi yang digunakan untuk pemeliharaan tubuh, metabolisme basal dan aktivitas. Pertumbuhan akan terjadi apabila didukung dengan pemberian pakan yang disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi ikan lele dan memiliki nilai pencernaan yang tinggi. Ikan memerlukan pakan dengan nutrisi (protein, karbohidrat dan lemak) yang sesuai dengan kebutuhan ikan lele untuk pemeliharaan tubuh (*maintenance*) serta pertumbuhan. Kebutuhan pakan dan oksigen sangat penting bagi ikan lele untuk keberlangsungan pertumbuhannya. Bahan buangan metabolik akan juga mengganggu pertumbuhan ikan lele, konsentrasi dan pengaruh dari factor-faktor diatas terhadap ikan lele dapat dipengaruhi oleh tingkat kepadatan ikan lele tersebut. Pada kondisi kepadatan ikan lele yang tinggi, kebutuhan pakan dan oksigen bagi ikan lele di kolam akan berkurang, sedangkan metabolisme bahan buangan ikan lele tinggi. Jika faktor-faktor tersebut dapat dikendalikan maka peningkatan kepadatan akan mungkin dilakukan tanpa menurunkan laju pertumbuhan ikan lele (Unisa, 2000).

Ikan lele merupakan salah satu spesies unggulan ikan air tawar yang memiliki kelebihan bila dibandingkan dengan ikan air tawar lainnya, antara lain mudah dipelihara dan dapat tumbuh dengan cepat dalam waktu yang relatif singkat (Chou *dkk*, 1994). Menurut Ekasari *dkk.*, (2014), Ikan lele (*Clarias* sp.) bersifat karnivora, akan tetapi ikan ini dapat memakan dedaunan bila dibiasakan, sehingga ikan lele dumbo juga disebut sebagai pemakan detritus atau scavenger (Suprpto dan Samtafsir, 2013). Sifat tersebut memungkinkan ikan lele untuk memanfaatkan makanan tambahan berupa flock yang terbentuk dalam media budidaya sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhannya. Pertumbuhan lele dapat dipacu dengan pemberian pakan berupa pelet yang mengandung protein minimal 25% (sesuai SNI 01-4087-2006). Jika ikan lele diberi pakan yang banyak mengandung protein nabati, maka pertumbuhannya lambat. (Ghufran, 2010).

Pertumbuhan ikan lele bervariasi dibandingkan dengan hewan lainnya, karena pertumbuhan lele berhenti setelah mencapai tingkat kematangan seksual (Lagler et al., 1977 dalam Prawiro, 2005). Pertumbuhan merupakan suatu proses hayati yang terjadi secara terus menerus pada tubuh organisme yang ditandai dengan penambahan bobot, panjang dan volume tubuh. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan yaitu faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal terdiri dari ketersediaan makanan, tingkat kompetisi, kualitas air serta hama dan penyakit, sedangkan faktor internal antara lain genetis, seks, dan kematangan gonad (Djajasewaka, 1990 dalam Prawiro, 2005)

Amalia *dkk.*, (2013) mengatakan tingkat pemanfaatan protein pakan dan pertumbuhan lele dumbo menunjukkan hasil laju pertumbuhan tertinggi sebesar $1,99\% \pm 0,25$ sampai $2,89\% \pm 0,24$. Hal ini diduga karena ikan lele dapat memanfaatkan protein tambahan dari bioflok yang terbentuk, sehingga laju pertumbuhan menjadi lebih tinggi.

Pertumbuhan adalah bertambahnya ukuran panjang dan berat dalam suatu waktu. Menurut Mudjiman (1998), pertumbuhan didefinisikan sebagai perubahan ikan dalam berat, ukuran, maupun volume seiring dengan berubahnya waktu. Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal merupakan faktor-faktor yang berhubungan dengan ikan itu sendiri seperti umur, dan sifat genetik ikan yang meliputi keturunan, kemampuan untuk memanfaatkan makanan dan ketahanan terhadap penyakit. Faktor eksternal merupakan faktor yang berkaitan dengan lingkungan tempat hidup ikan yang meliputi sifat fisika dan kimia air, ruang gerak dan ketersediaan makanan dari segi kualitas dan kuantitas. Berat dapat di anggap sebagai suatu fungsi dari panjang.

Menurut Wahyuningsih dan Barus (2006), pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai pertumbuhan ukuran berupa panjang dan berat pada waktu tertentu atau perubahan kalori yang tersimpan menjadi jaringan somatik dan reproduksi. Pada proses pertumbuhan laju anabolisme akan melebihi laju katabolisme. Menurut Effendie (2002), pertumbuhan merupakan proses biologis yang kompleks yang akan dipengaruhi berbagai faktor dimana pertumbuhan akan menunjukkan adanya penambahan panjang, berat dalam suatu satuan waktu. Ikan

Lele memiliki ketahanan yang tinggi terhadap penyakit, tahan terhadap lingkungan air yang kurang baik. Menurut Lagler, Bardac, and Miller (1962), pertumbuhan dipengaruhi 2 faktor yaitu: faktor internal dan faktor eksternal, factor internal adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh sukar dikontrol, diantaranya ialah keturunan, sex, dan umur. Sedangkan factor eksternal (Faktor luar) yang utama mempengaruhi pertumbuhan adalah makanan, jumlah populasi, parasit, penyakit, dan parameter kualitas lingkungan perairan.

Ikan Lele betina memiliki laju pertumbuhan lebih cepat dibandingkan dengan ikan Lele jantan. Laju pertumbuhan ikan Lele betina rata-rata 2,1 gram/hari, sedangkan laju pertumbuhan ikan Lele jantan rata-rata 0,6 gram/hari (Ghufran, 2009). Pada waktu pemeliharaan 3-4 bulan, dapat diperoleh ikan Lele berukuran rata-rata 250 gram dari berat awal ikan Lele 30-50 gram (Cholik, 2005). Selain pertumbuhannya yang cepat, ikan Lele juga memiliki tingkat kelangsungan hidup yang tinggi pada masa pemeliharaan. Wiryanta et al (2010) menjelaskan bahwa tingkat kelangsungan hidup ikan Lele dalam kegiatan pembenihan adalah 80%, kemudian untuk kegiatan pembesaran adalah 65-75%. Faktor kondisi tinggi pada ikan menunjukkan ikan dalam perkembangan gonad, sedangkan faktor kondisi rendah menunjukkan ikan kurang mendapat asupan makanan.

Kecepatan laju pertumbuhan ikan sangat dipengaruhi oleh jenis dan kualitas pakan yang diberikan serta kondisi lingkungan hidupnya. Apabila pakan yang diberikan berkualitas baik, jumlahnya mencukupi dan kondisi lingkungan mendukung maka dapat dipastikan laju pertumbuhan ikan menjadi cepat sesuai

yang diharapkan. Sebaliknya, apabila pakan yang diberikan berkualitas jelek, jumlahnya tidak mencukupi dan kondisi lingkungannya tidak mendukung dapat dipastikan pertumbuhan ikan akan terhambat (Amri dan Khairuman 2002).

Faktor kondisi juga akan berbeda tergantung jenis kelamin ikan, musim atau lokasi penangkapan serta faktor kondisi juga dipengaruhi oleh tingkat kematangan gonad dan kelimpahan makanannya. Ukuran ikan ditentukan berdasarkan panjang atau beratnya. Ikan yang lebih tua, umumnya lebih panjang dan gemuk. Pada usia yang sama, ikan betina biasanya lebih berat dari ikan jantan. Pada saat matang telur, ikan mengalami penambahan berat dan volume. Setelah bertelur beratnya akan kembali turun dan meningkatnya pertumbuhan ikan juga dipengaruhi oleh ketersediaan makanan dilingkungan hidupnya (Poernomo, 2002). Selanjutnya dikatakan dalam istilah sederhana pertumbuhan dapat dirumuskan sebagai penambahan ukuran panjang dan berat dalam satu waktu. Sedangkan pertumbuhan bagi populasi sebagai penambahan jumlah. akan tetapi kalau kita lihat lebih lanjut, sebenarnya pertumbuhan itu merupakan proses biologis yang kompleks dimana banyak faktor yang mempengaruhinya. Pertumbuhan ikan merupakan perubahan dimensi (panjang, bobot, volume, jumlah dan ukuran) persatuan waktu baik individu, stok maupun komunitas, sehingga pertumbuhan ini banyak dipengaruhi faktor lingkungan seperti makanan, jumlah ikan, jenis makanan, dan kondisi ikan (Effendi 2002).

Pertumbuhan dalam individu ialah pertumbuhan jaringan akibat dari pembelahan sel secara mitosis (Wahyuningsih dan Barus 2006). Pertumbuhan adalah berkaitan dengan masalah perubahan dalam besar jumlah, ukuran atau

dimensi tingkat sel organ maupun individu yang bisa diukur dengan berat, ukuran panjang, umur tulang dan keseimbangan metabolik wordpress, 2010.

Tingkat pertumbuhan ikan juga dipengaruhi oleh ketersediaan makanan di lingkungan hidupnya. Pengukuran panjang ikan dalam penelitian biologi perikanan hendaknya mengikuti suatu ketentuan yang sudah lazim digunakan. Dalam hal ini panjang ikan dapat diukur dengan menggunakan sistem metrik ataupun sistem lainnya (Effendie, 1979). Pertumbuhan terjadi apabila terdapat kelebihan input energi dan asam amino (protein) yang berasal dari pakan. Energi tersebut akan digunakan untuk metabolisme, gerak, reproduksi dan menggantikan sel-sel yang rusak (Effendie, 1997). Pertumbuhan ikan sangat ditentukan oleh kualitas pakan, namun juga dipengaruhi oleh kondisi perairan tempat pemeliharaan. Secara garis besar pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Helper (1981) menyatakan bahwa faktor internal diantaranya adalah jenis kelamin, karakteristik genetik dan fisiologi ikan. Faktor eksternal yang mempengaruhi laju pertumbuhan adalah kualitas air dan pakan (Huet 1971 dalam Hariadi dkk. 2005).

Pertumbuhan ikan bersifat autokatalik dimana pada fase awal hidup ikan, pertumbuhannya berjalan dengan lambat dan kemudian pertumbuhan berjalan dengan cepat. pertumbuhan akan kembali melambat setelah ikan mencapai titik maksimum pertumbuhan (Effendie, 1997). Titik perubahan dari fase peningkatan pertumbuhan menuju fase penurunan pertumbuhan disebut titik infleksi.

Laju pertumbuhan beberapa ikan dipengaruhi oleh jenis kelamin, contohnya adalah pada ikan lele. Ikan lele jantan memiliki laju pertumbuhan yang lebih cepat jika dibandingkan dengan ikan lele betina. Karakteristik genetik yang mempengaruhi laju pertumbuhan ikan seperti kemampuan ikan memanfaatkan pakan, kemampuan ikan dalam bersaing untuk mencari pakan. Sedangkan yang termasuk kedalam fisiologi ikan yaitu ketahanan ikan terhadap parasit dan penyakit. Pertumbuhan terjadi apabila terdapat kelebihan input energi dan asam amino (protein) yang berasal dari pakan. Energi tersebut akan digunakan untuk metabolisme, gerak, reproduksi dan menggantikan sel-sel yang rusak (Effendie, 2002).

Pertumbuhan yang cepat dapat mengindikasikan kelimpahan makanan dan kondisi lingkungan yang sesuai (Moyle dan Cech 2004 dalam Tutupoho 2008). Widodo dan Suadi (2006) berpendapat laju pertumbuhan ikan di tentukan oleh: (i) faktor genetik yang berbentuk dalam setiap spesies, (ii) jumlah pakan, (iii) temperature, (iv) siklus hormonal, dan (v) beberapa faktor lain seperti suasana berdesak-desakkan (*crowding*) yang menekan pertumbuhan ikan.

Pertumbuhan merupakan proses utama dalam hidup ikan, selain reproduksi. Pertumbuhan adalah perubahan ukuran ikan dalam jangka waktu tertentu, ukuran ini bisa dinyatakan dalam satuan panjang, bobot maupun volume. Ikan bertumbuh terus sepanjang hidupnya, sehingga dikatakan bahwa ikan mempunyai sifat pertumbuhan tidak terbatas (Rahardjo, dkk., 2011).

Secara umum pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan ikan yaitu

keturunan (genetik), jenis kelamin, parasit dan penyakit. Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan ikan yaitu jumlah dan ukuran makanan yang tersedia, jumlah ikan yang menggunakan sumber makanan yang tersedia, suhu, oksigen terlarut (Weatherley, 1972 yang diacu oleh Tutupoho, 2008).

Pertumbuhan sebagai salah satu aspek biologi ikan adalah suatu indikator yang baik untuk melihat kesehatan individu, populasi, dan lingkungan. Pertumbuhan yang cepat dapat mengindikasikan kelimpahan makanan dan kondisi lingkungan yang sesuai. Selain itu, pengetahuan tentang struktur populasi dapat menjadi dasar pengelolaan yang lebih baik. Pengetahuan yang tepat tentang umur ikan merupakan hal penting untuk mengungkap permasalahan daur hidup ikan, seperti ketahanan hidup, laju pertumbuhan, dan umur ikan saat matang gonad (Rounsefell dan Everhart 1962 yang diacu oleh Syahrir 2013).

Seperti telah dikemukakan bahwa pertumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor ini dapat digolongkan menjadi dua bagian yang besar yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor-faktor ini ada yang dapat dikontrol dan ada juga yang tidak. Faktor dalam umumnya adalah faktor yang sukar dikontrol, diantaranya ialah keturunan, sex, umur, parasit dan penyakit. Dalam suatu kultur, faktor keturunan mungkin dapat dikontrol dengan mengadakan seleksi untuk mencari ikan yang baik pertumbuhannya. Faktor luar utama yang mempengaruhi pertumbuhan ialah makanan dan suhu perairan. Namun dari kedua faktor itu belum diketahui faktor mana yang memegang peranan lebih besar (Effendie, 2002). Royce (1973) dalam Febriani (2010) menyatakan kombinasi dari kedua faktor ini biasanya sangat berpengaruh di daerah perairan *temperate* atau wilayah

artik yang membeku pada musim dingin. Hal ini dikarenakan ketika suhu mendekati 0°C maka aktivitas metabolisme dan pertumbuhan bersifat minimal.

Pola pertumbuhan ikan dapat diketahui dengan melakukan analisis hubungan panjang bobotnya. Bobot dapat dianggap sebagai fungsi dari panjang. Lelei praktis yang didapat dari perhitungan panjang bobot dapat digunakan untuk menduga bobot dari panjang ikan atau sebaliknya, keterangan mengenai pertumbuhan, kemontokan dan perubahan dari lingkungan (Effendie, 2002).

Pakan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan. Pemberian pakan yang tidak cukup akan menyebabkan ikan mudah terserang penyakit hal ini disebabkan energi tidak mampu untuk memenuhi kebutuhan dasar ikan untuk metabolisme, akibatnya pertumbuhan terhambat dan bahkan bisa menyebabkan penurunan pertumbuhan dan kematian. Namun pemberian pakan yang berlebihan akan menyebabkan perairan menjadi kotor dan mengurangi nafsu makan ikan sehingga juga akan berpengaruh pada pertumbuhan yang menjadi terhambat. Pakan yang diberi pengkayaan atau penambahan enzim akan dapat mempercepat proses pencernaan dengan baik.

Pakan yang diproses dalam tubuh ikan dan unsur-unsur nutrisi atau gizinya akan diserap oleh tubuh ikan untuk membangun jaringan dan daging sehingga pertumbuhan ikan akan terjamin. Laju pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh jenis dan kualitas pakan yang diberikan berkualitas baik, jumlahnya mencukupi, kondisi lingkungan mendukung, dan dapat dipastikan laju pertumbuhan ikan lele akan menjadi cepat sesuai dengan yang diharapkan (Khairuman dan Amri, 2003). Kemampuan mengkonsumsi pakan buatan juga dapat mempengaruhi laju

pertumbuhan. Adaptasi terhadap pakan buatan dengan kandungan nutrisi yang tinggi akan mengakibatkan laju pertumbuhannya semakin cepat dan ukuran maksimum bertambah (Effendi, 1997).

Parameter yang dibutuhkan untuk menghasilkan pertumbuhan yang optimal dalam suatu sistem budidaya, yaitu jumlah maksimum pakan yang dikonsumsi dalam satu kali makan dan laju pengosongan lambung yang terkait langsung dengan frekuensi pengambilan pakan. Untuk dapat mencapai pertumbuhan yang optimal ikan lele membutuhkan protein dalam pakan sebesar 35 %. Ikan membutuhkan konsentrasi protein pakan yang tinggi, karena sebagian besar produksi energi bergantung pada oksidasi dan katabolisme protein (Hepher, 1988 *dalam* Avnimelech, 1999).

Afrianto dan Liviawati (2005) Mengatakan kebutuhan protein ikan di tentukan oleh umur dan ukuran ikan. Untuk dapat mencapai pertumbuhan yang optimal ikan lele membutuhkan protein dalam pakan sebesar 35 %. Ikan membutuhkan konsentrasi protein pakan yang tinggi, karena sebagian besar produksi energi bergantung pada oksidasi dan katabolisme protein (Hepher, 1988 *dalam* Avnimelech, 1999). perbedaan laju pertumbuhan juga dapat disebabkan karena adanya pengaruh padat penebaran dan persaingan didalam mendapatkan makanan. penelitian Latifah dkk (2016) dan Ahmadi dkk (2012) bahwa laju pertumbuhan ikan lele meningkat berbanding lurus dengan penambahan probiotik.

Mengantisipasi hal tersebut, peningkatan produksi budidaya ikan air tawar harus diarahkan pada teknologi dengan pola intensif yang produktif, efisiensi pakan

dan ramah lingkungan untuk menghasilkan komoditas yang tahan penyakit dengan pertumbuhan dan *survival rate* (SR) yang tinggi (Simanjuntak dkk, 2016).

Faktor kondisi juga akan berbeda tergantung jenis kelamin ikan, musim atau lokasi penangkapan serta faktor kondisi juga dipengaruhi oleh tingkat kematangan gonad dan kelimpahan makanannya. Ukuran ikan ditentukan berdasarkan panjang atau beratnya. Ikan yang lebih tua, umumnya lebih panjang dan gemuk. Pada usia yang sama, ikan betina biasanya lebih berat dari ikan jantan. Pada saat matang telur, ikan mengalami penambahan berat dan volume. Setelah bertelur beratnya akan kembali turun, dan meningkatnya pertumbuhan ikan juga dipengaruhi oleh ketersediaan makanan di lingkungan hidupnya (Poernomo, 2002) dalam istilah sederhana pertumbuhan dapat dirumuskan sebagai penambahan ukuran panjang dan berat dalam satu waktu. Sedangkan pertumbuhan bagi populasi sebagai penambahan jumlah. akan tetapi kalau kita lihat lebih lanjut, sebenarnya pertumbuhan itu merupakan proses biologis yang kompleks dimana banyak faktor yang mempengaruhinya.

Pertumbuhan dalam individu ialah pertumbuhan jaringan akibat dari pembelahan sel secara mitosis (Wahyuningsih dan Barus 2006). Pertumbuhan adalah berkaitan dengan masalah perubahan dalam besar jumlah, ukuran atau dimensi tingkat sel organ maupun individu yang bisa diukur dengan berat, ukuran panjang, umur tulang dan keseimbangan metabolik wordpress, 2010

Hubungan panjang dan berat hampir mengikuti hukum kubik yaitu berat ikan sebagai pangkat tiga dari panjangnya. Tetapi hubungan yang terdapat pada ikan sebenarnya tidak demikian karena bentuk dan panjang ikan berbeda-beda.

(Effendi. 2002). Perbedaan nilai berat pada ikan tidak saja antara populasi yang berbeda dari spesies yang sama, tetapi juga antara populasi yang sama pada tahun yang berbeda yang barangkali dapat diasosiasikan dengan kondisi nutrisi mereka, hal ini bisa terjadi karena pengaruh faktor ekologis dan biologis (Ricker, 1975). Ukuran ikan ditentukan berdasarkan panjang atau beratnya. Ikan yang lebih tua, umumnya lebih panjang dan gemuk. Pada usia yang sama, ikan betina biasanya lebih berat dari ikan jantan. Pada saat matang telur, ikan mengalami penambahan berat dan volume. Setelah bertelur beratnya akan kembali turun.

Tingkat pertumbuhan ikan juga dipengaruhi oleh ketersediaan makanan dilingkungan hidupnya. Pengukuran panjang ikan dalam penelitian biologi perikanan hendaknya mengikuti suatu ketentuan yang sudah lazim digunakan. Dalam hal ini panjang ikan dapat diukur dengan menggunakan sistem metrik ataupun sistem lainnya (Effendie, 1979). Pertumbuhan terjadi apabila terdapat kelebihan input energi dan asam amino (protein) yang berasal dari pakan. Energi tersebut akan digunakan untukmetabolisme, gerak, reproduksi dan menggantikan sel-sel yang rusak (Effendie, 1997). Pertumbuhan ikan sangat ditentukan oleh kualitas pakan, namun juga dipengaruhi oleh kondisi perairan tempat pemeliharaan. Secara garis besar pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Helpher (1981) menyatakan bahwa faktor internal diantaranya adalah jenis kelamin, karakteristik genetik dan fisiologi ikan. Faktor eksternal yang mempengaruhi laju pertumbuhan adalah kualitas air dan pakan (Huet 1971 dalam Hariadi dkk. 2005).

Pertumbuhan ikan bersifat autokatalik dimana pada fase awal hidup ikan, pertumbuhannya berjalan dengan lambat dan kemudian pertumbuhan berjalan dengan cepat. pertumbuhan akan kembali melambat setelah ikan mencapai titik maksimum pertumbuhan (Effendie, 1997). Titik perubahan dari fase peningkatan pertumbuhan menuju fase penurunan pertumbuhan disebut titik infleksi.

Laju pertumbuhan beberapa ikan dipengaruhi oleh jenis kelamin, contohnya adalah pada ikan Lele. Ikan Lele betina memiliki laju pertumbuhan yang lebih cepat jika dibandingkan dengan ikan Lele jantan. Karakteristik genetik yang mempengaruhi laju pertumbuhan ikan seperti kemampuan ikan memanfaatkan pakan, kemampuan ikan dalam bersaing untuk mencari pakan. Sedangkan yang termasuk kedalam fisiologi ikan yaitu ketahanan ikan terhadap parasit dan penyakit. Pertumbuhan terjadi apabila terdapat kelebihan input energi dan asam amino (protein) yang berasal dari pakan. Energi tersebut akan digunakan untuk metabolisme, gerak, reproduksi dan menggantikan sel-sel yang rusak (Effendie, 2002).

Pertumbuhan yang cepat dapat mengindikasikan kelimpahan makanan dan kondisi lingkungan yang sesuai (Moyle dan Cech 2004 dalam Tutupoho 2008). Widodo dan Suadi (2006) Berpendapat laju pertumbuhan ikan di tentukan oleh: (i) faktor genetik yang berbentuk dalam setiap spesies, (ii) jumlah pakan, (iii) temperature, (iv) siklus hormonal, dan (v) beberapa faktor lain seperti suasana berdesak-desakkan (*crowding*) yang menekan pertumbuhan ikan.

Pertumbuhan merupakan proses utama dalam hidup ikan, selain reproduksi. Pertumbuhan adalah perubahan ukuran ikan dalam jangka waktu

tertentu, ukuran ini bisa dinyatakan dalam satuan panjang, bobot maupun volume. Ikan bertumbuh terus sepanjang hidupnya, sehingga dikatakan bahwa ikan mempunyai sifat pertumbuhan tidak terbatas (Rahardjo, dkk., 2011).

Secara umum pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan ikan yaitu keturunan (genetik), jenis kelamin, parasit dan penyakit. Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan ikan yaitu jumlah dan ukuran makanan yang tersedia, jumlah ikan yang menggunakan sumber makanan yang tersedia, suhu, oksigen terlarut (Weatherley, 1972 yang diacu oleh Tutupoho, 2008).

Pertumbuhan sebagai salah satu aspek biologi ikan adalah suatu indikator yang baik untuk melihat kesehatan individu, populasi, dan lingkungan. Pertumbuhan yang cepat dapat mengindikasikan kelimpahan makanan dan kondisi lingkungan yang sesuai. Selain itu, pengetahuan tentang struktur populasi dapat menjadi dasar pengelolaan yang lebih baik. Pengetahuan yang tepat tentang umur ikan merupakan hal penting untuk mengungkap permasalahan daur hidup ikan, seperti ketahanan hidup, laju pertumbuhan, dan umur ikan saat matang gonad (Rounsefell dan Everhart 1962 yang diacu oleh Syahrir 2013).

Seperti telah dikemukakan bahwa pertumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor ini dapat digolongkan menjadi dua bagian yang besar yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor-faktor ini ada yang dapat dikontrol dan ada juga yang tidak. Faktor dalam umumnya adalah faktor yang sukar dikontrol, diantaranya ialah keturunan, sex, umur, parasit dan penyakit. Dalam suatu kultur, faktor keturunan mungkin dapat dikontrol dengan mengadakan seleksi untuk

mencari ikan yang baik pertumbuhannya. Faktor luar utama yang mempengaruhi pertumbuhan ialah makanan dan suhu perairan. Namun dari kedua faktor itu belum diketahui faktor mana yang memegang peranan lebih besar (Effendie, 2002). Royce (1973) dalam Febriani (2010) menyatakan kombinasi dari kedua faktor ini biasanya sangat berpengaruh di daerah perairan *temperate* atau wilayah artik yang membeku pada musim dingin. Hal ini dikarenakan ketika suhu mendekati 0°C maka aktivitas metabolisme dan pertumbuhan bersifat minimal.

Pola pertumbuhan ikan dapat diketahui dengan melakukan analisis hubungan panjang bobotnya. Bobot dapat dianggap sebagai fungsi dari panjang. Nilai praktis yang didapat dari perhitungan panjang bobot dapat digunakan untuk menduga bobot dari panjang ikan atau sebaliknya, keterangan mengenai pertumbuhan, kemontokan dan perubahan dari lingkungan (Effendie, 2002).

Pakan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan. Pemberian pakan yang tidak cukup akan menyebabkan ikan mudah terserang penyakit hal ini disebabkan energi tidak mampu untuk memenuhi kebutuhan dasar ikan untuk metabolisme, akibatnya pertumbuhan terhambat dan bahkan bisa menyebabkan penurunan pertumbuhan dan kematian. Namun pemberian pakan yang berlebihan akan menyebabkan perairan menjadi kotor dan mengurangi nafsu makan ikan sehingga juga akan berpengaruh pada pertumbuhan yang menjadi terhambat. Pakan yang diberi pengkayaan atau penambahan enzim akan dapat mempercepat proses pencernaan dengan baik.

Pakan yang diproses dalam tubuh ikan dan unsur-unsur nutrisi atau gizinya akan diserap oleh tubuh ikan untuk membangun jaringan dan daging sehingga

pertumbuhan ikan akan terjamin. Laju pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh jenis dan kualitas pakan yang diberikan berkualitas baik, jumlahnya mencukupi, kondisi lingkungan mendukung, dan dapat dipastikan laju pertumbuhan ikan Lele akan menjadi cepat sesuai dengan yang diharapkan (Khairuman dan Amri, 2003). Adanya perbedaan laju pertumbuhan menunjukkan bahwa ikan lele yang dipelihara pada media bersalinitas lebih baik dalam memanfaatkan sumber energi pakannya. Sehingga diduga pada media bersalinitas 3-5‰ kondisi tekanan osmotik media mendekati tekanan osmotik tubuh ikan lele, atau disebut isoosmotik, sehingga kebutuhan energi yang dibutuhkan untuk osmoregulasi menjadi lebih kecil, Stickney (1979). Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan terbaik ikan lele adalah pada media bersalinitas 5 ppt, dengan FCR : 0,7473 dan SR: 100% dan pada ikan lele yang ditebarkan ukuran 08 -12 cm dengan masa pemeliharaan lebih kurang 3 (tiga) bulan menunjukkan kenaikan berat badan menjadi ukuran 15 -20 cm dengan berat 300 – 400 gram. Pertumbuhan ikan Lele di air sedikit payau lebih cepat dari pada di murni air tawar, Watanabe (1979).

Efisiensi pakan berkaitan erat dengan rataan pertambahan bobot badan harian dan konsumsi. Efisiensi penggunaan pakan merupakan perbandingan dari rataan pertambahan bobot badan dengan konsumsi pakan, efisiensi penggunaan pakan yang mengandung protein tinggi, lebih tinggi dibandingkan dengan pakan yang mengandung protein rendah. Hal ini sangat mendukung terhadap pertumbuhan yang mengutamakan protein sebagai kandungan bahan pakan dimana pada akhirnya memberikan dampak yang lebih baik pada ikan untuk

meningkatkan penambahan bobot badan yang diharapkan. Kandungan zat makanan yang buruk akan menyebabkan efisiensi pakan yang buruk (Pejampi, 2012). Menurut Perius (2011), pakan merupakan sumber materi dan energi untuk menopang kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan namun di sisi lain pakan merupakan komponen terbesar (50-70%) dari biaya produksi.

Kelangsungan Hidup atau sintasan adalah daya hidup untuk bertahan, tumbuh dan berperan dalam habitatnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi sintasan adalah makanan, lingkungan baru, stress, dan keberadaan bibit penyakit, sedangkan faktor dari dalam tubuh ikan adalah kemampuan ikan dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan baru dan umur ikan. Salah satu kendala dalam budidaya ikan lele adalah tingginya tingkat mortalitas atau nilai sintasan yang rendah (Haryadi et al. 2000 dalam Nurcahyo, 2008).

Kelangsungan hidup adalah perbandingan jumlah ikan yang hidup di akhir pemeliharaan dengan jumlah ikan pada awal pemeliharaan. Tingkat kelangsungan hidup ikan dipengaruhi oleh manajemen budidaya yang baik antara lain padat tebar, kualitas pakan, kualitas air, parasit atau penyakit. Pakan dengan nutrisi yang baik sangat berperan dalam mempertahankan kelangsungan dan mempercepat pertumbuhan ikan (Andayani, 2005). Effendi (2003), menyatakan bahwa kepadatan yang tinggi akan mengakibatkan menurunnya kualitas air. Penurunan kualitas air bisa menyebabkan stress pada ikan, bahkan apabila melampaui batas toleransi akan berakibat pada kematian. Selain itu penurunan kualitas air dapat mempengaruhi nafsu makan ikan. Saat nafsu makan berkurang, asupan pakan ke dalam tubuh ikan pun berkurang sehingga energi untuk pemeliharaan dan

pertumbuhan tidak terpenuhi. Apabila berlangsung lama akan menyebabkan kematian. Mortalitas dan derajat kelangsungan hidup ikan Lele dipengaruhi oleh cara pemeliharaan, kualitas dan kuantitas pakan yang diberikan, kualitas air, serta serangan hama atau penyakit.

Ikan lele juga memiliki tingkat kelangsungan hidup yang tinggi pada masa pemeliharaan. Wiryanta dkk, (2010) menjelaskan bahwa tingkat kelangsungan hidup ikan lele dalam kegiatan pembenihan adalah 80%, kemudian untuk kegiatan pembesaran adalah 65-75%. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup benih ikan lele adalah faktorgenetik, kualitas air, pakan, serta hama dan penyakit (Ghufran, 2009). Kualitas benih ikan lele akan menurun bila berasal dari indukan yang memiliki umur lebih dari 2 tahun. Kemudian pertumbuhan benih ikan lele akan lambat karena jumlah pakanyang diberikan masih kurang (tidak sesuai dengan biomassa per hari) dan kandungan protein yang rendah dalam pakan.

Tingkat kematian benih ikan lele tinggi jika kualitas air seperti pH, DO, kekeruhan air, dan pencemaran berada diluar batas toleransi bagi kehidupan benih ikan lele. Kematian benih ikan lele juga akan tinggi bila diketahui bahwa benih yang dipelihara terserang hama dan penyakit (Wiryanta et al, 2010). Menurut Wahyurini, (2005) menyatakan bahwa tekanan lingkungan akibat perubahan salinitas menyebabkan banyaknya larutan Na^+ yang diikuti keluarnya Ca^{2+} secara tidak seimbang akibatnya terjadi penurunan tingkat kelangsungan hidup hewan uji secara drastis.

Menurut Hopher & Priguinin (1981), bahwa ikan lele kurang mampu beradaptasi pada media bersalinitas tinggi, karena kemampuan osmoregulasinya kurang baik. Demikian pula menurut Lim (1989), yang menyatakan bahwa walaupun habitat aslinya ikan lele ini adalah air tawar, namun ikan ini bersifat euryhalin yaitu mampu hidup pada media air bersalinitas payau. Hasil penelitian Setiawati dan Suprayudi (2003), menyatakan bahwa ikan lele mampu mentoleransi perubahan media bersalinitas sampai 10‰. Ikan lele lebih cepat menyesuaikan diri terhadap kenaikan salinitas karena organ-organ tubuhnya (insang, ginjal dan usus) cepat merespon perubahan lingkungan yang terjadi (Anggawati,1991 ; Tonnek, 1991; Suryanti, 1991).

Tingkat kelangsungan hidup ikan lele local yang lebih rendah dari ikan lele dumbo diduga karena ikan ini cenderung lebih lambat dalam mentolerir media. Tingkat kelangsungan hidup akan menentukan produksi ikan yang dipanendan erat kaitannya dengan ukuran ikan yang dipelihara. Kelangsungan hidup benih ikan lele ditentukan oleh kualitas induk, kualitas telur, kualitas air maupun perbandingan antara jumlah pakan dan kepadatannya (Effendi,2004).

Menurut Kafuku(1983), padat tebar yang tinggi dapat menjadi salah satu penyebab rendahnya tingkat kelangsungan hidup suatu organisme. Hal ini mengakibatkan adanya persaingan ruang gerak, oksigen dan makanan sehingga akan mengalami mortalitas (kematian). Lelei tingkat kelangsungan hidup ikan rata-rata yang baik berkisar antara 73,5-86,0%. Kelangsungan hidup ikan ditentukan beberapa faktor, diantaranya kualitas air meliputi suhu, oksigen terlarut(DO), dan tingkat keasaman (pH) perairan

6. Air Cucian Beras

Padi (*Oryza sativa*) jika diolah hasilnya beras yang mengalami pelepasan tangkai serta kulit biji dengan cara digiling maupun ditumbuk. Komponen terbesar beras adalah karbohidrat yang sebagian besar terdiri dari pati yang berjumlah 85 –90%. Pati beras tersusun atas rangkaian unit gula (glukosa) yang terdiri dari fraksi rantai bercabang amilopektin dan fraksi rantai lurus amilosa (Munandar, 1990). Kandungan yang lain selain karbohidrat adalah selulosa, hemiselulosa dan pentosan. Zat pati tertinggi terdapat pada bagian endosperm, makin ke tengah kandungan patinya makin menipis (Agustri,2012).

Air cucian beras mengandung karbohidrat jenis pati sebanyak 76% pada beras pecahkulit. Karbohidrat sebagai perantara hormon auksin dan giberelin dalam pertumbuhan tanaman. Selain karbohidrat, air cucian beras mengandung vitamin B1, fosfor, dan nitrogen (M. Nur Chamsyah dan Yoga Adesca, 2012). Selanjutnya dikatakan air cucian beras masih mengandung senyawa organik seperti karbohidrat dan vitamin seperti thiamin yang masih bisa dimanfaatkan (Moeksin,2015).

Saat ini mulai berkembang penelitian tentang pemanfaatan air cucian beras sebagai bahan baku penelitian, seperti pemanfaatan air cucian sebagai bahan baku pembuatan nata, sebagai bahan baku pembuatan bioethanol bahkan saat ini mulai dimanfaatkan sebagai sumber isolat untuk memperoleh bioetanol, media pembuatan jamur dan masih banyak lagi. Oleh karena itu saat ini air cucian beras sudah mulai dimanfaatkan untuk menghasilkan produk yang lebih

bermanfaat (Chethana *et al.*, 2011; Hidayatullah, 2012; Istiqamah, 2012; Kalsum, Fatimah, & Wasonowati, 2011).

Air cucian beras yang banyak terdapat di hampir seluruh rumah tangga memiliki kandungan vitamin yang berlimpah seperti niacin, riboflavin, pindoksin dan thiamin, serta mineral seperti Ca, Mg dan Fe yang diperlukan untuk pertumbuhan jamur Astuti (2013). Air cucian beras juga banyak mengandung beberapa unsur kimia seperti vitamin B1, Nitrogen, Fosfor dan unsur hara lainnya banyak bermanfaat terdapat pada pericarpus dan aleuron yang ikut terkikis (Hidayatullah, 2012). Selanjutnya dikatakan mineral yang terkandung pada air cucian beras secara umum memiliki manfaat sebagai enzim dan hormon tiroid.

Air cucian beras atau sering disebut Leri merupakan air yang di peroleh dalam proses pencucian beras. Air cucian beras tergolong mudah didapatkan karena sebagian besar masyarakat Indonesia menggunakan beras atau nasi sebagai makanan pokok yang mengandung karbohidrat tinggi untuk memenuhi kebutuhan energi. Selama ini air cucian beras belum banyak dimanfaatkan dan biasanya hanya dibuang begitu saja. Sebenarnya di dalam cucian air beras masih mengandung senyawa organik seperti karbohidrat dan vitamin seperti thiamin yang masih bisa dimanfaatkan (Moeksin, 2015, dalam Chandra, 2017). Air cucian beras juga memiliki kandungan nutrisi yang berlimpah, yang dapat berfungsi sebagai pengendali organisme pengganggu tanaman, termasuk tanaman *Azolla pinnata* yang ramah lingkungan serta banyak dijumpai di lingkungan sekitar.

Komposisi kimia beras berbeda-beda tergantung pada varietas dan cara pengolahannya. Selain sebagai sumber energi dan protein, beras juga mengandung berbagai unsur mineral dan vitamin. Sebagian besar karbohidrat beras adalah pati (85-90%) dan sebagian kecil adalah pentosan, selulosa, hemiselulosa dan gula. Dengan demikian sifat fisik kimia beras terutama ditentukan oleh sifat fisikokimia patinya. Protein adalah komponen kedua terbesar dari beras setelah pati. Sebagian besar (80%) protein beras merupakan fraksi yang tidak larut dalam air yang disebut protein gluten. Dibandingkan dengan biji-bijian lainnya, kualitas protein beras lebih baik karena mengandung lisin-nya lebih tinggi. Lisin tetap merupakan asam amino pembatas yang utama dalam beras meskipun jumlahnya sedikit. Air cucian beras mempunyai kandungan karbohidrat yang tinggi. Karbohidrat bisa jadi perantara terbentuknya hormon auksin dan giberelin. Dua jenis bahan yang banyak digunakan dalam zat perangsang tumbuh (ZPT) buatan (Chandra, 2017).

Auksi bermanfaat untuk merangsang pertumbuhan pucuk dan kemunculan tunas baru sedangkan giberelin berguna untuk merangsang pertumbuhan akar. Selain itu, air bekas cucian beras juga mengandung vitamin B1. Vitamin B1 yang terkandung dalam air bekas cucian beras memiliki peranan di dalam metabolisme dalam hal mengkonversikan karbohidrat menjadi energy untuk menggerakkan aktivitas di dalam tanamn. Sehingga dengan demikian, tanaman yang megalami stres karena kondisi bare root (pengiriman tanpa media) ataupun dikarenakan pemindahan tanaman ke media baru, segera melakukan aktifitas metabolisme untuk beradaptasi dengan lingkungan ataupun media yang baru. Untuk tanaman yg sudah sehatpun akan menjadi lebih tidak mudah stres. Vitamin B1 juga

berfungsi agar tanaman tidak mudah layu, yaitu memaksimalkan penyerapan nutrisi di dalam tanah dengan kandungan vitamin B1 di dalam air bekas cucian beras tersebut. selain itu, formulasi air cucian beras merupakan media alternatif pembawa *P. fluorescens* yang berperan dalam pengendalian patogen penyebab penyakit karat dan pemicu pertumbuhan tanaman (Yayu, 2011).

Bakteri *Pseudomonas fluorescens* adalah *Bakteri P. fluorescens* yang mampu mengklon dan beradaptasi dengan baik pada akar tanaman serta mampu untuk mensintesis metabolit yang mampu menghambat pertumbuhan dan aktivitas patogen atau memicu ketahanan sistemik dari tanaman terhadap penyakit tanaman.

Winarno (2004) mengelompokkan enzim pemecah pati menjadi α -amilae, β -amilae dan amiloglukosidase. Enzim adalah molekul biopolimer yang tersusun dari serangkaian asam amino dalam komposisi dan susunan rantai yang teratur dan tetap. Enzim α -amilae adalah sekelompok enzim yang memiliki kemampuan memutuskan ikatan glikosida yang terdapat pada senyawa polimer karbohidrat. Hasil molekul amilumini akan menjadi monomer–monomer yang lebih sederhana, seperti maltosa,dekrin dan terutama molekul glukosa sebagai unit terkecil. (Dessy, 2008).

Fermentasi pada dasarnya merupakan suatu proses enzimatik dimana enzim yang bekerja mungkin sudah dalam keadaan terisolasi yaitu dipisahkan dari selnya atau masih dalam keadaan terikat di dalam sel. Menurut Winarno (2002) terjadinya proses fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat pangan sebagai akibat pemecahan kandungan-kandungan bahan pangan tersebut.

7. Limbah Ikan dan Potensi Pemanfaatannya

Limbah atau hasil sampingan (*byproducts*) didefinisikan sebagai bagian-bagian yang tidak dapat digunakan segera dan harus dibuang (Newton, Telfer, & Little, 2014). Gildberg (2002) mendefinisikan hasil sampingan sebagai semua bahan mentah, dapat dimakan atau tidak dapat dimakan, yang tersisa setelah preparasi produk utama. Pengolahan ikan menghasilkan sejumlah besar limbah padat bagian ikan yang tidak diolah yang dapat mencapai 30-80% dari total bobot tubuh (Kristinsson & Rasco, 2000; Ben Rebah & Miled, 2013; Dave *et al.*, 2014). Limbah ikan merupakan jaringan yang tidak layak untuk konsumsi, meliputi tulang, saluran pencernaan, kepala dan ekor (Mo, Man, & Wong, 2018). Limbah perikanan yang terdiri dari bagian ikan yang tidak diinginkan dapat dikategorikan sebagai (a) limbah padat terdiri dari kepala, cangkang, ekor, sirip, rangka, jeroan (usus, ginjal dan hati) dan kulit, dan (b) limbah cair dari pembersihan ikan dan peralatan (Dave & Routray, 2018; Stevens, Newton, Tlusty, & Little, 2018). Sebagian besar limbah ikan tersebut dibuang langsung ke laut atau tempat pembuangan sampah di daratan (Dave & Routray, 2018) dan sebagian kecil diolah dan diaplikasikan untuk pengomposan, pengeringan kulit, makanan hewan, ekstraksi minyak dan protein berkualitas rendah (Dave *et al.*, 2014).

Limbah ikan merupakan bahan yang sangat menjanjikan menggantikan tepung ikan dalam formulasi makanan ikan karena kandungan proteinnya yang cukup memadai dan lemak yang tinggi, yang nantinya akan mampu memberikan pengaruh penghematan protein (Mondal, *et al.*, 2011). Walaupun tepung ikan yang berasal dari limbah ikan memiliki jumlah protein kasar lebih rendah (58%)

(Esteban, *et.al*, 2007) dibanding tepung ikan berkualitas tinggi, produk tersebut tetap bergizi dan dapat dijadikan sumber tepung ikan potensial untuk ikan tropic level rendah (Mo *et al.*, 2018).

Untuk menghindari pembuangan limbah, berbagai metode pembuangan konvensional telah diaplikasikan meliputi ensilasi dan fermentasi untuk menghasilkan tepung berprotein tinggi untuk makanan ternak (Faid, Zouiten, Elmarrakchi, & Achkari-Begdouri, 1997; Hasan, Shah, & Hameed, 2006).

8. Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu proses yang melibatkan reaksi oksidasi reduksi sehingga terjadi perombakan kimia terhadap suatu senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana oleh makhluk hidup. Senyawa kompleks yang berupakar bohidrat, protein, dan lemakakan diubah menjadi glukosa, asam amino, asam lemak, dan gliserol. Proses fermentasi dapat diterapkan dalam pembuatan pakan ikan, setelah fermentasi, bahan yang sebagian besar komponennya sudah berupa senyawa sederhana dapat diberikan sebagai pakan ikan sehingga ikan tidak perlu mencerna lagi, melainkan sudah dapat langsung menyerapnya.

Proses fermentasi pakan buatan lebih didominasi oleh kapang atau ragi. Kedua mikroba tersebut menghasilkan enzim yang berperan dalam proses perombakan senyawa kompleks. Jenis enzim utama yang dihasilkan adalah amilase, fosforilase, iso amilase, maltase, protease dan amiloglukosidase (Eddy dan Evi, 2005). Enzim–enzim ini akan bekerja dalam pemecahan protein dan karbohidrat dari substrat menjadi senyawa yang lebih kompleks yaitu asam–

asam amino dan glukosa. Pembentukan miselium pada kapang juga diikuti oleh pembentukan spora yang berguna untuk pembuatan inoculum pada proses fermentasi.

Pada proses fermentasi khamir, substrat akan dikonversi menjadi karbon dioksida dan etanol dan berlangsung asimilasi asam amino, lipid, asam nukleat, serta produksi senyawa untuk aroma atau rasa. Khamir merupakan salah satu kelompok mikroorganisme yang banyak diteliti berkaitan dengan kemampuannya memfermentasi gula (Gadd, 1998). Kemampuan khamir memfermentasi gula dapat ditentukan oleh adanya suatu sistem transpor untuk gula dan sistem enzim yang dapat menghidrolisis gula dengan akseptor elektron alternatif selain oksigen, pada kondisi anaerob fakultatif (Moat *dkk.*, 2002). Gula-gula tersebut diasimilasi melalui jalur glikolisis untuk menghasilkan asam piruvat. Asam piruvat dalam kondisi anaerob akan mengalami 14 penguraian oleh piruvat dekarboksilase menjadi etanol dan karbon dioksida (Madigan *dkk.*, 2002).

Fermentasi merupakan proses pemecahan gula-gula sederhana menjadi etanol dengan melibatkan enzim dan ragi. Ragi *Saccharomyces cerevisiae* telah memiliki sejarah yang luar biasa di industri fermentasi. Ragi menghasilkan enzim pitase yang dapat melepaskan ikatan fosfor dalam phitin, sehingga dengan ditambahkan ragi tape dalam ransum akan menambah ketersediaan mineral (Widodo, 2011). Penjelasan lebih lanjut bahwa ragi bersifat katabolik atau memecah komponen yang kompleks menjadi zat yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna oleh ternak.

B. Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Amalia dkk., (2013) tingkat pemanfaatan protein pakan dan pertumbuhan lele dumbo menunjukkan hasil laju pertumbuhan tertinggi sebesar $1,99\% \pm 0,25$ sampai $2,89\% \pm 0,24$. Hal ini diduga karena ikan lele dapat memanfaatkan protein tambahan dari bioflok yang terbentuk, sehingga laju pertumbuhan menjadi lebih tinggi.

Penelitian Kalsum, Fatimah, & Wasonowati, 2011 menunjukkan bahwa air cucian beras efektif meningkatkan pertumbuhan tiram putih yang diaplikasikan sebagai nutrisi dalam budidaya tiram putih (*Pleurotus ostreatus*). Akib, Setiawaty, & Haniarti (2014) meneliti pengaruh air cucian beras dengan waktu dan konsentrasi ragi yang berbeda sebagai pupuk cair alternatif menemukan bahwa lama fermentasi enam hari dapat menghasilkan kandungan ethanol yang tinggi, mineral fosfor dan sulfur serta nitrogen yang baik. Hasil lain yang diperoleh adalah konsentrasi ragi 3 g per 5 liter menghasilkan kandungan ethanol yang lebih baik dan meningkatkan kandungan mineral nitrogen dan fosfor serta kalium yang baik.

Handajani (2014) menemukan kualitas silase limbah perut ikan dapat meningkat dengan memanfaatkan bakteri asam laktat dalam penelitian peningkatan kualitas silase limbah perut ikan secara biologis dengan memanfaatkan bakteri asam laktat. Dalam penelitian tersebut ditemukan pembuatan silase secara biologis dapat menggunakan probiotik + molases 20% dan lama fermentasi 14 hari dihasilkan protein 45.76% yang merupakan hasil terbaik dari percobaan yang dilakukan.

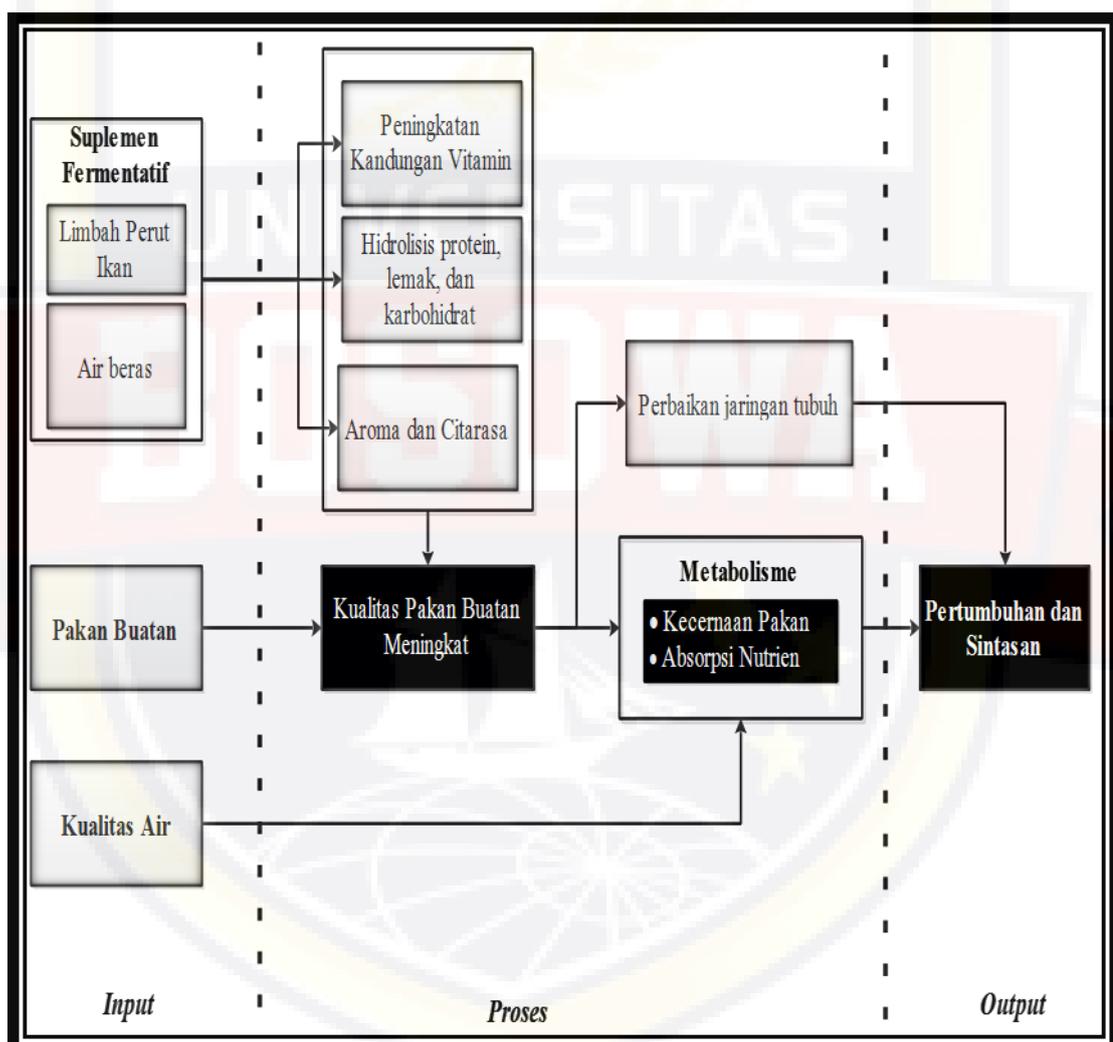
Sulistyoningsih (2015) menemukan bahwa pemberian produk fermentasi limbah ikan akan menurunkan kadar lemak daging broiler dalam penelitian pengaruh pemberian hasil fermentasi limbah ikan dalam bentuk silase terhadap kadar protein daging dan lemak daging broiler sebagai upaya peningkatan kualitas pangan.

Informasi di atas mengindikasikan bahwa fermentasi bahan pakan ikan dengan menggunakan bakteri asam laktat dapat meningkatkan kualitas pakan dengan memperbaiki nilai daya cerna, energi dan kandungan asam amino esensial pakan. Dengan demikian, penerapan fermentasi bahan pakan sangat baik diterapkan dalam manajemen budidaya ikan. Namun demikian belum ditemukan informasi ilmiah tentang fermentasi limbah perut ikan dengan limbah air beras sebagai media dan sumber bakteri asam laktat yang diterapkan dalam pemberian pakan ikan lele.

C. Kerangka Pikir

Limbah perut ikan yang difermentasi dengan air beras akan meningkatkan kualitas pakan karena menyebabkan peningkatan kandungan vitamin, menghidrolisis protein, karbohidrat, dan lemak serta meningkatkan cita rasa pakan. Peningkatan kandungan vitamin akan berimplikasi terhadap peningkatan perbaikan jaringan tubuh dan bahan pakan yang terhidrolisis akan diurai menjadi bahan yang lebih sederhana dan mudah dicerna sehingga meningkatkan kemampuan absorpsi nutrisi. Peningkatan dan kemudahan absorpsi nutrisi tersebut akan meningkatkan proporsi energi yang dihasilkan untuk kebutuhan pertumbuhan sehingga efisiensi pakan lebih tinggi. Dengan demikian,

suplementasi pakan ikan lele dari hasil fermentasi limbah perut ikan dengan air beras akan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan sintasan hidup ikan lele. Kerangka pemikiran penelitian efektivitas fermentasi limbah perut ikan dengan air beras terhadap pertumbuhan dan sintasan ikan lele disajikan pada Gambar 1.



Gambar 2.2. Kerangka pikir

D. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini sebagai berikut:

1. Penambahan hasil fermentasi limbah perut ikan dengan air beras akan meningkatkan pertumbuhan ikan lele.
2. Penambahan hasil fermentasi limbah perut ikan dengan air beras akan meningkatkan sintasan ikan lele.
3. Penambahan hasil fermentasi limbah perut ikan dengan air beras akan meningkatkan efisiensi pakan ikan lele.

UNIVERSITAS

BOSOWA



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental, yang mengkaji populasi dan sampel tertentu dan pengumpulan data yang bertujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan.

B. Lokasi dan Jadwal penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Perbenihan Ikan Rakyat di Distrik Yapen Selatan, kabupaten Kepulauan Yapen Provinsi Papua pada bulan September sampai dengan November 2018.

Gambar 3.1 . Lokasi Penelitian

C. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah ikan-ikan lele yang menjadi obyek penelitian dan dipelihara dalam bak terkontrol dengan perlakuan berbeda. Sampel dalam penelitian ini merupakan bagian kecil dari populasi yang diambil dan diukur parameter responnya yang akan diuji secara inferensia untuk pengujian hipotesa. Sampel penelitian tersebut diambil secara acak dari setiap unit penelitian yang kemudian masing-masing diukur parameter responnya.

D. Variabel penelitian

Variabel penelitian dalam penelitian ini adalah faktor dan taraf perlakuan subyek penelitian serta respon objek penelitian yang ditetapkan dan dipelajari

sehingga memperoleh informasi untuk menarik kesimpulan. Variabel dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu:

1. Variabel bebas (*independent variable*) merupakan variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab terjadinya perubahannya atau timbulnya variabel dependent (terikat). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah faktor dan taraf perlakuan berupa perbandingan antara suplementasi limbah perut ikan yang telah difermentasi dengan air beras dengan pakan buatan komersil.
2. Variabel terikat (*dependent variable*) merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah respon yang timbul akibat perlakuan suplementasi limbah perut ikan yang telah difermentasi dengan air beras. Respon yang akan diukur dalam penelitian ini adalah kandungan nutrisi pakan berupa karbohidrat, protein, lemak, kadar abu, dan kadar air, efisiensi penggunaan pakan dari pakan yang telah disuplementasi dengan fermentasi limbah perut ikan, laju pertumbuhan dan sintasan ikan lele.

Parameter utama yang akan diamati dalam penelitian ini adalah pertumbuhan, efisiensi pakan dan sintasan pada ikan lele. Adapun prosedur perhitungan dan pencatatan parameter utama dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Laju Pertumbuhan Harian (Effendie, 1997)

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

Keterangan :

g = laju pertumbuhan harian (%)
t = lama waktu pemeliharaan

Wt = Bobot akhir ikan

W0 = Bobot awal ikan

2. Pertumbuhan Mutlak Ikan (Lugert, 2014)

$$\Delta w = W_t - W_i$$

Keterangan :

Wt = Bobot akhir ikan

Wi = Bobot awal ikan

1. Efisiensi Pakan menggunakan formula (Djajasewaka, 1985):

$$FE = \frac{(Wt + D - Wo)}{F} \times 100$$

Keterangan :

Wt = Bobot akhir

Wo = Bobot awal

D = Berat ikan yang mati

F = Berat pakan yang diberikan

2. Tingkat Kelangsungan Hidup (Effendie, 1997)

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

Keterangan :

SR = Tingkat Kelangsungan Hidup (%)

Nt = Jumlah ikan hidup pada Akhir pemeliharaan (ekor)

No = Jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

Tabel 3.1

Perbandingan Konsentrasi Fermentasi Limbah Perut Ikan Dan Pelet Komersial

Perlakuan	Komposisi Pakan	
	Limbah Ikan Fermentasi (%)	Pakan Komersil (%)

A	25	75
B	50	50
C	75	25
D	0	100

E. Instrumen Penelitian

1. Bahan dan Peralatan Penelitian

Wadah yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium berukuran 30 x 30 x 20 cm yang dilengkapi dengan fasilitas aerasi. Alat yang akan digunakan untuk mengukur berat ikan dan pakan adalah timbangan digital dengan tingkat ketelitian 0,01 g. Hewan uji yang akan digunakan adalah ikan lele yang telah mencapai bobot rata-rata $2,78 \pm 0,19$ g. Pakan buatan yang digunakan adalah pakan berupa pelet dengan kandungan protein sekitar 40%. Limbah perut ikan yang akan digunakan adalah limbah perut ikan cakalang yang diperoleh dari hasil proses pembersihan ikan di tempat pelelangan ikan. Perut ikan tersebut dikumpulkan dan disimpan di dalam lemari pendingin sebelum digunakan. Air beras yang akan digunakan adalah air beras cucian pertama yang merupakan limbah cucian beras rumah tangga. Air beras tersebut dicampurkan kedalam limbah perut ikan segera setelah dipisahkan dari beras yang dibersihkan.

2. Fermentasi Limbah Perut Ikan

Limbah perut ikan dicuci bersih dan dicincang halus atau diblender hingga membentuk pasta. Air cucian beras dimasukkan ke dalam wadah dan ditambahkan pasta limbah perut ikan dengan perbandingan 1 : 1 (volume : berat) serta

ditambahkan gula merah yang telah dihancurkan. Campuran tersebut diaduk hingga homogen.

3. Pencampuran Hasil Fermentasi dengan Pakan Buatan

Pencampuran limbah perut ikan dengan cucian air beras dari hasil fermentasi dengan pakan buatan dilakukan dengan mencampur secara merata dalam wadah dan setelah pakan tercampur sempurna. Perbandingan jumlah hasil fermentasi disesuaikan dengan rancangan perlakuan penelitian.

4. Pelaksanaan Penelitian

Wadah penelitian dibersihkan dan disucihamakan dengan klorin 150 ppm sebelum diisi dengan air tawar masing-masing sebanyak 10 liter. Ikan uji yang telah diaklimasi selama seminggu disampling secara acak dan diukur bobot tubuhnya. Ikan uji selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah pemeliharaan dengan kepadatan 5 ekor/l. Selama pemeliharaan, ikan uji diberi pakan dengan dosis 10% dari bobot tubuh sebanyak tiga kali sehari. Untuk menjaga kualitas air, maka setiap pagi dilakukan penyiponan sisa pakan dan pergantian air sebesar 30%.

F. Jenis dan Sumber data

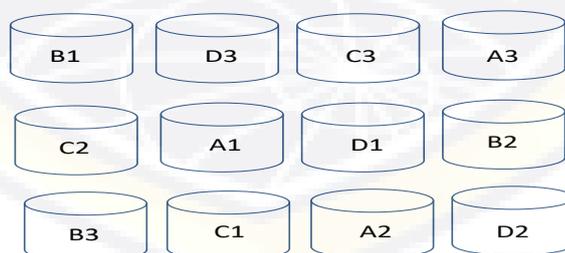
Data yang akan digunakan dalam penelitian berasal dari hasil eksperimental dengan perlakuan yang dilakukan pengulangan 3 kali selama penelitian 30 hari sehingga data yang diperoleh langsung dari hasil pengukuran variabel penelitian dalam percobaan yang dilakukan. Metode pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan pengukuran respon (*dependent variabel*) dari sampel ikan yang diambil pada setiap waktu pengambilan sampel.

G. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan teknik observasi yaitu melakukan pengukuran variabel penelian secara langsung dari percobaan yang dilakukan. Pengumpulan data untuk mengkaji efisiensi pakan, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup dilakukan pada akhir penelitian. Dengan mengambil ikan uji secara acak dari setiap unit penelitian dan mengukurnya dengan tiga kali ulangan. Sampel untuk pengukuran performa pertumbuhan dan efisiensi pakan dilakukan dengan mengukur berat tiga ekor ikan uji dari setiap unit penelitian.

Metode pengukuran dan formulasi yang digunakan dalam pengumpulan data sebagai berikut:

Tata letak wadah dapat di lihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.2. Tata Letak Gambar Percobaan

H. Teknik Analisa Data

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga kali ulangan. Data penelitian yang diperoleh meliputi laju pertumbuhan harian, pertumbuhan mutlak, efisiensi pakan dan sintasan dianalisis dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA). Apabila hasilnya berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan Uji *W-Tukey*. Analisa uji prasyarat, uji keragaman (ANOVA satu jalur), dan *W-Tukey* dalam penelitian ini dikomputasi dengan bantuan *IMB SPSS 20for windows*.

I. Definisi Operasional

1. Limbah perut ikan

Limbah perut ikan yang akan digunakan adalah limbah perut ikan cakalang yang diperoleh dari hasil proses pembersihan ikan di tempat pelelangan ikan. Perut ikan tersebut dikumpulkan dan disimpan di dalam lemari pendingin sebelum digunakan.

2. Air Cucian Beras

Air cucian beras yang akan digunakan adalah air beras cucian pertama yang merupakan limbah cucian beras rumah tangga dengan perlakuan perbandingan kandungan perut ikan dan pellet 25-75, 50-50,75-25 dan 0 -100.

3. Laju Pertumbuhan Harian (LPH/SGR)

Laju pertumbuhan harian (SGR) adalah persentase penambahan berat ikan setiap harinya selama pemeliharaan, laju pertumbuhan harian ditunjukkan dalam

satuan persentase (%). Cara menghitung dengan melakukan pengakaran hasil dari berat rata rata selama pemeliharaan dibagi berat rata rata awal dikalikan waktu pemeliharaan hasilnya dikurangi 1 dan dikalikan 100 %

4. Pertumbuhan Mutlak (GR)

Pertumbuhan mutlak (GR) adalah penambahan berat ikan setiap harinya selama pemeliharaan. Pertambahan mutlak ditunjukkan dalam satuan gram/hari cara penghitungan berat rata rata ikan pada waktu (t) dikurangi berat rata rata awal ikan kemudian dibagi waktu selama pemeliharaan.

5. Efisiensi Pakan

Efisiensi pakan adalah perbandingan antara penambahan berat ikan nila perlakuan yang dihasilkan dengan jumlah pakan yang dikonsumsi. Dimana nilai efisiensi penggunaan pakan menunjukkan banyaknya penambahan berat ikan yang dihasilkan dari satu kilogram pakan. Hal ini untuk membandingkan nilai pakan yang mendukung penambahan berat.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum lokasi Penelitian

1. Profil Singkat Unit Pembenihan Rakyat (UPR)

Unit Pembenihan Rakyat (UPR) Sumberjaya adalah satu-satunya unit pembenihan ikan yang ada di Kabupaten Yapen. UPR dibangun pada tahun 1998 dan mulai beroperasi pada tahun 2000. Pembangunan tersebut dilakukan untuk kepentingan penyediaan bibit ikan air tawar dan calon induk unggul untuk dikembangkan oleh masyarakat Yapen. UPR merupakan unit pembibitan binaan dinas dalam seksi budidaya Dinas Perikanan dan kelautan Yapen Kepulauan yang berdiri di atas lahan seluas 563 m². Lokasi UPR merupakan dataran rendah yang sebelumnya merupakan areal perkebunan dan kolam rakyat. Suplay air cukup memadai baik di musim hujan maupun musim kemarau yang berasal dari sumber air yang langsung dari lereng gunung.

2. Tujuan Didirikan Unit Pembenihan Rakyat (UPR)

Maksud dan tujuan Unit Pembenihan Rakyat antara lain :

- a. Menyediakan bibit ikan air tawar unggul untuk dibudidayakan masyarakat Yapen
- b. Menghimpun dan membina kelompok pembudidaya ikan dan UPR
- c. Memberikan informasi dan teknologi kemajuan perikanan budidaya

3. Visi

Dalam menjalankan tugasnya, UPR memiliki visi dan misi yang menjadi acuannya dalam menjalankan fungsinya. Visi dan misi UPR sebagai berikut:

- a. Mampu mengatasi masalah dengan penyediaan bibit ikan secara kontinyu yang terus berkembang serta mengubah tantangan menjadi peluang.
- b. Menjadikan masyarakat Yapen mempunyai kemauan dan ketrampilan untuk melakukan kegiatan usaha mandiri dalam bidang budidaya ikan skala kecil.
- c. Sektor perikanan merupakan sumber kehidupan dan penghidupan yang layak dan prospektif sebagai usaha dalam skala bisnis.
- d. Terpenuhinya konsumsi ikan masyarakat.

4. Misi

Untuk mewujudkan visi tersebut maka misi Unit Pembenihan Rakyat sebagai berikut:

- 1) Mengembangkan ekonomi perikanan
- 2) Meningkatkan kesejahteraan masyarakat perikanan
- 3) Meningkatkan penyediaan bibit ikan.

5. Struktur Organisasi

- a. Kepala UPR Budidaya Ikan
- b. tenaga Teknis Perbenihan ikan

6. Fasilitas UPR

Bak pemeliharaan sebanyak 14 kolam yang terdiri dari kolam pembesaran 10 kolam berukuran 2 x 5 m, kolam perkawinan ukuran 10 x 12 m sebanyak 2 kolam, kolam induk ukuran 4 x 6 sebanyak 4 kolam dengan fasilitas pompa, mesin genzet dan jaring/kelambu untuk pemberokan. Jumlah induk dan calon induk ikan Nila Gift sebanyak 38 pasang, ikan mas 10 pasang dan ikan lele Sangkuriang 16 pasang.

7. Kegiatan Unit Pembenihan Rakyat(UPR)

Bermula pada tahun 1996 Unit Pembenihan Rakyat membentuk kelompok perikanan (Kelompok pembudidaya ikan), yang sebelumnya sudah membudidayakan ikan secara tradisional. Kelompok perikanan tersebut diberikan bantuan benih serta pakan ikan sebagai stimulan agar perikanan budidaya berkembang. UPR kemudian rutin mengikuti pertemuan yang dilakukan oleh Dinas perikanan dan Kelautan Kabupaten Yapen dan beberapa kali mengikuti kegiatan magang pendalaman ketrampilan perbenihan dan budidaya ikan di Luar kabupaten dan balai balai perbenihan Nasional, Beberapa bulan kemudian, dari kelompok perikanan tersebut, sebagian dari petani berhasil memperoleh keuntungan yang maksimal, dan sebagian lainnya tidak berhasil mencapai laba maksimal. Kelompok perikanan yang berhasil mendapatkan laba maksimal, melanjutkan usaha budidaya tersebut. Berawal dari hal tersebut kemudian budidaya ikan mulai berkembang di lingkungan Yapen dan bermunculan pembudidaya perikanan baru yang sekarang berjumlah 15. Di samping itu UPR

tetap melaksanakan fungsinya sebagai penyedia benih ikan dan calon indukan ikan. Hingga saat ini UPR terus melaksanakan fungsinya tersebut dengan mengontrol usaha budidaya milik petani, melakukan penyuluhan terkait perikanan, dan memberikan bantuan kepada pembudidaya guna meningkatkan produksi perikanan serta kesejahteraan pembudidaya itu sendiri.

B. Hasil penelitian

1. Laju Pertumbuhan Harian Ikan Lele

Hasil pengamatan laju pertumbuhan benih ikan lele menunjukkan nilai yang berbeda pada setiap perlakuan. Pengukuran laju pertumbuhan benih ikan lele selama penelitian menunjukkan kecenderungan semakin naik seiring waktu penelitian, laju pertumbuhan benih ikan lele selama penelitian disajikan pada Lampiran 3 dan nilai rata-rata pada Gambar 5.

Gambar 4.1. Grafik Pertambahan Bobot Ikan Lele

Gambar 4.1, menunjukkan pada pengamatan minggu pertama hingga minggu ke 4 perlakuan B dan C memiliki Nilai laju pertumbuhan bobot yang sama serta menunjukkan nilai tertinggi yakni berkisar antara 5,44-10,94 gram/ekor, diikuti perlakuan A yakni berkisar antara 3,80-9,49 dan terendah terdapat pada perlakuan D yakni berkisar antara 3,05-8,37 gram/ekor. Ikan Lele betina memiliki laju pertumbuhan lebih cepat dibandingkan dengan ikan Lele jantan. Laju pertumbuhan ikan Lele betina rata-rata 2,1 gram/hari, sedangkan laju pertumbuhan ikan Lele jantan rata-rata 0,6 gram/hari (Ghufran, 2009). Pada waktu

pemeliharaan 3-4 bulan, dapat diperoleh ikan Lele berukuran rata-rata 250 gram dari berat awal ikan Lele 30-50 gram (Cholik, 2005). Selain pertumbuhannya yang cepat, ikan Lele juga memiliki tingkat kelangsungan hidup yang tinggi pada masa pemeliharaan

Laju pertumbuhan spesifik pada penelitian ini berupa pertumbuhan berat sebagai data pertumbuhan ikan yang diukur pada tiap Minggu sekali untuk mengetahui pengaruh dari pemberian pakan berbahan limbah perut ikan terfermentasi air cucian beras untuk meningkatkan pertumbuhan benih ikan lele. Hasil pengamatan menunjukkan Nilai LPH ikan lele yang diberikan limbah perut ikan terfermentasi dengan dosis yang berbeda menunjukkan nilai yang berbeda pada setiap perlakuan. Secara umum perlakuan B dan C memiliki Nilai LPH tertinggi pada pengamatan pertama namun mengalami penurunan pada pengamatan kedua. LPH benih ikan lele selama penelitian disajikan pada Lampiran 4 dan Nilai rata-rata pada Gambar 4.2.

Gambar 4.2. Grafik Laju Pertumbuhan Harian Ikan Lele

Gambar 4.2., menunjukkan pengamatan Minggu pertama nilai laju pertumbuhan harian perlakuan B dan C sama serta memiliki presentase tertinggi yakni 9,20%/hari, diikuti perlakuan A yakni sebesar 3,78%/hari dan terendah terdapat pada perlakuan D 2,79%/hari. Pada pengamatan Minggu ke dua perlakuan B dan C mengalami penurunan laju pertumbuhan serta memiliki nilai yang sama yakni sebesar 3,40%/hari. Sedangkan perlakuan A menunjukkan presentase laju pertumbuhan harian tertinggi yakni sebesar 4,80%/hari, diikuti perlakuan D yakni sebesar 4,69%/hari. Tetapi pada pengamatan Minggu ke tiga perlakuan A dan D

mengalami penurunan laju pertumbuhan masing-masing memiliki nilai sebesar 4,50 dan 4,25%/ hari, sedangkan pada perlakuan B dan C mengalami peningkatan serta menunjukkan nilai yang sama yakni sebesar 3,66%/hari. Pada pengamatan minggu ke empat menunjukkan perlakuan D peningkatan laju pertumbuhan harian yakni sebesar 5,50%/hari sedangkan perlakuan A, B dan C mengalami penurunan masing-masing sebesar 3,78, 2,92 dan 2,92%/hari.

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) (Lampiran 5) menunjukkan bahwa penambahan limbah perut ikan terfermentasi air cucian beras pada pakan tidak berpengaruh ($p>0,05$) pada LPHbenih ikan lele.

Gambar 4.3. Grafik rata-rata LPH Ikan Lele

Gambar 4.3., menunjukkan perlakuan B dan C memiliki nilai rata-rata LPH setiap waktu pengamatan tertinggi yakni 4,79%/hari, diikuti perlakuan D sebesar 4,31%/hari dan terendah terdapat pada perlakuan A sebesar 4,22%/hari.

2. Pertumbuhan Mutlak Ikan Lele

Pertumbuhan diartikan perubahan ikan dalam berat, ukuran pada satuan waktu. Nilai rata-rata pertumbuhan mutlak benih ikan lele menunjukkan pada dosis 50 dan 75% penambahan limbah perut ikan memiliki nilai pertambahan bobot yang sama. nilai pertumbuhan mutlak benih ikan lele tersaji pada lampiran 4 dan nilai rata-rata pada gambar 9.

Gambar 4.4. Grafik Pertumbuhan Mutlak Ikan Lele

Gambar 4.4., memperlihatkan nilai peningkatan bobot tertinggi terdapat pada perlakuan B dan C serta menunjukkan nilai yang sama yakni sebesar

8,08gram, diikuti perlakuan A yakni sebesar 6,67gram dan peningkatan bobot terendah terdapat pada perlakuan D yakni sebesar 5,87gram.

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) (Lampiran 8) menunjukkan bahwa penambahan limbah perut ikan terfermentasi pada pakan tidak berpengaruh ($p>0,05$) pada pertumbuhan mutlak benih ikan lele.

3. Efisiensi Pakan Ikan Lele

Hasil penelitian menunjukkan efisiensi pakan uji pada benih ikan lele memiliki nilai yang berbeda pada setiap perlakuan. Pengukuran efisiensi pakan uji benih ikan lele selama penelitian menunjukkan kecenderungan semakin naik seiring tingginya dosis penambahan limbah perut ikan terfermentasi air cucian beras, nilai efisiensi pakan uji selama penelitian disajikan pada Lampiran 4 dan Nilai rata-rata pada Gambar 8.

Gambar 4.5. Grafik Efisiensi Pakan Ikan Lele

Gambar 4.5 menunjukkan nilai efisiensi pakan tertinggi terdapat pada perlakuan C yakni sebesar 20,12% diikuti perlakuan B dan D masing-masing sebesar 14,13 dan 11,94%. sedangkan tingkat efisiensi pakan terendah terdapat pada perlakuan A yakni sebesar 11,24%.

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) (Lampiran 5) menunjukkan bahwa penambahan limbah perut ikan terfermentasi pada pakan berpengaruh nyata ($p<0,05$) pada efisiensi pakan benih ikan lele, sehingga dilakukan uji lanjut tukey (lampiran 7).

4. Kelangsungan Hidup Ikan Lele

Sintasan atau kelangsungan hidup merupakan presentase kelangsunghidupan ikan selama masa pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kelangsungan hidup setelah diberi pakan dengan penambahan limbah perut ikan terfermentasi dengan dosis berbeda memiliki nilai yang berbeda pada tiap perlakuan. Presentase kelangsungan hidup benih ikan lele selama penelitian disajikan pada lampiran 5 dan nilai rata-rata pada Gambar 10.

Gambar 4. Grafik Kelangsungan Hidup Ikan Lele

Gambar 4.6 menunjukkan nilai kelangsungan hidup tertinggi terdapat pada perlakuan A yakni sebesar 86,67% diikuti perlakuan D dan B masing-masing sebesar 86,00% dan 84,67%. sedangkan tingkat kelangsungan hidup terendah terdapat pada perlakuan C yakni sebesar 75,33%.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) perlakuan penambahan limbah perut ikan terfermentasi pada pakan dengan dosis berbeda tidak berpengaruh ($p > 0,05$) terhadap sintasan benih ikan lele.

5. Kualitas Air Pemeliharaan Ikan Lele

Kualitas air merupakan faktor penting dalam budidaya ikan karena diperlukan sebagai media hidup. Air yang digunakan untuk pemeliharaan benih ikan lele perlu dijaga kualitasnya. Hasil pengukuran kualitas air selama pemeliharaan benih ikan lele (*Clarias sp*) dengan perlakuan limbah perut ikan yang difermentasi pada pakan menunjukkan beberapa parameter air seperti Suhu, pH, Salinitas dan Oksigen terlarut yang diperoleh masih berada pada batas yang

baik bagi kehidupan benih. Namun untuk parameter amoniak, dan kekeruhan menunjukkan konsentrasi yang tinggi, hal ini dapat dilihat kekeruhan air sebagai media pemeliharaan pada wadah perlakuan.

Tingkat kekeruhan air pemeliharaan selama penelitian untuk ikan lele (*Clarias sp*) juga berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan, terlihat pada perlakuan B dan C dengan konsentrasi perut ikan terfermentasi pada pakan yang lebih tinggi dari perlakuan A pada akhir penelitian mengalami kekeruhan yang tinggi. Menurut Ariawan dan Poniran (2004), terjadinya kekeruhan dalam kolam disebabkan keberadaan material lain seperti mineral, organisme yang hidup di dalam air, ekstrak senyawa-senyawa organik dan tumbuh-tumbuhan.

B. Pembahasan

1. Laju Pertumbuhan Harian Ikan Lele

Laju pertumbuhan berhubungan dengan pertambahan bobot tubuh ikan yang dihasilkan dari pemanfaatan nutrisi dalam pakan. Tingkat pertumbuhan ikan lele dumbo mengalami peningkatan dikarenakan kebutuhan protein, lemak dan karbohidrat sudah mencukupi dan sesuai dengan kebutuhan ikan untuk melakukan pertumbuhan. Menurut Anggraeni dan Rahmiati (2016) menyatakan tinggi rendahnya kandungan protein optimum dalam pakan dipengaruhi oleh lemak dan karbohidrat yang cukup. Tanpa karbohidrat dan lemak yang cukup ikan menggantungkan energinya sebagian besar dari protein pakan, yang akan digunakan sebagai sumber energi untuk mencerna makanan dan proses metabolisme. Menurut Ariati (2013), keseimbangan yang tepat antara energi dan

protein pakan sebagian besar dipenuhi oleh nutrien non-protein seperti lemak dan karbohidrat. Apabila energi yang berasal dari sumber non-protein cukup maka sebagian besar protein akan dimanfaatkan untuk tumbuh, namun apabila energi dari non-protein tidak terpenuhi maka protein akan digunakan sebagai sumber energi sehingga fungsi protein sebagai pembangun tubuh akan berkurang. Berdasarkan Uji-t menunjukkan bahwa penambahan probiotik pada pakan buatan memiliki pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kelulushidupan ikan lele (*C. gariepinus*) hal ini diduga bahwapakan dengan penambahan probiotik pada pakan buatan memberikan pengaruh pada pertumbuhan, dan memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kelulushidupan.

Pakan merupakan kebutuhan utama bagi ikan sebagai sumber energi untuk menunjang kelangsungan hidup. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan penambahan limbah perut ikan terfermentasi dengan dosis yang berbeda per kg pakan memiliki nilai laju pertumbuhan harian tidak berbeda pada tiap perlakuan. Pengamatan selama penelitian memperlihatkan bahwa pada tiap perlakuan pakan yang diberikan termakan habis oleh benih ikan lele, selain itu, dosis yang diberikan sebesar 7 % per bobot tubuh setiap hari dianggap telah cukup untuk memenuhi kebutuhan energi dan metabolisme benih ikan lele.

Nilai laju pertumbuhan harian pada setiap perlakuan tidak berbeda, hal ini diduga kemampuan daya cerna dan metabolisme tubuh benih ikan lele mampu dimanfaatkan sehingga nutrisi pakan dapat dimanfaatkan dengan baik walaupun pada tiap perlakuan penambahan limbah perut ikan terfermentasi dengan dosis yang berbeda, kondisi tersebut tak terlepas dari kualitas air yang baik serta perawatan

dan pengontrolan selama penelitian. Suyanto (2010) menyatakan bahwa pertumbuhan ikan akan meningkat jika jumlah pakan yang diberikan dapat dicerna dengan baik oleh ikan sehingga energi yang diperoleh ikan dari pakan dapat dimanfaatkan secara optimum untuk pertumbuhannya. Selain itu pengaruh fermentasi terhadap limbah perut ikan diduga meningkatkan daya cerna ikan terhadap pakan sehingga rata-rata laju pertumbuhan menunjukan nilai yang tidak jauh berbeda. Irianto,(2003) menyatakan bahan baku hasil fermentasi mengandung mikroorganisme sehingga jumlah bakteri yang masuk ke dalam saluran pencernaan ikan dan hidup di dalamnya meningkat. Selanjutnya bakteri tersebut di dalam saluran pencernaan ikan mensekresikan enzim-enzim pencernaan seperti protease dan amylase. Selanjutnya dalam penelitian Setiawati Endang *et al*, (2013) mengungkapkan Enzim protease dan amylase yang disekresikan ini jumlahnya meningkat yang pada gilirannya jumlah pakan yang dicerna juga meningkat. Peningkatan daya cerna bermakna pula pada semakin tingginya nutrisi yang tersedia untuk diserap tubuh, sehingga protein tubuh dan pertumbuhan meningkat.

Biaya pakan lele menyerap biaya 60-70% dari total biaya produksi yang dikeluarkan (Arief et al.,2014). Kualitas suatu pakan ditentukan oleh komposisi bahan yang digunakan. Semakin banyak kandungan protein maka kualitas pakan tersebut semakin baik. Hal ini sesuai dengan pendapat Trisnawati et al.(2014) bahwapakan yang dikonsumsi dapat menunjang pertumbuhan dan kelulushidupan sehinggapakan yang diberikan harus sesuai dengan kebutuhan ikan baik jumlah maupun kualitasnya Alternatif pemecahan yang dapat diupayakan adalah dengan

membuat pakan buatan sendiri melalui teknik sederhana dengan memanfaatkan sumber-sumber bahan baku yang relatif murah (Anggraeni dan Rahmiati, 2016).

Pertumbuhan ikan sangat ditentukan oleh kualitas pakan, namun juga dipengaruhi oleh kondisi perairan tempat pemeliharaan. Secara garis besar pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Helper (1981) menyatakan bahwa faktor internal diantaranya adalah jenis kelamin, karakteristik genetik dan fisiologi ikan. Faktor eksternal yang mempengaruhi laju pertumbuhan adalah kualitas air dan pakan (Huet 1971 dalam Hariadi dkk. 2005). Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan ikan yaitu jumlah dan ukuran makanan yang tersedia, jumlah ikan yang menggunakan sumber makanan yang tersedia, suhu, oksigen terlarut (Weatherley, 1972 yang diacu oleh Tutupoho, 2008).

Tingginya laju pertumbuhan spesifik pada benih ikan nila yang dengan penambahan fermentasi limbah perut ikan tongkol menunjukkan bahwa komposisi pakan ini mudah diserap dan diduga mengandung komposisi nutrisi yang lebih sesuai pencernaan perut ikan lele dan dengan memenuhi kebutuhan nutrisi benih ikan lele untuk tumbuh secara optimal. Menurut Akiyama et al., (1991) dalam Rachmawati Samidjan (2013), ikan dapat tumbuh dengan baik jika asupan nutriennya tercukupi, terutama kebutuhan protein. Kekurangan protein dalam pakan dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan, diikuti oleh kehilangan bobot tubuh karena pemakaian protein dari jaringan tubuh untuk memelihara fungsi vital. Sementara menurut Mokoginta (2000), tidak hanya protein yang diperlukan untuk pertumbuhan ikan, tetapi lemak. Lemak merupakan salah satu

sumber energi yang harus tersedia dalam pakan. Jika lemak dalam pakan tidak mencukupi kebutuhan ikan, maka energi untuk beraktivitas diambil dari protein sehingga pertumbuhan menjadi terhambat.

Tingginya kandungan protein pakan tidak selalu menyebabkan peningkatan pertumbuhan. Peningkatan protein pakan tanpa diikuti keseimbangan dengan sumber energi non-protein akan menyebabkan protein digunakan sebagai sumber energi (NRC, 1983 dalam Marzuqi, 2015). Dari semua jenis pakan yang digunakan umumnya sudah memiliki kandungan protein diatas 25% sebagaimana Meyer dan Pena (2011) menyatakan bahwa kadar protein yang dibutuhkan ikan nila berkisar antara 25-35%. Jumlah protein ini juga didukung dengan jumlah sumber energi non-protein yang terdapat dalam pakan sehingga dapat memicu pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan pakan lainnya. Selain itu, menurut penelitian yang dilakukan oleh Maishela (2013), fotoperiode sangat berpengaruh terhadap penambahan panjang ikan lele, semakin lama waktu gelap, maka pertumbuhan ikan lele semakin baik. Hal ini disebabkan karena ikan lele termasuk hewan yang aktif malam hari, sehingga ikan lele akan lebih aktif untuk mencari asupan pakan. Peningkatan asupan pakan akan memicu proses pertumbuhan panjang ikan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Maishela (2013), fotoperiode sangat berpengaruh terhadap penambahan panjang ikan lele, semakin lama waktu gelap, maka pertumbuhan ikan lele semakin baik. Hal ini disebabkan karena ikan lele termasuk hewan yang aktif malam hari, sehingga ikan lele akan lebih rakus pada malam hari

Menurut Effendi (2003), ukuran tubuh ikan dipengaruhi oleh nilai konstanta yang bisa dipengaruhi oleh ketersediaan makanan, tingkat kematangan gonad, dan variasi ukuran tubuh ikan-ikan sampel. Pertumbuhan panjang badan ikan dipengaruhi oleh genetika masing-masing individu dan juga asupan protein untuk mendukung pertumbuhan yang diperoleh dari pakan (Estriyani, 2013). Menurut Ardita (2015) bahwa semakin rendah nilai SGR menunjukkan semakin efisien ikan memanfaatkan pakan sehingga energy dapat digunakan untuk proses pertumbuhan. Sejalan dengan pendapat Arief *et al.* (2014), tingkat efisiensi penggunaan pakan yang terbaik akan dicapai pada nilai perhitungan konversi pakan terendah.

Gradien osmotik yang mendekati isoosmotik bagi tubuh ikan akan menyebabkan penghematan energy untuk proses osmoregulasi, sehingga akan dapat memanfaatkan energi tersebut sebagai proses pertumbuhan (Marlina,2011).

2. Pertumbuhan Mutlak Ikan Lele

Hasil penelitian menunjukkan penambahan limbah perut ikan pada pakan dengan dosis yang berbeda (25, 50, 75 dan 0 %) per kg pakan tidak berpengaruh ($p>0,05$) terhadap pertumbuhan mutlak benih ikan lele. Hal ini diduga pakan yang diberikan dengan perlakuan perbedaan penambahan dosis limbah perut ikan per kg pakan dan perlakuan tanpa penambahan limbah perut ikan, dapat dimanfaatkan oleh benih ikan lele dengan baik sehingga nilai yang pertumbuhan yang diperoleh pada akhir penelitian tidak jauh berbeda. Hal ini diduga bahan baku pakan berupa

limbah perut ikan yang telah terfermentasi mampu meningkatkan kecernaan ikan terhadap nutrisi pakan yang diberikan.

Sementara itu, mikroorganisme yang terkandung dalam perut ikan yang difermentasi dengan air beras juga dapat berperan sebagai probiotik. Penambahan probiotik secara tidak langsung dapat meningkatkan nutrisi pakan dengan menghasilkan enzim untuk pencernaan pakan (Putri, 2012). Enzim-enzim tersebut yang akan membantu menghidrolisis nutrient pakan menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga bisa langsung diserap dalam saluran pencernaan (Putra, 2010).

Air beras selain memiliki kandungan bakteri heterogen yang efektif dalam mendegradasi sampah juga mengandung mikroorganisme yang dapat menghasilkan enzim amylase untuk menguraikan selulosa yang terkandung dalam pakan menjadi lebih mudah diserap oleh tubuh ikan.

Menurut Manurung (2013), selain dapat meningkatkan pencernaan pakan dan protein sehingga menghasilkan pertumbuhan dan efisiensi pakan yang lebih baik, ragi juga memiliki kandungan nukleotida yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai pengganti nukleotida alami. Komponen nukleotida yang terkandung dalam ragi berbentuk basa purin dan pirimidin sebanyak 0,9 % (Li dan Galtin, 2006). Probiotik yang tercipta dari fermentasi pakan dengan air beras mampu memperbaiki kualitas pencernaan lele dumbo sehingga pakan lebih banyak terserap pada tubuh ikan. Bakteri dalam saluran pencernaan ikan dapat mensekresikan enzim-enzim pencernaan seperti protease dan amilase (Irianto, 2003). Enzim yang disekresikan ini jumlahnya meningkat juga sesuai dengan jumlah dosis probiotik yang diberikan yang pada gilirannya jumlah pakan

yang dicerna juga meningkat. Kennedy et al. (1998) menyatakan penggunaan *Bacillus sp.* mampu memperbaiki kualitas dan sintasan *Centropomus undecimalis*. *Bacillus sp.* mampu meningkatkan absorpsi pakan melalui peningkatan konsentrasi protease pada saluran pencernaan, memperbaiki pertumbuhan dan mengurangi jumlah bakteri yang berpotensi patogen di dalam intestinumnya.

Selain itu, menurut penelitian Yusuf dkk (2012), *Trichoderma viridae* merupakan mikroorganisme yang berperan sebagai penghasil enzim selulase yang dapat memecah serat kasar menjadi lebih sederhana. Menurut Aryansyah (2007), pada umumnya ikan kurang mampu memanfaatkan karbohidrat. Ikan yang bersifat karnivora dapat memanfaatkan karbohidrat optimum 10-20 % dan ikan omnivora pada tingkat 30-40 % dalam pakan. Oleh karena itu dengan adanya penambahan bahan yang dapat membantu menguraikan karbohidrat dalam pakan. Selain *Trichoderma sp.*, *Penicillium sp.* juga bisa menguraikan selulosa dalam serat kasar pakan broiler menjadi glukosa sehingga bisa langsung diserap oleh tubuh (Nuraini, 2006). Selain dipengaruhi nutrisi pakan, pertumbuhan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu genetik, hormon, kelamin dan lingkungan (Widiastuti, 2009)

Laju pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh jenis dan kualitas pakan yang diberikan berkualitas baik, jumlahnya mencukupi, kondisi lingkungan mendukung, dan dapat dipastikan laju pertumbuhan ikan nila akan menjadi cepat sesuai dengan yang diharapkan (Khairuman dan Amri, 2003).). Tingkat efisiensi penggunaan pakan pada ikan lele (*Clarias sp.*) ditentukan oleh pertumbuhan dan jumlah pakan yang diberikan. Keefisienan penggunaan pakan menunjukkan nilai

pakan yang dapat merubah menjadi pertambahan pada berat badan ikan (Effendie, 2000).

Menurut Panjaitan (2011), penambahan molases dapat membantu meningkatkan tingkat C/N dalam air, yang juga dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri heterotrofik. Bakteri heterotrofik memiliki kemampuan untuk memanfaatkan N organik dan anorganik yang terdapat di dalam air. Sumber N dalam air berasal dari sisa pakan dan feses yang terdekomposisi oleh bakteri yang diikuti oleh pelepasan amoniak. Bakteri heterotrofik menguraikan amoniak menjadi nitrit dan nitrat serta gas nitrogen yang bisa dimanfaatkan fitoplankton. Selain itu bakteri heterotrofik juga memanfaatkan sampah organik dalam air yang berasal dari sisa pakan dan juga hasil ekskresi ikan untuk pembentukan biomassa sehingga unsur N dalam air berkurang (Ekasari, 2009). Bakteri heterotrof yang tumbuh dengan kepadatan tinggi dapat berfungsi sebagai pengontrol kualitas air terutama konsentrasi N serta sebagai sumber protein bagi organisme yang dipelihara untuk membantu pertumbuhannya.

Fermentasi yang telah dilakukan terhadap limbah perut ikan diduga terjadi pembalikan nutrisi menjadi lebih sederhana sehingga mudah dicerna oleh benih ikan lele. Eddy dan Evi, (2005) menyatakan dalam fermentasi bahan baku, mikroorganisme menghasilkan enzim yang berperan dalam proses perombakan senyawa kompleks. Jenis enzim utama yang dihasilkan adalah amilase, fosforilase, iso amilase, maltase, protease dan amiloglukosidase. Enzim-enzim ini akan bekerja dalam pemecahan protein dan karbohidrat dari substrat menjadi senyawa yang lebih kompleks yaitu asam-asam amino dan glukosa.

Kondisi demikian menunjukkan nutrisi pakan langsung terserap oleh benih ikan lele. Lebih lanjut Setiawati Endang *et al.* (2013), menyatakan bahwa terjadinya perubahan kualitas bahan yang disebabkan proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroba, mengakibatkan perubahan kimia dari senyawa yang bersifat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah dicerna sehingga memberikan efek positif terhadap nilai kecernaan pada ikan.

3. Efisiensi Pakan Ikan Lele

Pakan dalam proses pembudidayaan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan proses budidaya ikan. Pakan yang berkualitas baik mengandung protein dan energi pakan yang seimbang, dan menentukan daya cerna ikan terhadap nutrisi pakan yang diberikan sehingga dapat memacu pertumbuhan ikan yang dibudidayakan.

Efisiensi pemanfaatan pakan oleh ikan menentukan pakan yang diberikan dapat dimanfaatkan dengan baik oleh ikan. Hasil penelitian menunjukkan penambahan bahan baku limbah perut ikan terfermentasi pada pakan dengan dosis yang berbeda berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap efisiensi pakan.

Efisiensi pakan berpengaruh nyata menunjukkan bahwa ikan dapat memanfaatkan pakan yang diberikan dengan sangat baik, dimana dengan penambahan 75 % limbah perut ikan memiliki nilai efisiensi pakan terbaik. Hal ini diduga dengan penambahan 75 % limbah perut ikan per kg pakan, pakan yang dihasilkan memiliki keseimbangan nutrisi sesuai kebutuhan benih ikan lele sehingga tingkat pemanfaatan terhadap pakan yang diberikan lebih efisien dibandingkan perlakuan lain. Penelitian Setiawati Endang *et al.* (2013) mengungkapkan bahwa

pakan dengan nutrisi yang seimbangan maka pencernaan terhadap pakan meningkat selanjutnya pakan akan lebih efisien dimanfaatkan oleh ikan karena nutrisi pakan akan mudah terserap oleh tubuh.

Nilai efisiensi pakan dalam penelitian ini berkisar antara 11,24-20,12%. Nilai efisiensi pakan dalam penelitian ini masih dalam presentase yang rendah jika dibandingkan pernyataan Craig dan Helfrich (2002), bahwa pakan dikatakan baik dan efisien jika nilai efisiensi pemanfaatan pakan lebih dari 50% atau bahkan mendekati 100%. Hal ini kemungkinan tingkat pemanfaatan ikan terhadap pakan berbeda berdasarkan jenis, umur dan kebiasaan makan ikan. Selain itu Irianto (2003), menjelaskan keberadaan mikroorganisme non patogen pada pakan dapat meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan pada ikan karena keberadaan bakteri probiotik pada saluran pencernaan ikan.

Menurut Abidin et al.,(2015), besar kecilnya total konsumsi pakan pada ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain sifat fisik pakan misalnya bau, rasa, ukuran, dan warna.

Trisnawati et al.,(2014) menyatakan bahwa semakin tinggi kandungan protein yang terdapat dalam pakan akan meningkatkan daya cerna ikan terhadap pakan. Hal ini diperkuat dengan pendapat Amalia et al.,(2013), peningkatan nilai efisiensi pemanfaatan pakan menunjukkan bahwa pakan yang dikonsumsi memiliki kualitas yang baik, sehingga dapat dimanfaatkan secara efisien. Menurut Watson et al. (2008) menyatakan bahwa probiotik merupakan makanan tambahan dalam bentuk mikroba hidup, dimana dapat memberi pengaruh menguntungkan bagi inang dengan meningkatkan keseimbangan mikroba dalam saluran pencernaan.

Menurut Widanarni et al. (2009) bahwa efisiensi pakan pada perlakuan dengan aplikasi teknologi bioflok lebih tinggi karena adanya peningkatan biomassa bioflok sebagai sumber nutrisi atau makanan tambahan untuk kultivan budidaya.

Hal ini didukung oleh hasil penelitian Ahmadi et al.(2012) pemberian probiotik dengan dosis 108sel/mL hanya memberikan nilai efisiensi pemanfaatan pakan sebesar 43,93%. Efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) pada pakan yang ditambahkan probiotik menunjukkan nilai yang lebih baik dibandingkan dengan pakan tanpa ditambahkan probiotik. Hal ini diduga pakan dengan campuran probiotik memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan pakan tanpa probiotik, Semakin tinggi nilai EPP berarti kualitas pakan tersebut semakin baik (Afrianto dan Liviawaty, 2005).

Hasil penelitian menunjukkan penambahan probiotik pada pakan lele berpengaruh terhadap rasio efisiensi protein. Nilai pencernaan protein pada perlakuan pakandengan ditambahkan probiotik menunjukkan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa penambahan probiotik. Hal ini diduga bakteri tersebut mampu menghasilkan enzim-enzim yang dapat membantu ikan

Penelitian Crab et al. (2009) mencatat kandungan protein yang terdapat pada bioflok mencapai 42% dalam berat kering. Menurut Arief et al., (2008), pemanfaatan *Bacillus* sp. memberikan pengaruh positif bagi pertumbuhan, enzim yang dihasilkan oleh bakteri yang ikut termakan akan membantu proses pencernaan dalam saluran pencernaan kultivan, selanjutnya dilaporkan bahwa bakteri ini akan menghasilkan enzim protease dan lipase. Menurut Rahmawan et

al.,(2014), menyatakan nilai PER dipengaruhi oleh kadar protein dan komponen lain dalam bahan makanan. Keseimbangan protein penting dalam formulasi pakan karena berperan besar dalam pertumbuhan, serta ketahanan tubuh ikan. Pakan yang baik harus mengandung nutrisi yang lengkap. Kandungan nutrisi tersebut berfungsi untuk kelangsungan hidup. Pemberian bakteri probiotik melalui pakan dilakukan bertujuan agar dapat mendegradasi protein, lemak maupun karbohidrat dalam tubuh lele. Menurut Setiawati (2013) pemberian bakteri dalam pakan juga diharapkan dapat masuk dalam saluran pencernaan ikan sehingga dapat memperbaiki kemampuan ikan dalam mencerna pakan. Menurut Ibbaren et al.,(2012) penggunaan bakteri probiotik merupakan salah satu solusi internal untuk menghasilkan pertumbuhan dan efisiensi pakan yang optimal, mengurangi biaya produksi sehingga pada akhirnya dapat mengurangi beban lingkungan karena akumulasi limbah di media pemeliharaan

Penelitian yang dilakukan Hanief et al.,(2014) menunjukkan bahwa perbedaan komposisi campuran dalam formulasi pakan mempengaruhi nilai rasio efisiensi protein, dimana seiring dengan meningkatnya kadar protein pada formulasi pakan akan meningkatkan nilai rasio efisiensi protein pada ikan. Penambahan probiotik pada pakan juga turut membantu proses pencernaan dengan baik sehingga mampu digunakan ikan untuk tumbuh dengan baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sabariah (2010) yang menyatakan bahwa penambahan isolat probiotik pada pakan dapat meningkatkan laju pertumbuhan ikan. Pertumbuhan merupakan proses yang terjadi di dalam tubuh organisme yang menyebabkan penambahan bobot atau protein dalam jangka waktu tertentu. Secara

morfologis pertumbuhan diwujudkan dalam perubahan bentuk (metamorfosis), sedangkan secara energetik pertumbuhan dapat diekspresikan dengan perubahan kandungan total energi (kalori) tubuh pada periode tertentu (Anggoro, 2007).

Pemberian probiotik dalam pakan pada memberikan pengaruh yang nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik lele dumbo. Bakteri kandidat probiotik yaitu *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas putida* yang dicampurkan pada pakan diduga mampu memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan lele dumbo. Kecernaan pakan meningkat dengan adanya penambahan probiotik dalam pakan dibandingkan dengan pakan tanpa pemberian probiotik. Enzim-enzim ini khusus yang dimiliki oleh bakteri ini sangat membantu dalam pemecahan molekul kompleks menjadi molekul sederhana sehingga akan mempermudah pencernaan lanjutan penyerapan oleh saluran pencernaan ikan. Peningkatan nilai nutrisi pakan dengan probiotik memiliki mekanisme dalam menghasilkan beberapa enzim exogenous untuk pencernaan pakan seperti amilase, protease, lipase, dan selulase. Enzim exogenous tersebut akan membantu enzim endogenous di inang untuk menhidrolisis nutrisi pakan (Anggoro, 2007).

4. Kelangsungan Hidup Ikan Lele

Sintasan atau kelangsungan hidup diartikan, presentase kelangsunghidupan organisme dalam periode waktu tertentu. Hasil penelitian menunjukkan pemberian pakan berbahan baku limbah perut ikan terfermentasi memiliki nilai kelangsungan hidup yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$) pada benih ikan lele. Hal tersebut diduga benih ikan lele dapat beradaptasi dengan baik dengan pakan yang diberikan, sehingga dengan perlakuan penambahan dosis yang berbeda tingkat kelangsungan hidup menunjukkan nilai yang tidak berbeda secara signifikan selain itu benih ikan lele mampu menyesuaikan diri dengan kualitas air media pemeliharaan selama penelitian. Selain itu pengaruh fermentasi bahan baku pakan limbah perut ikan diduga menjadi salah satu faktor sehingga tingkat kelangsungan hidup benih ikan lele tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Menurut Fitria (2012), tingkat kelangsungan hidup sangat dipengaruhi oleh kualitas air terutama suhu dan kandungan oksigen. Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan. Suhu dapat mempengaruhi aktifitas ikan, seperti pernafasan dan reproduksi. Suhu air sangat berkaitan dengan konsentrasi oksigen terlarut dan laju konsumsi oksigen ikan faktor Tingkat kelulushidupan yang baik dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang optimal. Kondisi lingkungan yang baik dapat memungkinkan ikan tumbuh dengan baik. Menurut Trisnawati et al.,(2014) yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya kelulushidupan suatu organisme adalah faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik antara lain kompetitor, kepadatan populasi, umur dan kemampuan organisme

dengan lingkungan sedangkan faktor abiotik seperti suhu, oksigen terlarut, pH dan kandungan ammonia.

Manfaat fermentasi pada bahan baku limbah perut ikan menunjukkan mikroorganisme setelah fermentasi mampu meningkatkan kemampuan ikan dalam mencerna nutrisi pakan sehingga selama pengamatan ikan selalu aktif dalam sangat lincah. Selain itu Setiawati Endang *et al.*, (2013) menyatakan mikroorganisme dalam proses fermentasi dapat mendominasi di saluran pencernaan ikan dan bakteribakteri patogen akan berkurang keberadaannya sehingga ikan akan memanfaatkan bakteri baik tersebut untuk tumbuh dan ikan menjadi sehat. Menurut Ginting dan Krisnan (2006), fermentasi dapat menurunkan kandungan serat kasar dan meningkatkan kandunganprotein sejati. Kadar BETN pakan dalam penelitian ini juga mengalami penurunan.

Hal ini sesuai dengan pendapat Gazali (2014), pada saat fermentasi mikroorganisme mencerna bahan organik yang mudah terdegradasi seperti karbohidrat, dimana karbohidrat adalah komponen utama yang terkandung BETN. Telah membuktikan bahwa proses fermentasi dengan air beras pada perut ikan tongkol dapat memperbaiki nilai gizi pakan diantaranya dapat meningkatkan protein dan juga menurunkan serat kasar pakan, sesuai dengan pendapat Afrianto dan Liviawaty (2005) yang menyatakan bahwa nilai gizi pakan meningkat karena proses fermentasi akan merombak senyawa kompleks menjadi sederhana sehingga mudah diserap oleh tubuh ikan. Kadar protein pakan yang difermentasi mengalami peningkatan meskipun hanya sedikit yaitu sebesar 0,87%. Protein sangat penting untuk pertumbuhan ikan sehingga dalam penelitian ini pakan yang

difermentasi menghasilkan laju pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pakan yang tidak difermentasi. Selain kadar protein yang meningkat, serat kasar dan lemak pakan mengalami penurunan. Untuk membantu pemanfaatan protein yang terkandung dalam pakan dibutuhkan bantuan mikroorganisme proteolitik yang dapat memecah protein menjadi polipeptida, oligopeptida dan asam amino yang bisa langsung dimanfaatkan oleh tubuh ikan untuk membantu pertumbuhannya (Yusuf, 2012). Penurunan serat kasar pakan memudahkan penyerapan pakan oleh ikan lele karena serat kasar sangat sulit untuk dicerna ikan lele yang merupakan ikan omnivora yang cenderung karnivora.

Menurut Andri Hendriyana (2010) Tingkat kelangsungan hidup lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) dapat mencapai 80% - 90% , dengan demikian masih menunjukkan kisaran kelangsungan hidup yang baik selama masa pemeliharaan.

5. Kualitas Air pemeliharaan

Perairan yang memiliki suhu tinggi akan mempengaruhi proses metabolisme ikan, semakin tinggi suhu akan menyebabkan ikan cenderung mengkonsumsi pakan lebih banyak atau proses metabolisme dari ikan akan meningkat. Tingkat konsumsi pakan yang lebih tinggi akan cenderung menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan jika tingkat konsumsi pakannya lebih sedikit. Sesuai pendapat Amin(2007) bahwa tingkat konsumsi pakan yang lebih tinggi akan cenderung menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan jika tingkat konsumsi pakannya lebih sedikit.

Kandungan oksigen terlarut untuk pertumbuhan ikan lele minimum 5 mg/liter menurut Ghufron (2011). Konsentrasi DO menjadi indikator adanya pencemaran organik (Siahaan et al., 2011). Kandungan oksigen (O_2) digunakan oleh ikan untuk pernapasan. Oksigen yang diserap akan digunakan untuk aktivitas tubuh seperti bergerak, bertumbuh dan berkembang biak sehingga tidak boleh kekurangan agar aktifitas terus berlangsung. Kandungan oksigen (O_2) optimum 5 – 6 ppm. Kandungan oksigen terlarut yang baik untuk pertumbuhan ikan Lele diatas 4 ppm (Susanto, 2009). . Ikan lele termasuk jenis ikan yang tahan dalam kondisi kekurangan oksigen. Jika terjadi kekurangan oksigen, ikan lele akan mengambil langsung oksigen dari udara bebas. Bahkan, ikan lele dapat hidup beberapa lama di daratan tanpa air (Amri dan Khairuman, 2003). Oksigen terlarut sangat diperlukan untuk respirasi dan metabolisme serta kelangsungan hidup organisme (Effendi, 2003). Menurut Ratnasari (2011), kadar oksigen yang baik untuk menunjang pertumbuhan ikan lele secara optimum harus lebih dari 3 mgL-1 Menurut SNI (2015) kebutuhan oksigen minimal 3 mg/L. Menurut Rachmawati et al.,(2015) konsentrasi oksigen yang baik untuk ikan lele tidak boleh kurang dari 3 mg/l. Oksigen yang rendah umumnya diikuti dengan meningkatnya amoniak dan karbondioksida di air yang menyebabkan proses nitrifikasi menjadi terhambat sehingga mengganggu kelulushidupan ikan.

Kenaikan suhu dalam kolam pemeliharaan diduga akibat adanya pengaruh dari lingkungan dan aktivitas ikan dalam kolam. Karena kolam perlakuan berada di tempat terbuka, Ikan tersebut sering bergerak untuk mencari tempat berteduh. Ikan juga aktif bergerak untuk mencari pakan di dalam

kolam. Suhu merupakan salah satu parameter penting bagi kehidupan, karena suhu lingkungan akan mempengaruhi aktivitas metabolisme di dalam sel tubuh. Suhu pada lingkungan akuatik relatif stabil sehingga cukup membantu biota akuatik untuk menjaga keseimbangan suhu air dan suhu tubuhnya. Ikan menjaga suhu tubuhnya dengan melepaskan panas melalui insang (Isnaeni, 2006). Panas metabolisme yang dibangkitkan oleh otot renang hilang ke air sekitarnya ketika darah lewat melalui insang, dan aorta dorsal besar mengirimkan darah secara langsung ke arah dalam dan mendinginkan bagian dalam tubuh (Campbell dkk, 2004).

Menurut BSN (2009) suhu air optimum untuk mendukung pertumbuhan ikan Lele (*Clarias sp*) berkisar antara 25-32⁰C, namun menurut Arie, (1999) ikan Lele (*Clarias sp*) mampu hidup pada suhu antara 14-38⁰C. Menurut Arie, U (1999) ikan lele bias hidup pada suhu 14-38⁰C. Hal ini sejalan dengan pernyataan Rukmana (1997) bahwa lingkungan tumbuh yang paling ideal untuk usaha budidaya ikan lele adalah perairan tawar yang memiliki suhu antara 14-38⁰C atau suhu optimal 25-30⁰C.

Jika suhu lebih rendah, aktivitas dan nafsu makan lele sangkuriang akan berkurang sehingga akan mengakibatkan pertumbuhan lele sangkuriang menjadi terhambat (Supriyanto, 2010). Kenaikan suhu dapat menimbulkan berkurangnya kandungan oksigen sehingga asupan oksigen berkurang dan dapat menimbulkan stress pada ikan akibat kerusakan insang karena ikan berusaha menyesuaikan suhu tubuhnya dengan suhu di sekitarnya (Murugaian, 2008). Suhu yang sesuai akan meningkatkan aktivitas makan ikan sehingga menjadikan ikan menjadi lebih cepat

tumbuh (Madinawati, 2011). Menurut Bey (2007), kenaikan suhu dapat juga mengakibatkan meningkatnya daya racun dari suatu polutan terhadap organisme akuatik.

Menurut Basahudin (2009), ikan lele hidup dalam pH kisaran 6-9. Walaupun demikian, ikan air tawar tetap dapat mentolerir pH air dengan kisaran 4-10 (Wahyuningsih, 2004). Dengan demikian, pH air selama penelitian masih bisa ditoleransi oleh lele sangkuriang. Biota akuatik sensitif terhadap pH yang ekstrim, dalam arti air sangat asam atau basa, hal ini disebabkan oleh efek osmotik (Achmad, 2004). Perubahan pH dapat menyebabkan ikan menjadi stress sehingga dapat terserang penyakit, dan secara tidak langsung rendahnya pH dapat menyebabkan kerusakan pada kulit sehingga memudahkan infeksi oleh patogen (Asniatih, 2011). Air yang sangat alkali atau air yang bersifat basa biasanya mengandung padatan terlarut yang tinggi. Dalam kebanyakan air alami alkalinitas disebabkan oleh tingginya kandungan HCO_3^- dan memiliki konsentrasi karbon organik yang tinggi (Achmad, 2004).

Peningkatan nilai pH terjadi seiring dengan peningkatan nilai alkalinitas. Ion hidrogen yang dilepaskan ke dalam air (dari proses penguraian amoniak dan nitrit) bereaksi dengan asam karbonat menjadi asam bikarbonat. Ion bikarbonat bersifat basa sehingga pH mengalami peningkatan (Effendi, 2006). Menurut Wetzel (1983) dalam Izzati (2011) menyatakan perubahan pH ditentukan oleh aktivitas fotosintesis dan respirasi dalam ekosistem. Fotosintesis memerlukan karbon dioksida yang oleh komponen autotrof akan dirubah menjadi monosakarida. Penurunan karbondioksida dalam ekosistem akan meningkatkan pH perairan.

Sebaliknya proses respirasi dalam ekosistem akan meningkatkan jumlah karbondioksida sehingga pH perairan menurun.

Pusat Penyuluhan Kelautan dan Perikanan, (2011) menyebutkan pH yang mendukung pertumbuhan ikan adalah 6,5–8,5. pH optimal untuk ikan lele adalah antara 7-8, namun demikian ikan masih mampu hidup pada pH 4-12. Ghufuran, (2011) mengatakan secara umum angka pH yang ideal adalah antara 4 – 9, namun untuk pertumbuhan yang optimal untuk ikan lele, pH yang ideal adalah berkisar antara 6 – 8, Pertumbuhan ikan akan terhambat bila pH tidak sesuai dengan kebutuhan organisme tersebut. Dalam penelitian ini, hasil pengukuran pH di dalam wadah pemeliharaan berkisar antara 6,0 – 7,2. Ini menunjukkan bahwa pH di dalam wadah penelitian masih relatif aman bagi kehidupan ikan lele yang dipelihara. Menurut Effendi (2003) menyatakan bahwa pH air berpengaruh terhadap proses fisiologis di dalam tubuh organisme akuatik, termasuk ikan. Selanjutnya Olem (1994) dalam Prakoso (2014) menyatakan proses biokimiawi perairan, seperti nitrifikasi sangat dipengaruhi oleh pH.

Nilai kesadahan tersebut termasuk dalam kisaran yang sadah dan sangat sadah. Menurut Effendi (2003), nilai kesadahan kurang dari 15 mgL⁻¹ CaCO₃ ekuivalen, akan menyebabkan pertumbuhan organisme perairan menjadi lambat dan bahkan akan menyebabkan kematian. Nilai kesadahan >300 mgL⁻¹ CaCO₃ ekuivalen dalam perairan baik untuk menunjang kehidupan organisme perairan. Hal ini juga didukung oleh Sitio (2008), air yang sangat sadah lebih baik untuk keperluan budidaya karena mampu menyediakan kebutuhan kalsium dan mengurangi kerja osmotik pada ikan air tawar..

Menurut Boyd (1982) dalam Purwanti *et al.* (2014) lele dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH antara 6,5-9. Menurut Effendi (2003), sebagian besar ikan dapat beradaptasi dengan baik pada lingkungan perairan yang mempunyai pH berkisar antara 5-9. Berdasarkan persamaan kurva regresi polynomial menunjukkan bahwa nilai salinitas berkorelasi positif dengan nilai pH, terlihat bahwa nilai pH mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya salinitas. Alkalinitas sangat berperan dalam produktivitas perairan yaitu sebagai penyangga terhadap perubahan pH.

Nilai alkalinitas yang diperoleh selama penelitian berkisar 64,32-239,80 mg/L-1, nilai tersebut menunjukkan nilai alkalinitas yang baik untuk ikan sehingga tidak terjadi perubahan pH yang drastis. Hal ini mengacu pada Boyd (1988) dalam Hastuti *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa nilai alkalinitas yang baik pada perairan berkisar antara 30-500 mg/L-1. Hasil kurva regresi polynomial menunjukkan bahwa nilai salinitas berkorelasi positif dengan alkalinitas dimana nilai alkalinitas semakin meningkat seiring dengan penambahan salinitas. Menurut Effendi (2003) bahwa semakin tinggi nilai pH semakin tinggi pula nilai alkalinitas. Alkalinitas ditentukan oleh jumlah asam yang dibutuhkan untuk mereduksi pH. Jika jumlah asam yang ditambahkan banyak, maka alkalinitas tinggi. Sebaliknya, jika pH turun cepat, penambahan asam akan sedikit, dengan demikian alkalinitas rendah

Amonia merupakan limbah nitrogen utama yang dihasilkan oleh hewan air. Akumulasi buangan metabolik dan sisa pakan yang tidak termakan mengakibatkan peningkatan kandungan amonia, ketika ekskresi amonia dalam

darah meningkat dan jaringan ikan meningkat. Amonia pada konsentrasi lebih dari 0,04 mg/liter berbahaya bagi ikan, karena dapat menurunkan kapasitas darah untuk membawa oksigen sehingga jaringan pada tubuh ikan akan kekurangan oksigen (Amrial, 2009). Semakin tinggi pH air, maka daya racun amonia semakin meningkat sebab sebagian besar berada dalam bentuk NH_3 , sedangkan amonia dalam bentuk molekul (NH_3) lebih beracun dari pada yang berbentuk ion NH_4^+ . Amonia dalam bentuk molekul dapat menembus bagian membran sel lebih cepat dari pada ion NH_4^+ (Colt dan Amstrong, Ghufuran 2011). Kandungan (NH_3) tidak boleh lebih dari 1 mg/L. 13 Kadar amonia tertinggi yang masih dapat ditolerir oleh lele adalah 1,4 mg/L (Sudjana 1988; Minggawati 2001; Ghufuran 2011). Hasil penelitian Hastuti dan Subandiyono (2015) ikan lele mampu mentoleransi amonia sampai 5,70 mg/L-1. Menurut Yuen dan Chew (2010), beberapa spesies ikan mampu mendetoksi amonia menjadi glutamin dan urea. Menurut Das dan Braja (1996), ikan lele mampu mengkonversi amonia menjadi asam amino seperti glutamat oleh enzim glutamat dehidrogenase dan asam amino glutamin yang bertujuan untuk proses detoksifikasi. Kemudian mentransportasi amonia keluar tubuh ikan melalui hati dan ginjal selama proses ureogenesis dan melalui insang selama proses ekskresi.

Dalam sistem pemeliharaan ikan, amonia berasal dari ekskresi sisa metabolisme ikan, hasil degradasi feses ikan maupun sisa pakan (Hastuti dan Subandiyono, 2010). Laju pembentukan senyawa amonia ini ditentukan oleh laju proses metabolik hewan-hewan tersebut. Faktor lain yang mempengaruhi hasil amonia adalah suhu, ukuran ikan, aktivitas, kesehatan ikan, kandungan protein

dalam pakan serta faktor lingkungan lain yang berhubungan dengan laju metabolik ikan. Kenaikan suhu yang terjadi juga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya kenaikan kadar amoniak di dalam air.

Menurut Mayunar (1990), kenaikan suhu air dan penurunan salinitas menyebabkan terjadinya kenaikan kadar ammonia. Selain itu, dengan adanya penambahan mikroba ke dalam kolam menyebabkan terjadinya persaingan pemanfaatan sumber karbon yang terbatas antara mikroorganisme sehingga bakteri heterotrof yang secara alami terbentuk di dalam kolam tak bisa melakukan aktivitas menguraikan amoniak. Penurunan kadar amoniak yang terjadi diduga disebabkan karena pertumbuhan mikroba heterotrof yang cukup baik sehingga ada aktifitas oleh bakteri heterotrof yang menguraikan amoniak dan mengubahnya menjadi biomassa. Biomassa tersebut bisa dimanfaatkan oleh ikan lele sebagai makanan tambahan sehingga kebutuhan pakannya semakin terpenuhi.

Penurunan kadar amonia dalam air disebabkan oleh adanya aktifitas bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi yang terdapat dalam air yang mengubah amoniak menjadi nitrit, nitrat dan gas nitrogen. Amoniak dan nitrat juga dapat diasimilasi oleh fitoplankton yang dapat dimanfaatkan oleh organisme budidaya sebagai pakan alami (Ebeling dkk, 2006). Amonia merupakan salah satu bentuk N anorganik yang berbahaya bagi ikan. Air yang mengandung amonia tinggi bersifat toksik karena akan menghambat ekskresi ikan (Shafrudin dkk, 2010). Dampak dari penimbunan zat toksik dalam kolam pemeliharaan dapat menimbulkan gejala stress, menurunkan nafsu makan, timbulnya berbagai macam penyakit dan pada akhirnya akan mengakibatkan kematian pada ikan lele (Aquarista dkk, 2012).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Perlakuan penambahan limbah perut ikan terfermentasi air beras dengan dosis berbeda tidak berpengaruh ($p > 0,05$) terhadap laju pertumbuhan harian, pertumbuhan mutlak dan sintasan tetapi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap efisiensi pakan ikan lele (*Clarias sp.*)
2. Penambahan 75% limbah perut ikan terfermentasi per kg pakan menunjukkan pemanfaatan pakan paling efisien dibanding perlakuan yang lain.

B. SARAN

Saran yang dapat diberikan yaitu penambahan 75% limbah perut ikan terfermentasi air beras per kg pakan dapat meningkatkan efisiensi pakan pada ikan lele, sehingga peneliti menyarankan untuk menekan biaya penggunaan pakan komersil pembudidaya dapat memanfaatkan limbah perut ikan terfermentasi sebagai bahan baku tambahan pakan ikan. Selain itu akan menjadi informasi bagi pembudidaya ikan lele dalam memanfaatkan limbah perut ikan sebagai suplemen pada pakan.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianto, E. dan E. Liviawaty. 2005. *Pakan Ikan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Akib, M. A., Setiawaty, H., & Haniarti. (2014). Improving the Quality of “ Leri ” Rice Washing Waste by Different Period of Fermentation and Yeast Concentration as an Alternative Liquid Organic Fertilizer. *International Journal of Agriculture System (IJAS)*, 2(2), 153–162.

Amarwati H., Subandiyon, dan Pinandoyo. 2015. Pemanfaatan tepung daun singkong (*Manihot utilissima*) yang difermentasi dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan benih Ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*). *Journal of aquaculture management and technology*. 4 (2): 51-59 hlm.

Andi Offset Ahmadi, H., Iskandar, N. Kurniawati. 2012. Pemberian Probiotik dalam Pakan terhadap Pertumbuhan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada Pendederan II. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 3(4): 99-107.

Andriyanto, S., N. Listyanto, R. Rahmawati. 2010. Pengaruh Pemberian Probiotik dengan Dosis yang Berbeda terhadap Sintasan dan Pertumbuhan Benih Jambal (*Pangsius djambal*). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur* 117-122.

Aquarista, F., Iskandar, U. Subhan. 2012. Pemberian Probiotik dengan Carrier Zeolit pada Pembesaran Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal perikanan dan Kelautan* 3(4): 133-140.

Arief M, Nur F, Sri S. 2014. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda pada Pakan Komersial Terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias sp.*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 6(1):49-53. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia* Sitio, et al. (2017)

Aryansyah, H., I. Mokoginta, D. Jusadi. 2007. Kinerja Pertumbuhan Juvenil Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp.*) yang Diberi Pakan dengan Kandungan Kromium Berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 6(2) :171-176.

Asniatih, M. Idris, K. Sabilu. 2013. Studi Histopatologi pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang Terinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophilla*. *Jurnal Mina Laut Indonesia* 3(12): 13-21.

Arief M., Nur F. dan Sri S. 2014. Pengaruh Pemberian Probiotik Berbeda Pada Pakan Komersial Terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias Sp.*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 6 (1) : 1-5 hal.

Avnimelech Y. 1999. Carbon Nitrogen Ratio as a Control Element in Aquaculture Systems. *Aquakultur* 176. DeSchryver, P., R. Crab, T. Defoirdt, N. Boon, and W.

- Verstraete.2008.TheBasicof Bio-flocs Technology: TheAdded Value forAquaculture, 277: 125–137.
- Balcázar, J. L., Vendrell, D., de Blas, I., Ruiz-Zarzuola, I., Muzquiz, J. L., & Girones, O. (2008). Characterization of probiotic properties of lactic acid bacteria isolated from intestinal microbiota of fish. *Aquaculture*, 278(1–4), 188–191. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.03.014>
- Basahudin, M. S. 2009. Panen Lele 2,5 Bulan. Depok: Penebar Swadaya.
- Ben Rebah, F., & Miled, N. (2013). Fish processing wastes for microbial enzyme production: a review. *3 Biotech*, 3(4), 255–265. <https://doi.org/10.1007/s13205-012-0099-8>
- Bey, Y., S. Wulandari, Sukatmi. 2007. Dampak Pemberian Pakan Pellet Ikan terhadap Pertumbuhan Kiapu. Riau: Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA FKIP.
- Dave, D., & Routray, W. (2018). Current scenario of Canadian fishery and corresponding underutilized species and fishery byproducts: A potential source of omega-3 fatty acids. *Journal of Cleaner Production*, 180, 617–641. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.091>
- Dave, D., V. Ramakrishnan, V., Trenholm, S., Manuel, H., Pohling, J., & Murphy, W. (2014). Marine Oils as Potential Feedstock for Biodiesel Production: Physicochemical Characterization. *Journal of Bioprocessing & Biotechniques*, 04(05). <https://doi.org/10.4172/2155-9821.1000168>
- Ebeling, J.M., Timmons, M.B., Bisogni, J.J., 2006. Engineering Analysis of the Stoichiometry of Photoautotrophic, Autotrophic and Heterotrophic Removal of Ammonia-Nitrogen in Aquaculture Systems. *Aquaculture* 257: 346—358.
- Effendi, I., H.J. Bugri, Widanarni. 2006. Pengaruh Padat Penebaran terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Gurami *Osphronemus gouramy* Lac. ukuran 2 cm. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 5(2): 127-135.
- Effendie, M.I. 2003. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Ekasari, J. 2009. Teknologi Bioflok: Teori dan Aplikasi dalam Perikanan Budidaya Sistem Intensif. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 8(2): 117-126.
- Elpawati. 2013. Degradasi Sampah Organik dengan Effective Microorganism 10 (EM10). Laporan Tahunan Dosen. Universitas Islam Negeri Jakarta. Tidak Dipublikasikan.
- Endang Setiawati, J., & Adiputra dan Siti Hudaidah, Y. (2013). Pengaruh Penambahan Probiotik Pada Pakan Dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan, Kelulushidupan, Efisiensi Pakan Dan Retensi Protein Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). *e-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(2), 2302–3600.

- Estriyani, A. 2013. Pengaruh Penambahan Larutan Kunyit (*Curcuma longa*) pada Pakan terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*).skripsi.Semarang: IKIP PGRI Semarang.
- Esteban, M. B., García, A. J., Ramos, P., & Márquez, M. C. (2007). Evaluation of fruit-vegetable and fish wastes as alternative feedstuffs in pig diets. *Waste Management*, 27(2), 193–200. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.01.004>
- Fitria, Y. 2008. Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Limbah Cair Industri Perikanan Menggunakan Asam Asetat dan EM4 (Effective Microorganism 4). Skripsi. Bogor: IPB.
- Fitria AS. 2012. Analisis Kelulushidupan dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) F5 D30-D70 pada Berbagai Salinitas. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 1(1):18-34.
- Gildberg, A. (2002). Enhancing returns from greater utilization. In H. Allan Bremner (Ed.), *Safety and Quality Issues in Fish Processing* (first, pp. 425–449). Cambridge: Woodhead Publishing Limitedon. <https://doi.org/10.1533/9781855736788.2.220>
- Ginindza, J. (2012). Effect of protein levels on nutrient and energy digestibility in diet of arctic charr (*Salvelinus alpinus*).
- Ginting S. P., dan Krisnan R. 2006. Pengaruh Fermentasi Menggunakan Beberapa Strain *Trichoderma* Dan Masa Inkubasi Berbeda Terhadap Komposisi Kimiawi Bungkil Inti Sawit. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, 939-944.
- Ghufran. M, Kordi K.H. 2010. Budidaya Ikan Lele di Kolam Terpal. Yogyakarta :
- Handajani, H. (2014). Peningkatan kualitas silase limbah ikan secara biologis dengan memanfaatkan bakteri asam laktat. *Gamma*, 9(2), 31–39.
- Hasan, F., Shah, A. A., & Hameed, A. (2006). Industrial applications of microbial lipases. *Enzyme and Microbial Technology*, 39(2), 235–251. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2005.10.016>
- Hastuti dan Subandiyono. 2014. Performa Produksi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) Yang Dipelihara Dengan Teknologi Biofloc. *Jurnal Saintek Perikanan*, 10 (1) : 37-42 hal.
- Hastuti YP, Djokosetiyanto D, Ide P. 2012. Penambahan Kapur CaO pada Media Bersalinitas untuk Pertumbuhan Benih Ikan Patin (*Pangasius hypotalamus*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 11(2):168-178.
- Hastuti S, Subandiyono. 2015. Kondisi Kesehatan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*, Burch) yang Dipelihara dengan Teknologi Biofloc. *Jurnal Saintek Perikanan*. 10(7):74-79.

- Hendriana. A. 2010. *Pembesaran Lele di Kolam Terpal*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Indriani, Y.H. 1999. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Hermawan T. E. S. A., Agung S., dan Slamet B. P. 2014. Pengaruh Padat Tebar Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Lele (*Clarias Gariepinus*) Dalam Media Bioflok. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3 (3) : 35-42 hal.
- Hidayatullah, R. (2012). *Pemanfaatan Limbah Air Cucian Beras Sebagai Substrat Pembuatan Nata de Leri dengan Penambahan Kadar Gula Pasir dan Starter Berbeda*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Hidayah U. 2013. Penentuan Kondisi Isoosmotik Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Patin (*Pangasius sp.*) Berdasarkan Gradien Daya Hantar Listrik (DHL) Media dan Tubuh Ikan, Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Imron, A., Agung S. dan Dicky H. 2014. Pengaruh Rasio C/N Berbeda Terhadap Rasio Konversi Pakan Dan Pertumbuhan Benih Lele (*Clarias Sp.*) Dalam Media Bioflok. *Journal Of Aquaculture Management And Technology*, 3 (3) : 25
- Irianto, A. 2007. Potensi mikroorganisma : di atas langit ada langit. Ringkasan orasi ilmiah di fakultas Biologi universitas jenderal sudirman tanggal 12 mei.
- Istiqamah, N. (2012). Efektivitas pemberian air cucian beras coklat terhadap produktivitas ranaman kacang hijau (*Phaseolus radiatus L.*) pada lahan rawa Lebak. *Ziraa'ah*, 33(1), 99–108.
- Jini, R., Swapna, H. C., Rai, A. K., Vrinda, R., Halami, P. M., Sachindra, N. M., & Bhaskar, N. (2011). Isolation and characterization of potential lactic acid bacteria (LAB) from freshwater fish processing wastes for application in fermentative utilisation of fish processing waste. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42(4), 1516–1525. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822011000400039>
- Kalsum, U., Fatimah, S., & Wasonowati, C. (2011). Efektivitas pemberian air leri terhadap pertumbuhan dan hasil jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*). *Agrovigor*, 4(2), 86–92.
- Kristinsson, H. G., & Rasco, B. A. (2000). *Fish protein hydrolysates: Production, biochemical, and functional properties*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (Vol. 40). <https://doi.org/10.1080/10408690091189266>
- Lily Publisher. Hastuti, S., Subandiyono. 2011. Performa Hematologis Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dan Kualitas Air Media pada Sistem Budidaya Dengan Penerapan Kolam Biofiltrasi. *Jurnal Saintek Perikanan*, 6(2) : 1-5.
- Li, P., D.M. Gatlin III. 2006. Nucleotide Nutrition in Fish: Current Knowledge and Future Applications. *Aquaculture* 251: 141-152.

- Limbong, W. 2005. Pengolahan Limbah Cair Mengandung Amoniak dengan Gelembung CO₂. Tesis. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Madinawati, N. Serdiati, Yoel. 2011. Pemberian Pakan yang Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Media Litbang Sulteng* IV(2): 83-87.
- Marlina E. 2011. Optimasi Osmolaritas Media dan Hubungannya dengan Respon Fisiologi Benih Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*). Tesis. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mahato, U. 2005. Characterization of Native Isolates of *Trichoderma* spp. and Cloning of Endochitinase Gene. Tesis. Dharwad: University of Agricultural Science.
- Maishela, B., Suparmono, R. Diantari, M. Muhaemin. 2013. Pengaruh Fotoperiode terhadap Pertumbuhan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* 1(2): 145-150.
- Manurung, U.N., H. Manoppo, R.A. Tumbol. 2013. Evaluation of baker's yeast (*Saccharomyces cereviceae*) in Enchancing Non Specific Immune Response and Growth of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Budidaya Perairan* 1(1): 8-14.
- Mo, W. Y., Man, Y. B., & Wong, M. H. (2018). Use of food waste, fish waste and food processing waste for China's aquaculture industry: Needs and challenge. *Science of the Total Environment*, 613–614, 635–643. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.321>
- Mondal, K., Kaviraj, A., & Mukhopadhyay, P. K. (2011). Partial replacement of fishmeal by fermented fish-offal meal in the formulation of diet for Indian minor carp *Labeo bata*. *Journal of Applied Aquaculture*, 23(1), 41–50. <https://doi.org/10.1080/10454438.2011.549783>
- Muchlisin, Z.A, A. Damhoeri, R. Fauziah, Muhammadar, M. Musman . 2003. Pengaruh Beberapa Jenis Pakan Alami terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Larva Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Biologi* 3(2):105-113.
- Murugaian, P., V. Ramamurthy, N. Karmegam. 2008. Effect of Temperature on the Behavioural and Physiological Responses of Catfish, *Mystus gulio*(Hamilton). *Journal of Applied Sciences Research* 4(11); 1454-1457.
- Najiyati S dan Lili M. 2015. Mengenal Tipe Lahan Rawa Gambut. *Wetlands International- Indonesia Programme*, Bogor.
- Nasrudin. 2010. *Jurus Sukses Beternak Lele Sangkuriang*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Nengsih. 2002. Penggunaan EM4 dan DT1000-WTA dalam Pembuatan Pupuk Organik Cair dan Padat dari Isi Rumen Limbah RPH. Skripsi. Bogor: IPB.

- Negara I. K. W., Marsoedi dan Edi S. 2015. Strategi pengembangan budidaya lele dumbo Clariassp. melalui Program pengembangan usaha mina pedesaan perikanan budidaya Di kabupaten buleleng. *Jurnal. Manusia dan lingkungan*. 22 (3): 365-371 hlm.
- Newton, R., Telfer, T., & Little, D. (2014). Perspectives on the Utilization of Aquaculture Coproduct in Europe and Asia: Prospects for Value Addition and Improved Resource Efficiency. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(4), 495–510. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.588349>
- Nirmala K, Lesmono DP, Djokosetiyanto D. 2005. Pengaruh Teknik Adaptasi Salinitas Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Patin (*Pangasius sp.*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 4(1):25- 30.
- Nuraini, A. Trisna. 2006. Respons Broiler terhadap Ransum yang Mengandung Bungkil Inti Sawit Fermentasi dengan *Penicillium sp.* *Jurnal Agribisnis Peternakan* 2(2): 45-48.
- Panjaitan,P. 2011. Effect of C:N Ratio Levels on Water Quality and Shrimp Production Parameters in *Penaeus monodon* Shrimp Culture with Limited Water Exchange Using Molasses as a Carbon Source. *ILMU KELAUTAN* 16(1): 1-8.
- Pelczar. M. J, E. C. S. Chan. 2006. Dasar-dasar Mikrobiologi Jilid 2 Terj. dari *Elements of Microbiology* oleh R.S. Hadioetomo, T. Imas, S.S. Tjitrosomo . Jakarta: UI-Press.
- Peranginangin, R., Ma'ruf, W.F., Tazwir, Hak, N., Suryanti, Ayudiarti, D.L., Maraskuranto, E., H. (2005). *Riset optimasi pemanfaatan limbah perikanan tulang dan kulit ikan. . Laporan Teknis Penelitian Pengolahan Produk*. Jakarta.
- Purnomo, P. D. 2012. Pengaruh Penambahan Karbohidrat Pada Media Pemeliharaan Terhadap Produksi Budidaya Intensif Nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*.1 (1): 161-179 hal.
- Purwanti SC, Suminto, Agung S. 2014 Gambaran Profil Darah Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang Diberi Pakan dengan Kombinasi Pakan Buatan dan Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 3(2):53-60.
- Putra, A.N. 2010. Kajian Probiotik, Prebiotik dan Sinbiotik untuk meningkatkan Kinerja Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Thesis. Bogor: IPB.
- Putri,F.S. Z. Hasan, K. Haetami. 2012. Pengaruh Pemberian Bakteri Probiotik pada Pelet yang Mengandung *Kaliandra (Calliandracalothyrsus)* terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Nila. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 3(4): 283-291.

- Purwantisari, S., R.B. Hastuti. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang dengan Menggunakan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal. *Bioma* 11 (1): 24-32.
- Rai, A. K., Bhaskar, N., Halami, P. M., Indirani, K., Suresh, P. V., & Mahendrakar, N. S. (2009). Characterization and application of a native lactic acid bacterium isolated from tannery fleshings for fermentative bioconversion of tannery fleshings. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 83(4), 757–766. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-1970-3>
- Rana, K. J., Siriwardena, S., & Hasan, M. R. (2009). *Impact of rising feed ingredient prices on aquafeeds and aquaculture production*. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* (Vol. 541).
- Ratnasari D. 2011. Teknik Pembesaran Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Di Biotech Agro, Kabupaten Jombang, Propinsi Jawa Timur. Skripsi. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Rica A. 2015. Variasi Bagian Telur dan Persentasenya dengan Daging Ikan pada Proses Pengolahan Amplang Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*), Skripsi. Universitas Jember, Jember. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*
- Rustad, T. (2003). Utilization of marine by-product. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem.*, 2(4), 458–463.
- Satyani, D., N. Meilisza, L. Solichah. 2010. Gambaran Pertumbuhan Panjang Benih Ikan Botia (*Chromobotia macranchantus*) Hasil Budidaya pada Pemeliharaan dalam Sistem Hapa dengan Padat Penebaran 5 Ekor per liter. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Hlm: 395-402.
- Schneider O., Sereti V., Eding EH., & Verreth JAJ. 2006. Molasses as C source for heterotrophic bacteria production on solid fish waste. *Aquaculture* 261, 1239–1248. Sugih F.H. 2005. Pengaruh penambahan probiotik dalam pakan komersil terhadap pertumbuhan benih ikan gurami (*Osphronemus goramy* Lac.). [Skripsi]. Jurusan Perikanan, Unpad. Bandung.
- Shafrudin, D., Yuniarti, M. Setiawati. 2006. Pengaruh Kepadatan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias* sp.) terhadap Produksi pada System Budidaya. Dengan Pengendalian Nitrogen Melalui Penambahan Tepung Terigu. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 5(2): 137-147.
- Shirai, K., Guerrero, I., Huerta, S., Saucedo, G., Castillo, A., Obdulia Gonzalez, R., & Hall, G. M. (2001). Effect of initial glucose concentration and inoculation level of lactic acid bacteria in shrimp waste ensilation. *Enzyme and Microbial Technology*, 28(4–5), 446–452. [https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(00\)00338-0](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(00)00338-0)

- Silalahi, S. 2009. Analisis Kualitas Air dan Hubungannya dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik di Perairan Balige Danau Toba. Tesis. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Soares T. 2011. Kajian Usaha Benih Ikan Lele Dumbo Di Desa Tulungrejo, Kecamatan Pare, Kabupaten Kediri, Skripsi. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya.
- Sumpeno D. 2005. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp.*) pada Padat Penebaran 15, 20, 25, dan 30 ekor/liter dalam Pendederan secara Indoor dengan Sistem Resirkulasi, Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Stevens, J. R., Newton, R. W., Tlusty, M., & Little, D. C. (2018). The rise of aquaculture by-products: Increasing food production, value, and sustainability through strategic utilisation. *Marine Policy*, (August 2017), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.12.027>
- Sulistyoningsih, M. E. I. (2015). Pengaruh pemberian silase limbah ikan terhadap kadar protein daging dan lemak daging broiler sebagai upaya peningkatan kualitas pangan The influence of fish waste silage on protein and fat content of broiler meat. In *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon.* (Vol. 1, pp. 378–382). Masyarakat Biodiversitas Indonesia. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010235>
- Simanungkalit, R.D.M, D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, W. Hartatik. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati (Organic Fertilizer and Biofertilizer). Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Sitompul, S.O, E. Harpani, B. Putri. 2012. Pengaruh Kepadatan *Azolla sp.* yang Berbeda terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) pada Sistem Tanpa Ganti Air: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan 1(1): 17-24.
- Songgo Langit Persada. EM4 Perikanan dan Tambak. <http://em4-indonesia.com/em4-perikanan-tambak/>. diakses 6 Maret 2013 12.20.
- Suherman. H., Iskandar, S. Astuty. 2002. Studi Kualitas Air pada Petakan Pendederan Benih Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) di Kabupaten Indramayu. Bandung: Universitas Padjajaran.
- Supriyanto, 2010. Pengaruh Pemberian Probiotik dalam Pelet terhadap Pertumbuhan Lele Sangkuriang. *Jurnal FMIPA Universitas Negeri Semarang* 8 (1) : 17-25.
- Suriawiria, U. 2008. Mikrobiologi Air. Bandung: P.T. Alumni.
- Suwarni. 2009. Hubungan Panjang-Bobot dan Faktor Kondisi Ikan Butana *Acanthurus Mata* (Cuvier, 1829) yang Tertangkap di Sekitar Perairan Pantai Desa Mattiro Deceng, Kabupaten Pangkajene Kepulauan, Provinsi Sulawesi Selatan. *Torani (Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan)* 19 (3): 160 – 165.

- Suyanto, S.R. 2007. *Budidaya Ikan Lele edisi revisi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Vashishta, B.R, A.K. Sinha. 2008. *Botany for Degree Students: Fungi*. New Delhi :
- S.Chand&Company Ltd. Wahyuningsih, H., D. Supriharti. 2004. Kepadatan Populasi Ikan Jurung (*Tor sp.*) di Sungai Bahorok Kabupaten Langkat. *Jurnal Komunikasi Penelitian* 16 (5): 22-26.
- Tannock, G. W. (2004). A special fondness for lactobacilli. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(6), 3189–3194. <https://doi.org/10.1128/AEM.70.6.3189-3194.2004>
- Wardika A. S., Suminto, dan Agung S. 2014. Pengaruh Bakteri Probiotik Pada Pakan dengan Dosis Berbeda Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Lele Dumbo p(*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3 (4) : 9-17
- Widodo, Eko Pudji. 2009. *Tingkah Laku Makan Lele Sangkuriang (Clarias gariepinus Var.Sangkuriang) terhadap Beberapa Jenis Ikan*. Tesis. Depok: Universitas Indonesia.
- Wiratmaja,I.G. 2011. *Proses Fermentasi Limbah Rumput Laut Eucheuma cottonii sebagai Tahap Awal Pembuatan Etanol Generasi Kedua*. Thesis.Universitas Udayana.
- Wulandari AR, 2006. *Peran Salinitas Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Bawal Air Tawar (Colossoma macropomum)*, Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Yuen KIP and Chew SF. 2010. Ammonia Production, excretion, toxicity, and Defense in Fish a Review.*Frontiers in Physiology* 1:1-20.
- Yusuf, M., Agustono, D. K. Meles. 2012. Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar pada Kulit Pisang Raja yang Difermentasi dengan *Trichoderma viridaedan Bacillus subtilis* Sebagai Bahan Baku Pakan Ikan. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 4(1): 53-58
- Zhu, H., Gong, G., Wang, J., Wu, X., Xue, M., Niu, C., ... Yu, Y. (2011). Replacement of fish meal with blend of rendered animal protein in diets for Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt), results in performance equal to fish meal fed fish. *Aquaculture Nutrition*, 17(2). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2010.00773.x>

LAMPIRAN LAMPIRAN

Lampiran 1. Data pengukuran bobot ikan lele selama penelitian

Perlakuan	Hari	Ulangan			Rata-Rata	LPH	Rata-rata LPH	wt-w0
		1	2	3				
A (25 g)	0	2.49	2.5	3.75	2.91	3.78	4.22	7.67
	7	3.54	3.68	4.17	3.80	4.80		6.68
	14	5.08	5.82	5.04	5.31	4.50		5.37
	21	7.62	6.64	7.58	7.28	3.78		6.57
	28	10.16	9.18	9.12	9.49			
B (50 g)	0	2.52	2.3	3.75	2.86	9.20	4.79	9.51
	7	4.26	7.89	4.17	5.44	3.40		9.36
	14	7.52	8.15	5.04	6.90	3.66		5.37
	21	9.77	9.4	7.58	8.92	2.92		8.08
	28	12.03	11.66	9.12	10.94			
C (75 g)	0	2.52	2.3	3.75	2.86	9.20	4.79	9.51
	7	4.26	7.89	4.17	5.44	3.40		9.36
	14	7.52	8.15	5.04	6.90	3.66		5.37
	21	9.77	9.4	7.58	8.92	2.92		8.08
	28	12.03	11.66	9.12	10.94			
D (0 g)	0	1.99	2.28	3.25	2.51	2.79	4.31	6.92
	7	2.54	2.93	3.67	3.05	4.69		6.15
	14	3.83	5.07	3.79	4.23	4.25		4.53
	21	5.87	5.39	5.83	5.70	5.50		5.87
	28	8.91	8.43	7.78	8.37			

Lampiran 2. Data pemberian pakan yang butuhkan selama penelitian

Perlakuan	Kebutuhan Pakan Selama Penelitian					
	PER POPULASI (g)			Rata-rata (g)	FE (%)	rata-rata FE (%)
	1	2	3			
A (25 %)	61.01	61.25	91.88	71.38	8.28	11.24
	85.00	86.55	100.12	90.56	11.54	
	119.48	131.18	108.66	119.78	13.80	
	171.75	143.16	163.42	159.45	11.36	
B (50%)	61.74	56.35	91.88	69.99	15.22	14.13
	102.28	185.57	100.12	129.33	13.74	
	173.19	179.71	118.54	157.14	18.69	
	210.64	188.85	170.85	190.11	8.86	
C (75%)	61.74	56.35	91.88	69.99	19.19	20.12
	102.28	185.57	96.04	127.96	16.68	
	173.19	179.71	106.19	153.03	24.15	
	210.64	188.85	141.14	180.21	20.48	
D (0%)	48.76	55.86	79.63	61.41	7.83	11.94
	60.99	70.35	86.32	72.55	11.55	
	88.20	116.76	87.28	97.42	13.20	
	132.31	118.85	125.69	125.62	15.16	

Lampiran 3. Data Kelangsungan Hidup ikan lele selama penelitian

Perlakuan	Ulangan	Ikan Awal	Minggu Ke				Mati	Hidup	SR (%)	Rata-rata (%)
			I	II	III	IV				
A (25%)	1	50	1	1	2	2	6	44	88	86.67
	2	50	2	2	2	1	7	43	86	
	3	50	1	2	2	2	7	43	86	
	Total		4	5	6	5	20			
B (50%)	1	50	1	2	3	1	7	43	86	84.67
	2	50	2	3	4	2	11	39	78	
	3	50	1	1	2	1	5	45	90	
	Total		4	6	9	4	23			
C (75%)	1	50	1	2	3	2	8	42	84	75.33
	2	50	2	3	4	3	12	38	76	
	3	50	3	4	5	5	17	33	66	
	Total		6	9	12	10	37			
D (0%)	1	50	1	2	2	1	6	44	88	86.00
	2	50	1	2	2	2	7	43	86	
	3	50	2	1	2	3	8	42	84	
	Total		4	5	6	6	21			

Lampiran 4. Hasil Analisis Statistik Efisiensi Pakan

Descriptives								
FE (%)								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A (25 %)	4	11.2444	2.26847	1.13424	7.6347	14.8540	8.28	13.80
B (50 %)	4	14.1266	4.07905	2.03952	7.6359	20.6173	8.86	18.69
C (75 %)	4	20.1244	3.10982	1.55491	15.1760	25.0728	16.68	24.15
D (0 %)	4	11.9365	3.10911	1.55455	6.9892	16.8838	7.83	15.16
Total	16	14.3580	4.61027	1.15257	11.9013	16.8146	7.83	24.15
Test of Homogeneity of Variances								
EF (%)								
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.				
	.336	3	12	.799				

ANOVA					
EF (%)					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	195.453	3	65.151	6.337	.008
Within Groups	123.366	12	10.281		
Total	318.819	15			

Multiple Comparisons						
Dependent Variable: FE (%)						
Tukey HSD						
(I) Perlakuan Penelitian	(J) Perlakuan Penelitian	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
A (25 %)	B (50 %)	-2.88223	2.26721	.597	-9.6134	3.8489
	C (75 %)	-8.88003*	2.26721	.010	-15.6112	-2.1489
	D (0 %)	-.69215	2.26721	.990	-7.4233	6.0390
B (50 %)	A (25 %)	2.88223	2.26721	.597	-3.8489	9.6134
	C (75 %)	-5.99780	2.26721	.087	-12.7289	.7333
	D (0 %)	2.19008	2.26721	.771	-4.5411	8.9212
C (75 %)	A (25 %)	8.88003*	2.26721	.010	2.1489	15.6112
	B (50 %)	5.99780	2.26721	.087	-.7333	12.7289
	D (0 %)	8.18788*	2.26721	.016	1.4567	14.9190
D (0 %)	A (25 %)	.69215	2.26721	.990	-6.0390	7.4233
	B (50 %)	-2.19008	2.26721	.771	-8.9212	4.5411
	C (75 %)	-8.18788*	2.26721	.016	-14.9190	-1.4567

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

EF (%)			
Tukey HSD			
Perlakuan Penelitian	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
A (25 g)	4	11.2444	
D (0 g)	4	11.9365	
B (50 g)	4	14.1266	14.1266
C (75 g)	4		20.1244
Sig.		.597	.087
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.			

Lampiran 5. Hasil Analisis Statistik Laju Pertumbuhan Harian

Descriptives								
LPH (%)								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A (25 %)	4	4.2150	.51701	.25851	3.3923	5.0377	3.78	4.80
B (50 %)	4	4.7950	2.95262	1.47631	.0967	9.4933	2.92	9.20
C (75 %)	4	4.7950	2.95262	1.47631	.0967	9.4933	2.92	9.20
D (0 %)	4	4.3075	1.13644	.56822	2.4992	6.1158	2.79	5.50
Total	16	4.5281	1.96877	.49219	3.4790	5.5772	2.79	9.20

Test of Homogeneity of Variances			
LPH (%)			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.779	3	12	.087

ANOVA					
LPH (%)					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.157	3	.386	.081	.969
Within Groups	56.984	12	4.749		
Total	58.141	15			

Lampiran 6. Hasil Analisis Statistik Pertumbuhan Mutlak

Descriptives								
Pertumbuhan Mutlak								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A (25 %)	3	6.5733	1.15370	.66609	3.7074	9.4393	5.37	7.67
B (50 %)	3	8.0800	2.34813	1.35569	2.2469	13.9131	5.37	9.51
C (75 %)	3	8.0800	2.34813	1.35569	2.2469	13.9131	5.37	9.51
D (0 %)	3	5.8667	1.21993	.70433	2.8362	8.8971	4.53	6.92
Total	12	7.1500	1.87862	.54231	5.9564	8.3436	4.53	9.51

Test of Homogeneity of Variances			
Pertumbuhan Mutlak			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.951	3	8	.200

ANOVA					
Pertumbuhan Mutlak					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11.128	3	3.709	1.072	.414
Within Groups	27.693	8	3.462		
Total	38.821	11			

Lampiran 7. Hasil Analisis Statistik Kelangsungan Hidup

Descriptives								
SR (%)								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
A (25 %)	3	86.6667	1.15470	.66667	83.7982	89.5351	86.00	88.00
B (50 %)	3	84.6667	6.11010	3.52767	69.4883	99.8450	78.00	90.00
C (75 %)	3	75.3333	9.01850	5.20683	52.9301	97.7365	66.00	84.00
D (0 %)	3	86.0000	2.00000	1.15470	81.0317	90.9683	84.00	88.00
Total	12	83.1667	6.73975	1.94560	78.8844	87.4489	66.00	90.00

Test of Homogeneity of Variances			
SR (%)			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.405	3	8	.143

ANOVA					
SR (%)					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	251.667	3	83.889	2.706	.116
Within Groups	248.000	8	31.000		
Total	499.667	11			

Lampiran 8. Foto kegiatan selama penelitian



Pembuatan Akuarium



Penyusunan Akuarium sesuai rancangan penelitian



Persiapan bahan fermentasi limbah perut ikan



Limbah perut ikan setelah diblender



Menimbang bahan baku limbah perut ikan





Penimbangan pakan komersil tercampur limbah prut ikan terfermentasi



Kontrol harian dan pemberian pakan



Pengontrolan aerasi dan kualitas air



Penimbangan ikan lele