

**PENGARUH DOSIS EKSTRAK *Lumbricus* sp. DALAM PAKAN
FERMENTASI TERHADAP LAJU PENGOSONGAN LAMBUNG
DAN KADAR GLUKOSA DARAH IKAN BANDENG
(*Chanos chanos* Forsskal 1775)**

SKRIPSI

TITANIA ICHA FAJRIASTUTI



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

**PENGARUH DOSIS EKSTRAK *Lumbricus* sp. DALAM PAKAN
FERMENTASI TERHADAP LAJU PENGOSONGAN LAMBUNG
DAN KADAR GLUKOSA DARAH IKAN BANDENG
(*Chanos chanos* Forsskal 1775)**

OLEH :

**TITANIA ICHA FAJRIASTUTI
L221 16 016**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Program Studi
Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan
Perikanan Universitas Hasanuddin



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pengaruh Dosis Ekstrak *Lumbricus* sp. Dalam Pakan Fermentasi Terhadap Laju Pengosongan Lambung Dan Kadar Glukosa Darah Ikan Bandeng (*Chanos chanos*, Forsskal 1775)

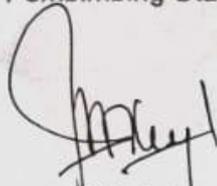
Nama Mahasiswa : Titania Icha Fajriastuti

Nomor Pokok : L221 16 016

Program Studi : Budidaya Perairan

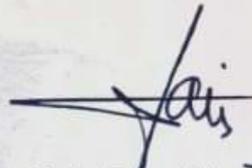
Skripsi telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Siti Aslamyah, MP.
NIP. 19690901 199303 2 003

Pembimbing Anggota,



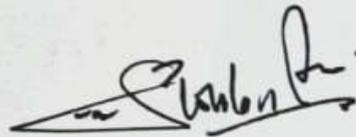
Dr. Ir. Zainuddin, M.Si.
NIP. 19640721199103 1 001

Mengetahui,



Dr. Ir. Sri Aisjah Farhum, M.Si
NIP. 19690605 199303 2 002

Ketua Program Studi
Budidaya Perairan,



Dr. Ir. Sriwulan, M.P.
NIP. 19660630 199003 2 002

Tanggal Pengesahan: 27 November 2020

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Titania Icha Fajriastuti

NIM : L221 16 016

Program Studi : Budidaya Perairan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Pengaruh Dosis Ekstrak *Lumbricus* sp. dalam Pakan Fermentasi terhadap Laju Pengosongan Lambung dan Kadar Glukosa Darah Ikan Bandeng (*Chanos chanos*, Forsskal. 1775)" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya dan pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan pertauran perundang-undangan (Permendiknas No. 17 Tahun 2007).

Makassar, 27 November 2020



Titania Icha Fajriastuti

NIM. L221 16 016

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Titania Icha Fajriastuti
NIM : L221 16 016
Program Studi : Budidaya Perairan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah satu dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 27 November 2020

Mengetahui,



Dr. Ir. Sriwulan, MP
NIP. 19660603 199103 2 002

Penulis




Titania Icha Fajriastuti
NIM. L 221 16 016

ABSTRAK

Titania Icha Fajriastuti. L221 16 016. “Pengaruh Dosis Ekstrak *Lumbricus* sp. dalam Pakan Fermentasi terhadap Laju Pengosongan Lambung dan Kadar Glukosa Darah Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal 1775)” . dibimbing oleh **Siti Aslamyah** sebagai pembimbing utama dan **Zainuddin** sebagai pembimbing anggota.

Ekstrak *Lumbricus* sp. mengandung beberapa enzim dan hormon yang dapat meningkatkan laju pengosongan lambung dan kadar glukosa darah pada ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis ekstrak *Lumbricus* sp. yang tepat dalam pakan pakan buatan fermentasi terhadap laju pengosongan lambung dan kadar glukosa darah ikan bandeng. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Agustus 2020 di Tambak Pendidikan Universitas Hasanuddin. Ikan uji dengan bobot rata-rata $11.54 \pm 0,21$ g/ekor ditebar dengan kepadatan 20 ekor/m³ di dalam wadah pemeliharaan berupa hapa berukuran 1m³ yang diletakkan dalam tambak dengan ketinggian air ± 70 cm. Perlakuan yang diuji adalah suplementasi ekstrak *Lumbricus* sp dalam pakan fermentasi dengan dosis yang berbeda, yaitu 0, 0.5, 1, dan 1.5%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa laju pengosongan lambung untuk semua perlakuan dicapai pada periode waktu yang sama, yaitu 6 jam *post prandial*. Periode waktu yang berbeda ditunjukkan pada kadar glukosa darah ikan uji mencapai puncak dan penurunan kadar glukosa darah dengan cepat pada jam ke 4-5 *post prandial* pada perlakuan dosis 1 dan 1.5 %. Ekstrak *Lumbricus* sp. dapat disuplementasi dalam pakan fermentasi dengan dosis 1 %.

Kata kunci : Ekstrak *Lumbricus* sp., Glukosa Darah, Ikan Bandeng, Laju Pengosongan Lambung, Pakan Fermentasi.

ABSTRACT

Titania Icha Fajriastuti. L221 16 016. "Effect of *Lumbricus* sp. Extract Dosage. in Fermentation Feed against Gastric Emptying Rate and Blood Glucose Levels Milk Fish (*Chanos chanos* Forsskal 1775)" . guided by **Siti Aslamyah** as the main supervisor and **Zainuddin** as the co-supervisor

Extract *Lumbricus* sp. contains several enzymes and hormones that can increase gastric emptying rate and blood glucose levels in fish. This study aims to determine the dosage of *Lumbricus* sp extract. fermented artificial feed against gastric emptying rate and milkfish blood glucose levels. This research was conducted from June to August 2020 at The Education Pond of Hasanuddin University. Test fish with an average weight of 11.54 ± 0.21 g / tail stocked with a density of 20 fish / m³ in a maintenance container in the form of hapa measuring 1m³ placed in a pond with a water level of ± 70 cm. The treatment tested was supplementation of *Lumbricus* sp extract in fermented feed with different doses, namely 0, 0.5, 1, and 1.5%. The results of this study showed that the rate of gastric emptying for all treatments was achieved in the same time period, which is 6 hours post prandial. Different time periods were shown in the blood glucose levels of test fish reaching peak and rapidly decreasing blood glucose levels at the 4-5 hours post prandial at dose treatments of 1 and 1.5%. Extract *Lumbricus* sp. can be disuplemented in fermented feed at a dose of 1%.

Keywords: Extract *Lumbricus* sp., Blood Glucose, Milkfish, Gastric Emptying Rate, Fermented Feed.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat, anugerah serta kasih sayangNya yang begitu besar sehingga Penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul "Pengaruh Dosis Ekstrak *Lumbricus* sp. dalam Pakan Fermentasi terhadap Laju Pengosongan Lambung dan Kadar Glukosa Darah Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal 1775)" yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Budiaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Dalam pelaksanaan kegiatan penelitian serta penyusunan skripsi ini, skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu demi sempurnanya skripsi ini, penulis mengharapkan dan membutuhkan dukungan berupa kritik dan saran yang sifatnya membangun. Selama penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dengan dan membimbing penulis :

1. Kedua orang tua Penulis, Ibunda Ernawati dan Ayahanda Saharuddin yang tiada hentinya memberikan doa serta dukungan terhadap Penulis.
2. Ibu Dr. Ir. Siti Aslamyah, MP. selaku dosen pembimbing Utama dan Bapak Dr. Ir. Zainuddin, M.Si selaku Pembimbing Anggota yang dengan tulus dan penuh kesabaran telah banyak membantu, memberikan arahan dan bimbingan selama perkuliahan dan penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Muh. Iqbal Djawad, M.Sc., Ph.d. selaku Penguji serta Penasihat Akademik yang telah banyak memberikan ilmu dan pengetahuan, saran serta motivasi untuk terus menimba ilmu selama masa perkuliahan.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Haryati Tandipayuk selaku Penguji yang telah memberikan saran, masukan, kritik serta pengetahuan baru.
5. Ibu Dr. Ir. St. Aisjah Farhum, M.Si. selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
6. Ibu Prof. Dr. Ir. Rohani Ambo Rappe, M.Si. selaku Wakil Dekan I (Bidang Akademik, Riset dan Inovasi) Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
7. Bapak Dr. Ir. Gunarto Latama, M.Sc. selaku Ketua Departemen Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
8. Ibu Dr. Ir. Sriwulan MP. selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan yang telah membantu Penulis dalam pengurusan pelaksanaan penelitian.

9. Bapak dan Ibu Dosen, serta Staf Pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin yang telah berbagi ilmu, pengetahuan, pengalaman serta membantu dalam pengurusan administrasi penulis.
10. Teman seperjuangan saya Gabriella Augustine Suleman S.Pi, Dienah Nahwahatika, S.Pi dan Sulaiman Haris, S.Pi yang selalu memberi semangat, bantuan, doa, dan dukungan.
11. Teman-teman tim penelitian kepiting, Muhlisa Darwis, Muh. Achdiat, Fitriani, Kak Akbar, Kak Intan yang selalu memberi semangat, serta banyak bantuan saat penelitian.
12. Semua teman-teman seangkatan Budidaya Perairan atas kebersamaan, pengalaman dan perjalanan yang sangat menghibur dan tidak terlupakan selama perkuliahan.

Penulis berharap dengan disusunnya skripsi ini dapat memberikan manfaat bukan hanya bagi penulis, namun juga dapat memberikan manfaat kepada para pembaca. Dengan segala kerendahan hati, mohon maaf atas segala kesalahan serta kekeliruan dalam penulisan skripsi ini.

Penulis



Titania Icha Fajriastuti

NIM. L22116016

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Titania Icha Fajriastuti lahir pada tanggal 18 Desember 1998 di Maros, Sulawesi Selatan merupakan anak dari pasangan Bapak Saharuddin dan Ibu Ernawati. Penulis bertempat tinggal di Jl. Prof. Dr. Ir. Sutami Mandai, Maros Sulawesi Selatan. Penulis memulai jenjang pendidikan Sekolah Dasar (SD) Negeri Mandai pada Tahun 2004 dan melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 9 Makassar pada Tahun 2010 dan lulus pada Tahun 2013, pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 6 Makassar dan lulus pada Tahun 2013. Penulis kemudian melanjutkan jenjang pendidikan yang lebih tinggi di Universitas Hasanuddin melalui jalur SNMPTN dan diterima sebagai mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Selama kuliah, Penulis pernah menjabat sebagai anggota divisi pengaderan di KMP BDP KEMAPI FIKP UNHAS. Penulis juga pernah menjadi asisten Laboratorium pada mata kuliah Teknologi dan Manajemen Pakan.

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Ikan Bandeng	3
1. Klasifikasi dan Ciri Morfologi Ikan Bandeng	3
2. Pakan dan Kebiasaan Makan Ikan Bandeng	4
3. Kebutuhan Nutrisi Ikan Bandeng	4
B. Ekstrak Cacing Tanah	5
C. Feed Additive	5
D. Fermentasi	6
E. Laju Pengosongan Lambung	6
F. Glukosa Darah.....	7
III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN	8
A. Waktu dan Tempat	8
B. Materi Penelitian.....	8
1. Hewan Uji	8
2. Wadah Pemeliharaan	8
3. Pakan Uji	8
C. Prosedur Penelitian	8
1. Persiapan dan Pembuatan Pakan Uji	8
2. Pemeliharaan Ikan.....	9
D. Perlakuan	9
E. Parameter yang Diamati	9
1. Pengosongan Lambung.....	9
2. Glukosa Darah.....	10
3. Kualitas Air	10
F. Analisis Data	10

IV.HASIL	11
A. Laju Pengosongan Lambung	11
B. Glukosa Darah.....	11
V. PEMBAHASAN	13
VI.KESIMPULAN DAN SARAN	16
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN	20

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Nilai berat isi lambung ikan uji (g) setiap periode pengamatan pada berbagai perlakuan	11
2. Nilai rata-rata laju pengosongan lambung ikan uji (%) setiap periode pengamatan pada berbagai perlakuan	11
3. Kisaran parameter kualitas air selama penelitian.....	15

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Morfologi ikan bandeng (<i>Chanos chanos</i>) (Dokumentasi pribadi)	3
2. Grafik rata-rata kadar glukosa darah pada periode pengamatan (<i>post prandia</i>) ikan uji pada berbagai perlakuan	12

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Berat pakan dalam lambung ikan uji setiap periode waktu pengamatan perlakuan	21
2. Data laju pengosongan lambung pada setiap periode pengamatan perlakuan	21
3. Kadar glukosa darah setiap periode pengamatan perlakuan	22

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam kegiatan budidaya, salah satu permasalahan yang dihadapi oleh pembudidaya adalah biaya pakan. Biaya pakan dapat mencapai 60% dari total biaya produksi. Harga pakan ikan yang relatif tinggi disebabkan oleh kandungan protein dari bahan baku penyusun pakan. Berbagai cara telah dilakukan untuk meminimalisir pengeluaran biaya dengan tetap meningkatkan pertumbuhan (Aslamyiah *et al.*, 2019). Salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan ikan bandeng yaitu dengan pemberian *feed additive*.

Feed additive yang digunakan, untuk pembuatan pakan yaitu ekstrak *Lumbricus* sp. atau cacing tanah. Pemberian ekstrak *Lumbricus* sp. dalam formulasi pakan diharapkan mampu memberikan nutrisi yang baik bagi pertumbuhan ikan bandeng. Ekstrak *Lumbricus* sp. ini juga mengandung *lumbricine* yang merupakan golongan peptida antimikroba spectrum luas (*broad spectrum*) dapat menghambat pertumbuhan bakteri positif dan negatif (Cooper & Hirabayashi, 2013). Kandungan *lumbricine* dalam cacing tanah dapat mengurangi populasi bakteri patogen dalam dinding usus. Apabila bakteri patogen berkurang, absorpsi zat makanan akan meningkat (Cho *et al.*, 1998). Kandungan lain dari ekstrak *Lumbricus* sp. berperan sebagai *growth promotor* yang dapat memaksimalkan penyerapan nutrient dalam saluran cerna sehingga memacu pertumbuhan serta mengefisienkan konsumsi pakan.

Proses pencernaan dalam lambung dapat diukur apabila mengetahui laju pengosongan lambung. Apabila nilai pencernaan tinggi, maka laju pengosongan lambung meningkat sehingga penyerapan nutrisi juga semakin cepat. Nutrisi yang diserap digunakan sebagai energi untuk pertumbuhan ikan. Sumber energi yang dibutuhkan oleh ikan salah satunya yaitu kandungan glukosa darah. Ikan yang dipuasakan dapat menurunkan kadar glukosa darah. Selama puasa cadangan glikogen akan dimanfaatkan untuk menyediakan energi. Hal ini menunjukkan jika kadar glukosa darah yang tinggi dapat menjadi sumber energi yang digunakan dalam proses pencernaan ikan (Rachmawati *et al.*, 2010). Agar kebutuhan energi pada ikan bandeng terpenuhi perlu dilakukan peningkatan pemasukan glukosa darah, sehingga laju metabolisme juga meningkat (Aslamyiah, 2011). Glukosa darah yang telah dihidrolisis akan masuk ke dalam sel dan dimanfaatkan sebagai sumber energi dalam proses pencernaan.

Untuk meningkatkan kecernaan pakan, bahan baku pakan yang digunakan yaitu bahan baku pakan yang telah difermentasi. Menurut Aslamyiah *et al.* (2019) bahan baku pakan yang telah difermentasi dapat meningkatkan nilai kecernaan karena adanya penyederhanaan nutrien kompleks.

Berdasarkan uraian tersebut penelitian mengenai pengaruh ekstrak *Lumbricus* sp. dalam pakan fermentasi terhadap laju pengosongan lambung dan kadar glukosa darah pada ikan bandeng penting untuk dilakukan.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian adalah menentukan dosis ekstrak *Lumbricus* sp. yang terbaik dalam pakan buatan fermentasi terhadap laju pengosongan lambung dan kadar glukosa darah ikan bandeng.

Kegunaan dari penelitian ini sebagai bahan informasi dalam usaha budidaya ikan bandeng yang menggunakan ekstrak *Lumbricus* sp. pada pakan buatan yang difermentasi guna meningkatkan laju pengosongan lambung dan kadar glukosa darah pada ikan bandeng.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Ikan Bandeng

1. Klasifikasi dan Ciri Morfologi Ikan Bandeng

Berdasarkan morfologi ikan bandeng diklasifikasikan sebagai berikut (Sudrajat, 2011):

Kingdom : Animalia
Filum : Vertebrata
Kelas : Teleostomi
Ordo : Malacopterygii
Famili : Chanidae
Spesies : *Chanos chanos* (Forsk., 1775)



Gambar 1. Morfologi Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) (Dokumentasi pribadi)

Ikan bandeng memiliki bentuk tubuh yang memanjang agak pipih. Mata ikan bandeng ditutupi oleh lapisan luar kornea yang berlemak (kelopak mata adiposa) (Bagarinao, 1991). Tubuh ikan bandeng berwarna agak putih keperakan pada bagian perut dan berwarna biru kehitaman pada bagian dorsal. Ikan bandeng memiliki garis lateral yang memanjang dari belakang tutup insang hingga bagian pangkal ekor (Gotanco dan Menez, 2004).

Bagian depan kepala bandeng semakin runcing. Sirip dada berbentuk segitiga, terletak di belakang insang dan di samping perut. Sirip punggung terletak di belakang tutup insang dan sirip punggungnya terletak pada puncak punggung dan tersusun atas tulang sebanyak 24 batang. Sirip perut ikan bandeng terletak pada bagian bawah tubuh, sementara sirip ekor berada di bagian belakang tubuh yang berbentuk seperti gunting terbuka. Sirip ekor ini merupakan sirip yang ukurannya paling besar dibandingkan dengan sirip lainnya (Purnomowati *et al.*, 2007).

2. Pakan dan Kebiasaan Makan Ikan Bandeng

Ikan bandeng memiliki kebiasaan makan pada siang hari. Di habitat alaminya, ikan bandeng makan plankton, udang renik, jasad renik, copepod (Susanto, 2014). Ikan bandeng termasuk golongan herbivora atau pemakan tumbuhan. Ikan herbivora secara sederhana dapat dinyatakan bahwa ikan ini tidak mempunyai kemampuan untuk memakan dan mencerna material lain selain tumbuhan. Oleh karena itu ikan herbivora ini cenderung memakan material tumbuhan yang lambat dicernanya, karena ikan herbivora harus dapat mengekstraksi nutrisi melalui ususnya yang panjang (Effendie, 1997).

Ikan bandeng yang hidup di perairan tambak menyukai jenis makanan seperti klekap atau makanan yang mengandung unsur-unsur tumbuhan (Purnomowati *et al.*, 2007). Ikan herbivora tidak memiliki lambung asli, namun memiliki lambung palsu dan usus yang sangat panjang (Burhanuddin, 2010). Pada stadia larva, bandeng memakan zooplankton, ketika ikan bandeng mencapai stadia juvenil memakan alga filament, alga, detritus, bentos dan bisa mengonsumsi pakan buatan (Marzuqi *et al.*, 2019).

3. Kebutuhan Nutrisi Ikan Bandeng

Kebutuhan nutrisi pada ikan berbeda sesuai stadia dan kebiasaan makan ikan. Jenis pakan yang dikonsumsi ikan bandeng terdiri atas pakan alami dan pakan buatan. Kualitas pakan buatan tergantung nutrisi yang terkandung dalam pakan. Beberapa faktor yang dapat mendukung laju pertumbuhan ikan bandeng yaitu ketersediaan asam amino esensial dan non-esensial yang lengkap (Buwono, 2000).

Kebutuhan protein ikan bervariasi tergantung pada kebiasaan makan ikan. Ikan bandeng merupakan golongan omnivora yang memanfaatkan lebih banyak protein dibanding karbohidrat serta lemak. Berdasarkan hasil penelitian Zainuddin *et al.* (2012) kadar protein yang optimal bagi pertumbuhan ikan bandeng yaitu 40%.

Selain kebutuhan protein, karbohidrat juga dibutuhkan untuk pertumbuhan ikan bandeng. Menurut Marzuqi *et al.* 2019, kandungan karbohidrat yang optimal untuk ikan bandeng yaitu sebesar 30%. Kandungan karbohidrat dalam pakan dapat mendukung laju pertumbuhan serta aktivitas enzim amilase pada lambung dan usus ikan bandeng. Selain itu ikan bandeng dapat memanfaatkan karbohidrat sebagai sumber energi yang sangat efisien sama seperti ikan mas dan ikan nila (Vasava *et al.*, 2018).

Lemak merupakan sumber energi penting yang sangat mudah dicerna dan merupakan salah satu sumber asam lemak esensial yang dibutuhkan ikan dalam pertumbuhan dan perkembangan. Kadar lemak yang dibutuhkan oleh bandeng yaitu, 7% (Lim *et al.*, 2002).

B. Ekstrak Cacing Tanah (*Lumbricus* sp.)

Dalam kegiatan akuakultur, kegiatan produksi yang mengeluarkan biaya paling tinggi pada penyediaan pakan. Tingginya harga pakan yang ada di pasaran harus dapat ditekan dengan memanfaatkan serta mengkombinasikan bahan-bahan yang mudah diperoleh dan harganya tergolong rendah namun tetap memperoleh hasil pertumbuhan yang optimal. Cacing tanah merupakan salah satu pakan alami yang memiliki kandungan nutrisi yang baik dan sangat mudah untuk diperoleh.

Cacing tanah merupakan salah satu bahan baku pakan alternatif sebagai sumber protein yang tinggi. Disamping kandungan proteinnya yang tinggi, cacing tanah juga mengandung lemak (7-10%), kalsium (0,55%), fosfor (1%) dan serat kasar (1,08%). Selain itu, cacing tanah juga memiliki kandungan asam amino esensial dan non esensial (Resnawati, 2004). Protein yang tinggi pada cacing tanah terdiri atas asam amino esensial dan non esensial yang berguna untuk pertumbuhan ikan. Penggunaan cacing tanah diproduksi sebagai pengganti tepung ikan maupun pakan tambahan dalam bahan baku pembuatan pakan (Hartanto, 2019).

Cacing tanah memiliki enzim seperti peroxidase, katalase, selulose dan lumbrokinase dan asam askorbat (Palungkun, 2006). Selain itu, cacing tanah mengandung asam lemak arachidonate yang dapat dimanfaatkan sebagai aditif pemacu pertumbuhan (Julendra, 2010).

Tepung cacing tanah mengandung anti bakteri yang disebut *lumbricine* yang mampu menghambat perkembangan bakteri patogen dalam dinding usus sehingga populasi bakteri patogen berkurang. Berkurangnya populasi bakteri patogen tersebut akan meningkatkan penyerapan zat makanan (Julendra *et al.*, 2010).

Ekstrak *Lumbricus* sp. mengandung insulin *like growth factor* (IGF-I), dimana peran IGF-I yaitu sebagai mediator untuk rangsangan dari hormon pertumbuhan. Hormon pertumbuhan merangsang produksi IGF-I dalam hati (Bjornsson *et al.*, 2004) yang berperan penting dalam proses fisiologi misalnya pertumbuhan, perkembangan, metabolisme.

C. Feed Additive

Feed additive adalah bahan yang bukan termasuk zat makanan yang ditambahkan dalam jumlah yang sedikit dan bertujuan untuk menstimulasi pertumbuhan dan meningkatkan populasi mikroba menguntungkan pada pencernaan. *Feed additive* memiliki fungsi untuk memicu pertumbuhan dan meningkatkan efisiensi pakan pada hewan (Nuningtyas, 2014).

Pada umumnya, *feed additive* dapat berupa enzim, antibiotik, probiotik, prebiotik dan bioaktif tanaman. Penggunaan *feed additive* diharapkan mampu memicu pertumbuhan dengan menghambat bakteri patogen dalam saluran pencernaan, sehingga nutrisi dapat dimanfaatkan dengan baik (Damayanti *et al.*, 2009). Penggunaan *feed additive* berupa antibiotik sudah mulai ditinggalkan penggunaannya karena dapat mengganggu keseimbangan mikroorganisme dalam saluran pencernaan, resistensi mikroorganisme terhadap antibiotik serta dapat menyebabkan alergi pada konsumen (Widiyanto, 2015).

D. Fermentasi

Proses fermentasi dapat mempertahankan nutrisi pada saat penyimpanan. Keadaan ini dapat menyediakan pakan pada saat sumber pakan tidak ada, dan mengawetkan pakan pada saat sumber pakan melimpah. Kondisi sumber pakan yang tinggi kadar air akan mempercepat proses fermentasi, sehingga pemanfaatan bahan pakan dapat digunakan tanpa melewati proses pengeringan terlebih dahulu (Allaily, 2017).

Prinsip kerja fermentasi itu sendiri adalah memecah bahan yang tidak mudah dicerna seperti selulosa menjadi gula sederhana yang mudah dicerna dengan bantuan mikroorganisme. Dengan adanya perombakan senyawa kompleks menjadi sederhana ini membuat pakan menjadi mudah dicerna oleh ikan sehingga lebih mudah untuk diserap. Keuntungan fermentasi pada pakan dapat meningkatkan nilai gizi dan daya simpan dari pakan itu sendiri, nilai pakan meningkat karena terjadinya proses perombakan senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga mudah diserap oleh tubuh. Juga proses fermentasi ini dapat memperbaiki cita rasa dan memperbaiki aroma pakan buatan sehingga ikan terangsang untuk mengonsumsi pakan lebih banyak. Keuntungan lain juga dari proses fermentasi ini adalah terjadi penurunan pH, kondisi ini akan menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk pada pakan (Afrianto & Liviawaty, 2005; Amarwati *et al.* 2015).

E. Laju Pengosongan Lambung

Umumnya laju pengosongan lambung berkaitan dengan laju metabolisme. Apabila kondisi temperatur optimal, laju metabolisme juga meningkat (Zidni *et al.*, 2018). Waktu yang dibutuhkan untuk mengosongkan isi lambung berkaitan erat dengan jumlah pakan, struktur pakan dan temperatur lingkungan. Perbedaan komponen penyusun pakan akan mempengaruhi perbedaan laju pengosongan lambung (Fujaya, 2015).

Kemampuan ikan dalam mencerna makanan bergantung pada kelengkapan organ pencernaan serta ketersediaan enzim pencernaan (Zidni *et al.*, 2018). Proses

pencernaan makanan melibatkan enzim-enzim pencernaan seperti protease, lipase, esterase dan karbohidrase yang memiliki peran dalam mencerna protein, lemak dan karbohidrat (Fujaya, 2015). Makanan yang telah mengalami proses pencernaan akan diabsorpsi dalam bentuk nutrisi dan dimanfaatkan untuk keperluan biologis ikan (Fitriliyani, 2011).

Proses pencernaan dan absorpsi terjadi dalam saluran pencernaan. Pakan yang dimakan oleh ikan akan masuk ke dalam lambung kemudian perlahan dicerna (Fitriliyani, 2011). Makanan yang dicerna akan dipecah menjadi molekul-molekul sederhana agar mudah diserap, setelah itu bergerak menuju segmen usus untuk penyerapan zat makanan dan masuk ke dalam aliran darah (Fujaya, 2015).

F. Glukosa Darah

Glukosa darah diperoleh dari karbohidrat, selain itu glukosa darah juga diperoleh melalui proses glukogenesis dan glikogenolisis. Menurut Fujaya (2015) glukosa diserap masuk ke dalam darah dan setelah melalui hati, diangkut ke seluruh tubuh oleh sistem sirkulasi darah. Glukosa darah adalah sumber energi utama dan substrat penting untuk metabolisme sel terutama otak sel dalam ikan. Kadar glukosa yang normal pada ikan yaitu 40-90 mg (Malini *et al.*, 2011). Glukosa dapat dihasilkan melalui hidrolisis polisakarida atau disakarida dan dapat dibuat dari pati-patian (Devita *et al.*, 2015).

Ketersediaan glukosa darah dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pakan dan stadium perkembangan (Suwandi *et al.*, 2013). Glukosa darah dalam tubuh ikan merupakan sumber energi utama dan sumber pasokan bahan bakar dan substrat esensial untuk metabolisme sel terutama sel otak. Untuk berfungsinya otak secara kontinyu dibutuhkan glukosa secara terus menerus (Steward 1991 *dalam* Hastuti *et al.*, 2003).

Kadar glukosa darah ikan yang normal mengandung 40-90 mg/dl (Nasichah, 2016). Apabila glukosa tidak segera dimanfaatkan untuk energi, glukosa yang terus menerus masuk sel akan disimpan dalam bentuk glikogen atau diubah dan disimpan menjadi lemak. Glikogen disimpan di dalam hati dan otot (Fujaya, 2015). Sebanyak 5% glukosa yang dikonsumsi tubuh diubah menjadi glikogen di dalam hati, dan sekitar 30-40% glukosa dimetabolisme di dalam otot dan jaringan lain (Wulandari, 2016).