

# SKRIPSI

## PENGARUH DOSIS MULTI ENZIM PADA PAKAN BUATAN KOMERSIAL TERHADAP RASIO EFISIENSI PROTEIN DAN EFISIENSI PAKAN PADA POST LARVA UDANG WINDU, *Penaeus monodon* Fabr. 1798

Disusun dan diajukan oleh :

JUMIDA TAHIR

L22116506



PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
DEPARTEMEN PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021

**PENGARUH DOSIS MULTI ENZIM PADA PAKAN BUATAN  
KOMERSIAL TERHADAP RASIO EFISIENSI PROTEIN DAN  
EFISIENSI PAKAN PADA POST LARVA UDANG WINDU,  
*Penaeus monodon* Fabr. 1798**

**JUMIDA TAHIR  
L22116506**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
DEPARTEMEN PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pengaruh Dosis Multi Enzim pada Pakan Buatan Komersial Terhadap Rasio Efisiensi Protein dan Efisiensi Pakan Post Larva Udang Windu, *Panaeus monodon* Fabr.1798

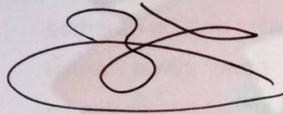
Nama Mahasiswa : Jumida Tahir

Nomor Pokok : L221 16 506

Program Studi : Budidaya Perairan

Skripsi telah diperiksa dan disetujui oleh:

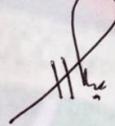
Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Edison Saade, M.Sc.

NIP. 19630803 198903 1 002

Pembimbing Anggota,



Prof. Dr. Ir. Haryati Tandipayuk, MS

NIP. 19540509 198103 2 001

Mengetahui,

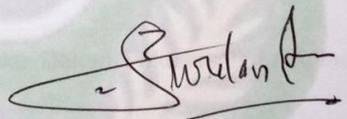
Dekan  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



Dr. Ir. Aisjah Farhum, M.Si

NIP. 19690605 199303 2 002

Ketua Program Studi  
Budidaya Perairan,



Dr. Ir. Sriwulan, M.P.

NIP. 1966063 019910 3 2002

Tanggal Lulus: 21 Desember 2020

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Jumida Tahir  
NIM : L22116506  
Program Studi : Budidaya Perairan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul "Pengaruh Dosis Multi Enzim pada Pakan Buatan Komersial terhadap Rasio Efisiensi Protein dan Efisiensi Pakan pada Post Larva Udang Windu, *Panaeus monodon* Fabr. 1798" adalah karya tulisan saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 08 Februari 2021

Yang menyatakan



Jumida tahir

## ABSTRAK

**Jumida Tahir.** L221 16 506. “Pengaruh Dosis Multi Enzim pada Pakan Buatan Komersial terhadap Rasio Efisiensi Protein dan Efisiensi Pakan pada Post Larva Udang Windu, *Panaeus monodon* Fabr. 1798” dibimbing oleh **Edison Saade** sebagai Pembimbing Utama dan **Haryati Tandipayuk** sebagai Pembimbing Anggota.

---

Salah satu peranan multi enzim adalah membantu proses pencernaan dan penyerapan nutrient di dalam organ pencernaan pada udang windu. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan dosis multi enzim terbaik pada pakan berdasarkan efisiensi pakan dan rasio efisiensi protein pada pemeliharaan post larva udang windu. Selama penelitian, udang uji dipelihara di dalam baskom warna hitam dengan volume 40 L dan diisi air laut sebanyak 30 L dengan salinitas 29 ppt, serta dilengkapi dengan aerasi. Setiap baskom diisi 50 ekor udang uji. Udang uji diberi pakan buatan berbentuk powder dengan dosis 10% dari total biomassa. Penelitian didesain dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan yaitu 0 (perlakuan A) sebagai kontrol, 10 (B), 20 (C) dan 30 cc/kg (D) masing-masing 3 ulangan. Data dianalisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio efisiensi protein dan efisiensi pakan pada post larva udang windu yang diberi pakan komersial mengandung 30 cc/kg multi enzim adalah lebih baik dibanding dengan 0, 10 dan 20 cc/kg pakan. Hal ini disebabkan tingginya kandungan multi enzim yang ditambahkan ke dalam pakan uji sebagai pendukung utama proses pencernaan dan penyerapan energi sehingga rasio efisiensi protein dan efisiensi pakan pada udang windu lebih optimal. Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan bahwa post larva udang windu yang diberi pakan buatan komersial yang ditambahkan 30 cc/kg pakan selama 30 hari adalah dosis yang terbaik.

Kata kunci: Efisiensi pakan, multi enzim, rasio efisiensi protein dan udang windu.

## ABSTRACT

Jumida Tahir. L221 16 506. "The Effect of Multi-Enzyme Doses on Commercial Artificial Feed on the Ratio of Protein- Efficiency and Efficiency of Post Larvae Feed for Tiger Shrimp, *Panaeus monodon* Fabr 1798" guided by Edison Saade as the Main Advisor and Haryati Tandipayuk as Member Advisor

---

One of the roles of multi enzymes is to assist the digestion process and absorption of nutrients in the digestive organs of tiger prawns. The purpose of this study was to determine the best multi-enzyme dose in feed based on feed efficiency and protein efficiency ratio in the maintenance of tiger shrimp post larvae. During the study, the test shrimp were kept in a black basin with a volume of 40 L and filled with sea water as much as 30 L with a salinity of 29 ppt, and equipped with aeration. Each basin is filled with 50 test shrimp. Shrimp were given artificial feed in the form of powder at a dose of 10% of the total biomass. The study was designed in a completely randomized design (CRD) with 4 treatments, namely 0 (treatment A) as a control, 10 (B), 20 (C) and 30 cc / kg (D) each of 3 replications. The data were analyzed descriptively. The results showed that the ratio of protein efficiency and feed efficiency in post larvae of tiger prawns, which were fed commercial feed containing 30 cc / kg multi-enzyme was better than that of 0, 10 and 20 cc / kg of feed. This is due to the high multi-enzyme content added to the test feed as the main support for the digestion process and energy absorption so that the ratio of protein efficiency and feed efficiency in tiger prawns is more optimal. Based on the results of this study, it was concluded that post larvae of tiger prawns fed commercially made feed added 30 cc / kg of feed for 30 days was the best dose.

Key words: feed efficiency, multi enzyme, feed, protein efficiency ratio, tiger prawns.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat, karunia, serta taufik, dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Pengaruh Dosis Multi Enzim Pada Pakan Buatan Komersial Terhadap Rasio Efisiensi Protein dan Efisiensi Pakan Post Larva Udang Windu, *Panaeus monodon* Fabr. 1798”**, dimana skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

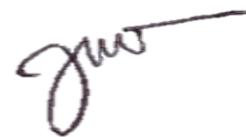
Pelaksanaan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi ini disadari oleh penulis akan banyaknya tantangan dan kesulitan yang dilalui, mulai dari perencanaan, persiapan, pelaksanaan penelitian, hingga penyusunan skripsi. Penulis juga menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penulis berharap adanya kritik, saran dan usulan, mengingat tidak ada sesuatu yang sempurna tanpa saran yang membangun. Selama penulisan skripsi ini, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dengan mendukung dan membimbing penulis, khususnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Dahlan Tahir dan Ibunda Haki Haju, serta saudara-saudara tercinta Nur Lailah Tahir, Rahman Tahir, Rahmin Tahir, Najamudin Tahir, dan Dahlia Tahir yang tidak henti-hentinya memanjatkan doa dan memberikan dukungan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Edison Saade, M.Sc. selaku dosen Pembimbing Utama dan Ibu Prof. Dr. Ir. Haryati Tandipayuk, MS selaku Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama perkuliahan hingga proses akhir penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Ir. St. Aisjah Farhum, M.Si selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
4. 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.
5. Bapak Dr. Ir. Gunarto Latama, M.Sc. selaku ketua Departemen Perikanan Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
6. Ibu Dr. Ir. Sriwulan, MP. Selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan yang telah membantu penulis dalam pengurusan pelaksanaan penelitian.
7. Bapak Dr. Ir. Gunarto Latama, M.Sc. dan Ibu Dr. Ir. Siti Aslamyah, MP selaku penguji yang telah memberikan pengetahuan baru, masukan, saran, dan kritik yang sangat membangun.

8. Bapak dan Ibu Dosen, serta Staf Pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin yang telah berbagi ilmu dan pengalaman, serta membantu penulis.
9. Bapak Dr. Dasep Hasbullah, SP.M.Si selaku Kepala Instalasi Pembenihan Udang Windu Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Takalar sekaligus pembimbing lapangan yang banyak memberikan masukan.
10. Staf Pegawai, Teknisi, dan rekan-rekan di Instalasi Pembenihan Udang Windu (BPBAP) Takalar.
11. Bapak Ir. Achmad Bakri Muhiddin, M.Sc. PhD dan Ibu Ina Mutmainnah Arief sebagai wali penulis saat berada di Makassar yang selalu menyemangati dan membantu dalam berbagai aspek.
12. Teman seperjuangan penelitian saya Miftahul Jannah yang merasakan suka duka bersama-sama selama kuliah, PKL, dan penelitian.
13. Semua teman-teman Angkatan 2016, Lele #16, Kabut Rimba, Green Fish, dan PKL dari SUPM Bone atas kebersamaan dan kisah yang mewarnai hari-hari penulis serta dukungan dan semangatnya selama perkuliahan.
14. Teman-teman kuliah kerja nyata gelombang 102 di desa Wollangi, Kecamatan Barebbo, Kabupaten Bone Syahrul Fitrah, Renita Liliany Lie, Nur Amaliyah S, Isma Wahyuni, Hukama Bashar H, Siti Husrianti H, dan Jordi Marianus yang telah membantu dan memberikan semangat serta pengalaman semasa KKN.
15. Teman-teman seperjuangan semasa SD, SMP, MAN, KUMICHY, Rahma Wati Alil , XD, dan IPA 2 yang selalu memberi semangat kepada penulis.
16. Idola penulis IU (Lee Ji-eun) dan BTS yang selalu menjadi salah satu penyemangat saat proses pengerjaan skripsi.

Akhir kata dengan segenap kerendahan hati, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi nilai untuk kepentingan ilmu pengetahuan selanjutnya, serta segala amal baik serta jasa dari pihak yang membantu penulis mendapat berkat dan karunia Allah SWT. Amin

Makassar, 29 Januari 2021



Jumida Tahir

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Jumida Tahir, lahir pada 11 Juli 1997 di Alor Kecil, Kecamatan Alor Barat Laut, Kabupaten Alor, Propinsi Nusa Tenggara Timur, yang merupakan anak Keenam dari enam bersaudara dari pasangan Bapak Dahlan Tahir dan Ibu Haki Haju. Bertempat tinggal di Perumahan Dosen Unhas Tamalanrea Blok GB. 47/Jl. Al-Farabi, Makassar. Beragama Islam dan memiliki hobi membaca komik. Penulis memulai jenjang pendidikan di Sekolah Dasar (SD) pada tahun 2004 di SD Inpres Alor Kecil II, dan lulus pada tahun 2010. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di SMPN Islam Cokroaminoto Kalabahi dan lulus pada tahun 2012. Selanjutnya, penulis melanjutkan studi di MAN Kalabahi dan lulus pada tahun 2015. Kemudian, penulis melanjutkan studi ke jenjang pendidikan yang lebih tinggi dan diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Budidaya Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin pada tahun 2016 melalui Jalur Non-Subsidi (JNS). Penulis aktif di salah satu komunitas Pecinta Alam yaitu Green Fish (GF) dan tergabung dalam Majelis Pertimbangan Himpunan (MPH) Keluarga Mahasiswa Perikanan universitas Hasanuddin periode 2019-2020.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Manfaat .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
A. Udang Windu .....	4
1. Klasifikasi dan Morfologi.....	4
2. Kebiasaan Makan dan Kebutuhan Nutrien Pakan.....	5
B. Enzim.....	6
C. Rasio Efisiensi Protein .....	8
D. Efisiensi Pakan .....	8
E. Kualitas Air.....	9
1. Suhu .....	9
2. Salinitas .....	9
3. Derajat Keasaman .....	10
4. Oksigen Terlarut .....	10
5. Amoniak.....	10
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	12
A. Waktu dan Tempat.....	12
B. Alat dan Bahan .....	12
C. Pelaksanaan Penelitian .....	13
1. Hewan Uji .....	13
2. Wadah Penelitian.....	13
3. Pakan Uji .....	13
4. Multi Enzim .....	13
D. Prosedur Penelitian.....	14
1. Persiapan Media.....	14
2. Pemeliharaan.....	14

E. Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	15
F. Parameter yang Diamati.....	15
1. Rasio Efisiensi Protein .....	15
2. Efisiensi Pakan .....	16
3. Kualitas Air.....	16
G. Analisis Data.....	16
<b>IV. HASIL.....</b>	<b>17</b>
A. Efisiensi Pakan .....	17
B. Rasio Efisiensi Protein .....	17
C. Kualitas Air .....	18
<b>V. PEMBAHASAN.....</b>	<b>19</b>
A. Efisiensi Pakan .....	19
B. Rasio Efisiensi Protein .....	20
C. Kualitas Air .....	21
<b>VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>22</b>
A. Kesimpulan .....	22
B. Saran .....	22
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>23</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>27</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Komposisi nutrisi pakan udang .....	6
2. Nama dan fungsi bahan yang digunakan pada penelitian .....	12
3. Nama dan fungsi alat yang digunakan pada penelitian .....	12
4. Komposisi nutrisi pakan uji yang digunakan pada penelitian .....	13
5. Komposisi multi Enzim yang digunakan pada penelitian .....	13
6. Rasio efisiensi protein rata-rata pada udang windu selama 30 hari pemeliharaan..	17
7. Efisiensi pakan rata-rata pada udang windu selama 30 hari pemeliharaan.....	17
8. Kualitas air media pemeliharaan pada udang windu selama 30 hari pemeliharaan.	18

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Udang windu .....	4
2. Tata letak wadah percobaan setelah pengacakan.....	15

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Rasio efisiensi protein (REP) pada udang post larva udang windu yang diberi pakan buatan dan penambahan multi enzim.....	28
2. Data efisiensi pakan (EP) udang windu dengan menggunakan multi enzim dalam pakan .....	29
3. Dokumentasi kegiatan.....	30

# I. PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Pakan merupakan sumber energi untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup kultivan adalah salah satu aspek penting yang harus diperhatikan dalam kegiatan budidaya perairan. Pada suatu kegiatan budidaya perairan, pakan memakan biaya 30-70% dari total biaya produksi. Pakan yang baik adalah pakan yang sesuai dengan kebutuhan fisiologi spesies kultivan yang dibudidayakan, memenuhi kebutuhan nutrisi kultivan, dan pemberian pakan dengan kualitas dan kuantitas yang cukup mampu mengoptimalkan usaha budidaya kultivan.

Manajemen pemberian pakan pada pembenihan udang windu di hatchery selama ini memanfaatkan pakan buatan komersial. Kenyataan menunjukkan bahwa pemberian pakan buatan komersial saja memiliki pertumbuhan dan produktifitas benih dalam kategori biasa saja. Beberapa upaya dilakukan untuk mengoptimalkan laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup larva udang windu. Salah satunya adalah penambahan multi enzim yang berperan membantu proses pencernaan. Multi enzim mampu merombak senyawa dengan molekul yang besar menjadi senyawa sederhana. Pada saluran pencernaan udang windu pada fase juvenil terdapat enzim protease,  $\beta$ -Glukanase, lipase, dan amilase yang masing-masing menghidrolisis protein, lemak, dan karbohidrat (Usman dan Rochmady, 2017). Namun penyerapan nutrisi dalam tubuh kurang optimal dikarenakan organ pencernaan belum berfungsi secara optimal.

Untuk menangani masalah di atas maka multi enzim dapat menjadi salah satu solusi. Multi enzim mengandung selulase, xilanase,  $\beta$ -Glukanase, fitase, dan amylase. Selulase menghidrolisis selubiosa menjadi glukosa, xilanase menghidrolisis senyawa xilan yang mempunyai monomer sangat bervariasi,  $\beta$ -Glukanase mampu menghidrolisis glukon yang ada pada pakan hewan (ikan, maupun unggas), fitase menghidrolisis asam fitat (cadangan unsur fosfat) dalam pakan menjadi inositol dan asam fosfat. Amilase berperan memecah ikatan-ikatan pada amilum hingga terbentuk maltosa (Bachruddin, 2014; Pitson *et al.*, 1993; Chung, 2001; Supriyatna *at al.*, 2015).

Pemanfaatan multi-enzim lebih baik dibanding dengan mono-enzim. Hal ini disebabkan multi-enzim mampu menghidrolisis lebih dari satu jenis makro nutrien, sedangkan mono-enzim hanya mampu merombak satu jenis makro nutrien saja. Pada awal kehidupan larva, aktivitas enzim sangat rendah. Hal ini disebabkan karena pada umur tersebut walaupun organ penghasil enzim sudah terbentuk namun masih sederhana, dan larva belum mengkonsumsi pakan dari luar sehingga perlu adanya bantuan enzim dari luar untuk membantu larva udang guna membantu dalam proses

mencerna makanan berupa pakan buatan (Nikhilani dan Komsanah, 2017). Menurut Serrano (2012), pada stadia telur dan awal larva, organ sekresi belum berkembang sehingga enzim yang digunakan berasal dari kuning telur yang dibawah oleh larva karena kuning telur adalah satu-satunya sumber energi bagi larva yang baru menetas. Setelah fase tersebut maka larva memerlukan bantuan enzim dari luar. Sehingga jika kekurangan enzim pencernaan dapat memberikan dampak negatif pada udang yang dipelihara. Hal ini ditegaskan oleh Kazerani dan Shahsavani (2011 *dalam* Susanto *et al.*, 2017) yang menyatakan bahwa jika jumlah enzim terlalu rendah menyebabkan viskositas pencernaan meningkat. Meningkatnya viskositas pencernaan non-pati polisakarida yang berasal dari karbohidrat yang tidak larut, dapat menurunkan daya cerna dan penyerapan nutrisi pakan. Sehingga dengan penambahan enzim dapat membebaskan galaktosa dan xilosa dari polisakarida non-pati serta mencegah asam fitat dan memecah serat kasar. Menurut Akter *et al.*, (2016), dampak positif penambahan enzim pada pakan mampu meningkatkan pencernaan, penyerapan nutrisi dan pertumbuhan kultivan

Akan tetapi penambahan atau pemberian enzim harus sesuai dengan dosis yang dibutuhkan oleh udang. Hal ini dikarenakan apabila kelebihan enzim juga dapat berdampak negatif bagi udang. Salah satu dampak kelebihan enzim yaitu memproduksi dan membebaskan monosakarida secara berlebihan dimana hal ini dapat menghambat pertumbuhan dan mengganggu kesehatan udang di antaranya hiperglikemia. Hiperglikemia adalah kondisi glukosa (kadar gula darah) yang tinggi, dan dapat melemahkan sekresi insulin dan menambah berat retensi insulin sehingga menyebabkan hiperglikemia bertambah berat dan insulin semakin sedikit (Putri, 2013).

Akter *et al.*, (2016) menambahkan bahwa peningkatan aktivitas enzim pada pakan yang ditambahkan enzim manooligosakarida (MOS) memiliki batas optimum. Selanjutnya, Khattak *et al.*, (2006) menyatakan bahwa enzim mengkatalis secara spesifik dan bertindak pada satu substrat, sehingga apabila tidak tersedia substrat untuk enzim, maka tidak ada aktivitas enzim. Hal ini berlaku juga bagi enzim yang diberikan secara berlebihan namun ketersediaan substrat terbatas, apabila substrat tidak tersedia maka enzim tidak dapat bekerja karena enzim akan berhenti pada saat substrat habis.

Namun demikian informasi tentang penambahan dosis multi-enzim pada pemeliharaan post larva udang windu masih sedikit. Berdasarkan hal-hal tersebut di atas hasil penelitian tentang penambahan dosis multi-enzim yang berbeda pada pakan buatan terhadap rasio efisiensi protein dan efisiensi pakan pada pemeliharaan post larva udang windu adalah penting dipublikasikan.

## **B. Tujuan dan Manfaat**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis multi enzim dalam pakan yang menghasilkan rasio efisiensi protein dan efisiensi pakan terbaik pada pembenihan udang windu.

Penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber acuan untuk membuat pakan udang windu dengan memanfaatkan multi enzim sebagai salah satu bahan tambahan pakan dalam rangka menekan harga pakan, dan meningkatkan pendapatan pembudidaya, serta dapat digunakan sebagai sumber referensi untuk penelitian selanjutnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Udang Windu

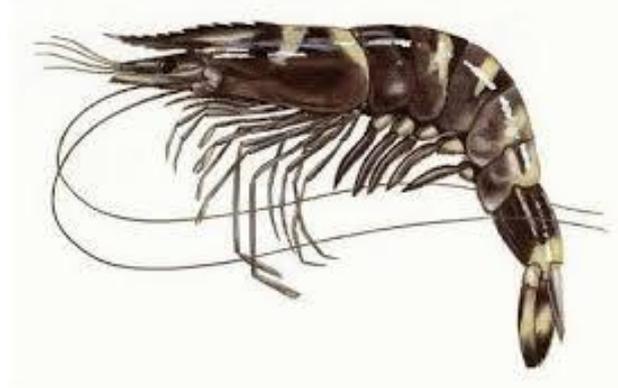
Udang windu (Gambar 1) merupakan salah satu spesies yang bisa dilakukan penebaran yang tinggi pada kondisi tambak super intensif, dapat memanfaatkan pakan buatan serta pertumbuhan yang relatif tinggi (Faqih, 2013). Pada penelitian yang dilakukan oleh Verdian *at al.*, (2019) menemukan bahwa komposisi kimia daging udang windu terdiri dari 73,39% kadar air, Kadar protein dalam keadaan kering 68,96%, Kadar lemak 3,24%, Kadar karbohidrat 21,55%, Kadar abu 6,25%, Kadar serat kasar 1,71%. Selain itu udang windu juga memiliki asam amino yang cukup lengkap.

#### 1. Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi Udang Windu adalah sebagai berikut (Barnes R. D, 1982; Burukovskii, 1983):

Filum : Arthropoda  
Kelas : Crustacea  
Ordo : Decapoda  
Sub Ordo : Natantia  
Famili : Penaeidae  
Genus : *Penaeus*  
Spesies : *Penaeus monodon* Fabr. 1798

Selanjutnya dibawah ini merupakan gambar udang windu :



**Gambar 1.** Udang windu, *Penaeus monodon* (Faqih, 2013)

Secara umum morfologi udang windu terdiri dari dua bagian yaitu *cephalothorax* dan *abdomen* yang terbagi dalam 20 ruas badan. *Cephalothorax* terdiri dari 14 ruas (6 ruas di kepala dan 8 ruas di dada) dan 6 segmen lainnya berada di *abdomen*. *Cephalothorax* dibungkus oleh *carapace* yang tebal dan kuat, berfungsi

sebagai pelindung. Bagian kepala terdapat sepasang mata bertangkai pada ruas pertama, sepasang antena I, antenna II, *mandibular*, *maxilla* I, dan *maxilla* II. Ruas bagian dada terdiri atas sepasang *maxillae* I, II, III, dan 5 pasang *perepeopod* I, II, III, IV, dan V. Ruas *abdomen* terdiri 6 segmen yang dilengkapi dengan 5 pasang *pleopod* dan sepasang *uropod*(Faqih, 2013). Adapun morfologi udang windu dapat dilihat pada gambar diatas.

Udang windu memiliki kulit tubuh yang keras dari bahan *chitin*, warna sekujur tubuhnya hijau kebiruan dengan motif loreng besar. Warna tubuh udang windu yang hidup di laut bervariasi, dari merah, hijau, hingga kecokelatan. Sementara itu, warna tubuh udang windu yang hidup atau dipelihara di tambak lebih cerah, yakni hijau kebiruan. Jenis kelamin udang windu mudah dibedakan dengan melihat ciri luarnya. Alat kelamin udang windu betina disebut dengan *thelcum*. Letak *thelcum* di antara kaki jalan (*periopoda*) keempat dan kelima. *Thelcum* ini membentuk garis tipis dan akan melebar setelah terjadi fertilisasi (perkawinan). Sementara itu, alat kelamin jantan disebut dengan *petasma*. Alat kelamin ini berupa tonjolan di antara kaki renang pertama. Udang betina lebih cepat tumbuh daripada udang jantan sehingga pada umur yang sama, tubuh udang betina lebih besar daripada udang jantan (Amri, 2003).

## **2. Kebiasaan Makan dan Kebutuhan Nutrien Pakan**

Udang windu bersifat omnivora, pemakan detritus dan sisa-sisa organik baik hewani maupun nabati. Udang ini mempunyai sifat dapat menyesuaikan diri dengan makanan yang tersedia dilingkungannya, tidak bersifat memilih-milih (Nasution, 2017). Sedangkan pada tingkat *Mysis*, makanannya berupa campuran diatom, zooplankton, seperti *balanus*, *veligere*, *copepod*, dan *trephophora* (Poernomo dalam Nasution, 2017).

Udang windu merupakan organisme yang aktif mencari makan pada malam hari (*nocturnal*). Jenis makanannya sangat bervariasi tergantung pada tingkatan umur. Pada stadia benih, makanan utamanya adalah plankton (fitoplankton dan zooplankton). Udang windu dewasa bersifat karnivor sehingga pakan yang biasa diberikan berupa kerang, cacing, cumi-cumi. Dalam usaha budidaya, udang windu mendapat makanan alami yang tumbuh di tambak, yaitu kelekap, lumut, plankton, dan bentos. Udang windu akan bersifat kanibal bila kekurangan makanan (soetomo, 2000).

Pakan udang windu dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu pakan alami dan pakan buatan. Pada pemeliharaan intensif umumnya menggunakan pakan formula atau yang lebih dikenal pakan buatan (pakan pabrik). Hanya, pakan buatan biasanya sudah ditentukan jumlah komposisi nutrisinya sehingga perlu dilakukan formulasi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi udang.

Sedangkan untuk kebutuhan nutrisi udang windu adalah jumlah komposisi yang seimbang yang diberikan kepada udang dimana hal ini untuk menunjang percepatan pertumbuhan dan daya tahan yang baik bagi udang (Amri, 2003). Adapun komposisi nutrisi pakan udang adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi nutrisi pakan udang

Jenis Pakan	Protein Min.	Lemak Min.	Bahan Organik (Maks.)	Fosfor (Maks.)	Kadar Air (Maks.)	Serat Kasar (Maks.)
Post larva 1	38%	2.8%	16%	2.0%	13.0%	3.0%
Post larva 2	38%	2.8%	16%	2.0%	13.0%	3.0%
Post larva 3	38%	2.8%	16%	2.0%	13.0%	3.0%
Starter	37%	2.8%	17%	2.0%	13.0%	3.0%
Starter lanjut	36.5%	2.8%	16%	2.0%	13.0%	3.0%
Grower	36%	2.8%	17%	2.0%	13.0%	3.0%

Sumber: Amri, 2003

## B. Enzim

Enzim merupakan sekelompok protein yang mengatur dan menjalankan perubahan-perubahan kimia dalam sistem yang berfungsi sebagai katalisator, yaitu senyawa yang meningkatkan kecepatan reaksi kimia (Marks *et al.*, 2000). Enzim merupakan protein yang berfungsi sebagai *biocatalyst* yang bekerja secara efisien dan spesifik (Singleton dan Diana, 2006).

Selain itu enzim juga merupakan protein yang memiliki aktivitas catalysis, yaitu mempercepat reaksi kimia pada sistem biologis. Suatu enzim tidak mempengaruhi konstanta ekuilibrium reaksi yang dikatalisisnya, tetapi menurunkan ambang energi yang dibutuhkan sehingga reaksi bisa bekerja dengan lebih mudah. Ciri khas enzim adalah aksinya yang spesifik, yaitu bekerja pada substrat tertentu saja. Enzim dapat dipakai untuk meningkatkan kualitas nutrisi bahan pakan dengan cara meningkatkan ketersediaan zat gizi nutrisi pakan yang terikat dalam struktur bahan pakan bisa terurai sehingga lebih sempurna terabsorpsi dalam organ pencernaan (Ikawati dan Zulies, 2018).

Terdapat berbagai macam jenis enzim, secara garis besar dapat diklasifikasikan berdasarkan tipe reaksinya, berdasarkan tempat kerjanya, dan berdasarkan waktu produksinya. Berdasarkan tipe reaksi yang diketahui, diantaranya:

Hidrolase, Lipase, Isomerise, dan Ligase. Enzim Hidrolase merupakan kelompok enzim yang sangat penting dalam pengolahan pangan, yaitu enzim yang mengatalisis reaksi hidrolisis suatu substrat atau pemecahan substrat dengan pertolongan molekul air. Enzim-enzim yang termasuk dalam golongan ini diantaranya adalah amilase, invertase, selulose dan sebagainya. Berdasarkan tempat bekerjanya

enzim dibedakan menjadi dua, yaitu endoenzim, disebut juga enzim intra seluler, adalah enzim yang bekerja di dalam sel. Eksoenzim disebut juga enzim ekstraseluler, yaitu enzim yang bekerja di luar sel. Enzim juga dibedakan menjadi dua berdasarkan waktu produksinya menjadi enzim konstitutif dan enzim induktif. Enzim konstitutif adalah enzim yang terus menerus diproduksi tanpa memperhatikan ada tidaknya substrat. Enzim induktif merupakan enzim yang hanya diproduksi ketika adanya rangsangan substrat atau senyawa tertentu (Winarno, 2002).

Selulose yang merupakan polisakarida terdiri atas satuan-satuan glukosa yang terikat dengan ikatan  $\beta$ -1, 4-glikosidik. Merupakan suatu polimer glukosa yang terdapat di alam yang menyusun tubuh tumbuhan yang mampu dipecah oleh enzim selulase yang diproduksi yang mampu menguraikan selulosa menjadi monomer glukosa dan menjadikannya sebagai sumber karbon dan energi (Anggraini, 2012).

Enzim amilase merupakan salah satu enzim ekstra seluler komersial karena berfungsi menyediakan gula hidrolisis, sehingga dapat dimanfaatkan untuk industri pangan, seperti produksi sirup glukosa atau sirup fruktosa yang mempunyai tingkat kemanisan tinggi. Enzim amilase digunakan untuk menghidrolisis pati menjadi molekul karbohidrat yang lebih sederhana, yaitu maltosa dan glukosa (Reddy *et al.*, 2003). Pati yang belum terhidrolisis sempurna menjadi glukosa juga menghasilkan produk berupa dekstrin amilolitik ini banyak digunakan dalam menghidrolisis molekul pati menjadi maltosa ataupun glukosa dan amilase (Sebayang, 2005). Enzim amilase dapat memecahkan ikatan-ikatan pada amilum sehingga terbentuk maltose (Poedjadi dan Suprianti, 2009).

Xilanase merupakan kelompok enzim yang memiliki kemampuan memecah xilan menjadi xilooligasakarida dan xilosa. Xilan merupakan rantai panjang monosakarida yang berikatan oleh suatu ikatan kimia yang apabila terhidrolisis oleh enzim xilanase dapat menghasilkan gula sederhana berupa xilooligasakarida, xilobiosa, dan xilosa (Andriyeni, 2006). Xilan dapat ditemui pada limbah-limbah pertanian yang sering diolah menjadi pakan ternak, antara lain tongkol jagung, jerami padi, kulit pisang, dan bagas tebu (Setyawati, 2006). Xilanase dibagi menjadi  $\beta$ -xilosidase dan endoxilanase berdasarkan substrat yang dihidrolisis (Richana, 2002).

$\beta$ -Glukanase merupakan jenis enzim yang memiliki fungsi untuk memecah serat dan merupakan golongan enzim hidrolase (EC 3.2.1.8) yang berperan dalam mendegradasi polisakarida linear  $\beta$ -1,4-xylan menjadi xilosa serta memecah hemiselulosa, yang merupakan salah satu komponen utama dari dinding sel tumbuhan.

Enzim fitase merupakan salah satu enzim termasuk golongan fosfatase yang mampu menghidrolisis senyawa berupa myo-inositol (1, 2, 3, 4,

5, dan 6) hexasa phosphatase menjadi myo-inositol dan phospat organik. Enzim fitase mampu menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan asam fosfat sehingga pakan dapat dimanfaatkan dengan baik. Enzim fitase yang ditambahkan pada pakan berfungsi untuk mengurangi kandungan asam fitat yang terdapat pada bahan pakan nabati serta meningkatkan pertumbuhan relatif dan efisiensi pakan (Baruah *et al.*, 2004).

### **C. Rasio Efisiensi Protein**

Rasio efisiensi protein (REP) merupakan menghitung efisiensi suatu protein pangan untuk digunakan dalam sintesis protein tubuh. Apabila didefinisikan, maka rasio efisiensi protein adalah perbandingan antar bobot tubuh dan dengan jumlah protein yang dikonsumsi (Retnosari, 2007).

Efisiensi penggunaan pakan dapat diketahui dengan menghitung rasio efisiensi protein (REP) atau sering disebut PER (*protein efisiensi ratio*). REP sangat dipengaruhi oleh kualitas pakan, sifat genetik ikan, kemampuan cerna, aktivitas enzim, dan kondisi lingkungan tempat ikan dipelihara. Kemudian, konsentrasi oksigen terlarut, konsentrasi bahan beracun (amoniak, asam belerang), dan suhu merupakan faktor yang dapat mempengaruhi REP (Ghufran, 2010).

Dalam proses budidaya untuk mendapatkan pertumbuhan terbaik pada udang windu dibutuhkan pakan buatan dengan kandungan protein 25% untuk udang dewasa dan diatas 40% untuk larva (Ghufran, 2009).

### **D. Efisiensi Pakan**

Pakan merupakan salah satu aspek penting dalam kegiatan budidaya dengan fungsi sebagai sumber nutrisi dan energi untuk menunjang pertumbuhan dan mempertahankan kelangsungan hidup organisme. Pakan yang baik adalah pakan yang sesuai dengan kebutuhan fisiologi dan nutrisi spesies ikan yang dibudidayakan. Pakan harus tersedia dalam jumlah yang cukup, terus menerus (kontinu), dan memiliki kandungan gizi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan ikan. Pemberian pakan yang memiliki kualitas dan kuantitas yang baik dapat mengoptimalkan pemanfaatan pakan oleh ikan yang dibudidayakan (Niode *et al.*, 2017).

Efisiensi pakan merupakan proporsi biomassa ikan dengan jumlah pakan yang dikonsumsi dan dimanfaatkan secara optimal oleh ikan (Giri *et al.*, 2007). Nilai efisiensi pakan dipengaruhi oleh kemampuan ikan dalam mencerna pakan yang diberikan dan disimpan dalam tubuh (Puspitasari *et al.*, 2018). Semakin tinggi nilai efisiensi pakan yang diperoleh pada ikan yang diberi pakan, maka hal tersebut menunjukkan semakin baiknya kualitas pakan yang digunakan. Dengan demikian, pakan dapat dimanfaatkan secara optimal oleh ikan. Menurut Haryanto *et al.*, (2014), nilai efisiensi pakan yang

rendah menunjukkan bahwa ikan membutuhkan jumlah pakan lebih banyak untuk meningkatkan berat tubuhnya. Hal ini disebabkan oleh adanya pakan yang dimanfaatkan tidak hanya untuk pertumbuhan, tetapi juga diperlukan untuk aktivitas ikan. Menurut Ardita *et al.*, (2015), efisiensi pakan dapat mempengaruhi nilai rasio konversi pakan ikan (RKP), dimana semakin rendah nilai RKP menunjukkan bahwa semakin efisien pakan dan pakan yang dimakan digunakan dengan baik oleh ikan untuk pertumbuhan.

## **E. Kualitas Air**

Salah satu faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup udang adalah kualitas air. Pengukur parameter kualitas air dalam wadah pemeliharaan adalah suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, dan amoniak.

### **1. Suhu**

Suhu menjadi faktor pembatas bagi kegiatan budidaya karena mampu mempengaruhi berbagai reaksi fisika dan kimia di lingkungan serta tubuh udang. Suhu terkait pula dengan parameter air lainnya, diantaranya adalah oksigen terlarut. Pada level suhu yang meningkat, kandungan oksigen berkurang karena proses metabolisme lebih cepat. Hal ini sesuai dengan hukum Van't Hoff yang menyatakan bahwa setiap kenaikan suhu sebesar 10°C akan meningkatkan kecepatan reaksi kimia dalam proses metabolisme organisme perairan hampir dua kali lipat (Praditia, 2009).

Suhu optimal pertumbuhan udang antara 26-32°C. Jika suhu lebih dari angka optimum maka metabolisme yang ada pada tubuh udang akan berlangsung cepat, imbas nya kebutuhan oksigen terlarut akan meningkat. Itu berarti penambahan kincir air perlu dilakukan yang berarti menambah biaya produksi. Pada suhu air dibawah 25°C, umumnya terjadi pada saat masa-masa peralihan musim antara Juni-Agustus, udang sudah kurang aktif mencari pakan (Haliman dan Adijaya, 2008).

### **2. Salinitas**

Salinitas merupakan salah satu aspek kualitas air yang memegang peranan penting karena mempengaruhi pertumbuhan udang. Udang muda yang berumur 1-2 bulan memerlukan kadar garam 15-25 ppt agar pertumbuhannya dapat optimal. Setelah umurnya lebih dari dua bulan, pertumbuhan relatif baik pada kisaran salinitas 5-30 ppt. Pada kondisi tertentu, sumber air tambak dapat menjadi hipersalin atau berkadar garam tinggi (diatas 40 ppt). Hal ini sering terjadi jika pada musim kemarau. Pada salinitas tinggi, pertumbuhan udang menjadi lambat karena proses osmoregulasi terganggu. Apabila salinitas meningkat maka pertumbuhan udang akan melambat

karena energi lebih banyak terserap oleh proses osmoregulasi daripada untuk pertumbuhan (Haliman dan Adijaya, 2008).

### **3. Derajat Keasaman**

Derajat keasaman (pH) adalah aspek kualitas air yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasahan air. Kondisi perairan yang tidak stabil bisa saja bersifat asam maupun basa dapat membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan dapat menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (Yuliana, 2018). Sebagaimana menurut (Haliman dan Adijaya, 2008) yang mengatakan bahwa pH merupakan parameter air untuk menentukan derajat keasaman, biasanya pH ideal untuk udang windu berkisar antara 7,5-8,5. Hal ini didukung oleh pernyataan Syukri dan Muhammad (2016) pH air berkisar antara 7,0-8,7 nilai ini tergolong baik dan masih dalam batas toleransi post larva udang windu.

Menurut Wickins (1987) dalam Syukri dan Muhammad (2016), jika pH 6,4 dapat menyebabkan laju pertumbuhan post larva udang akan menurun sebesar 60% dan sebaliknya pH 9,0-9,5 akan menyebabkan peningkatan kadar amoniak sehingga secara tidak langsung membahayakan post larva udang. Derajat keasaman (pH) yang rendah akan menyebabkan keasaman meningkat, jika itu terjadi maka kondisi perairan akan menyebabkan menurunnya kualitas air sehingga dapat mengakibatkan menurunnya selera makan suatu organisme (udang) (Putri, 2009).

### **4. Oksigen Terlarut**

Salinitas dan pH berhubungan erat dengan keseimbangan ionik dan proses osmoregulasi didalam tubuh udang. Kandungan oksigen terlarut (DO) sangat mempengaruhi metabolisme tubuh udang. Kadar oksigen terlarut yang baik berkisar 4-6 ppm. Pada siang hari, DO cenderung memiliki angka yang tinggi karena adanya proses fotosintesis plankton yang menghasilkan oksigen. Keadaan sebaliknya terjadi pada malam hari. Pada saat itu, plankton tidak melakukan proses fotosintesis bahkan membutuhkan oksigen sehingga menjadi kompetitor bagi udang dalam mengambil oksigen. Namun demikian, DO minimal pada malam hari dianjurkan tidak kurang dari 3 ppm. Tanda-tanda sederhana terjadinya kekurangan oksigen yaitu udang berenang dan berkumpul dipermukaan air (Haliman dan Adijaya, 2008).

### **5. Amoniak**

Amoniak merupakan hasil ekskresi atau pengeluaran kotoran udang yang berbentuk gas. Selain itu, amoniak bisa berasal dari pakan yang tidak termakan oleh udang windu sehingga larut dalam air. Amoniak akan mengalami proses nitrifikasi dan denitrifikasi sesuai dengan siklus nitrogen dalam air sehingga menjadi nitrit (NO<sub>2</sub>) dan

nitrat (NO<sub>3</sub>). Proses ini dapat berjalan lancar bila tersedia bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi dalam jumlah cukup, yaitu nitrobakter dan nitrosomonas. Nitrobakter berperan mengubah amoniak menjadi nitrit. Sementara bakteri nitrosomonas mengubah nitrit menjadi nitrat. Oleh karena amoniak dan nitrit merupakan senyawa beracun maka harus diubah menjadi senyawa lain yang tidak berbahaya yaitu nitrat. Salah satu cara meningkatkan jumlah bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi yaitu dengan aplikasi probiotic yang mengandung bakteri yang dibutuhkan (Haliman dan Adijaya, 2008).