

SKRIPSI

**SKOR DAN INDEKS ASAM AMINO ESENSIAL UDANG WINDU,  
*Penaeus monodon* YANG MENGONSUMSI PELLET  
MENGANDUNG MULTI-ENZIM DAN DIPELIHARA PADA KOLAM  
TERPAL RESIRKULASI PLUS FAECAL CHAMBER**

Disusun dan diajukan oleh :

**FITRIWI ARLINI**

**L031 17 1508**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
DEPARTEMEN PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**SKOR DAN INDEKS ASAM AMINO ESENSIAL UDANG WINDU *Penaeus monodon*  
YANG MENGONSUMSI PELLET MENGANDUNG MULTI-ENZIM DAN DIPELIHARA  
PADA KOLAM TERPAL RESIRKULASI PLUS FAECAL CHAMBER**

**OLEH :**

**FITRIWI ARLINI  
L031 17 1508**

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat 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  
2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

### SKOR DAN INDEKS ASAM AMINO ESENSIAL UDANG WINDU *Penaeus monodon* YANG MENGONSUMSI PELLETT MENGANDUNG MULTI-ENZIM DAN DIPELIHARA PADA KOLAM TERPAL RESIRKULASI PLUS FAECAL CHAMBER.

Disusun dan diajukan oleh

FITRIWI ARLINI

L031 17 1508

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 11 Februari 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama,




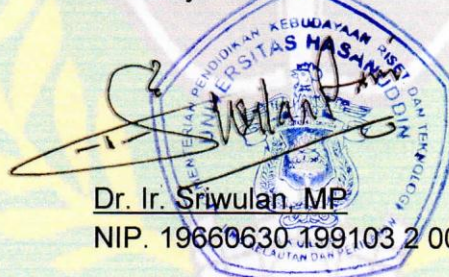
Dr. Ir. Edison Saade, M.Sc  
NIP. 19630803 198903 1 002

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Haryati Tandipayuk, MS  
NIP. 19540509 198103 2 001

Ketua Program Studi  
Budidaya Perairan



Dr. Ir. Sriwulan, MP  
NIP. 19660630 199103 2 002

Tanggal Pengesahan : 1 Maret 2022

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : FITRIWI ARLINI  
NIM : L031 17 1508  
Program Studi : Budidaya Perairan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya saya yang berjudul

Skor Dan Indeks Asam Amino Esensial Udang Windu, *Penaeus monodon* yang Mengonsumsi Pellet Mengandung Multi-Enzim dan Dipelihara pada Kolam Terpal Resirkulasi Plus Faecal Chamber.

Adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 28 Februari 2022

Yang Menyatakan



FITRIWI ARLINI  
NIM. L031 17 1508

## PERNYATAAN AUTHORSHIP

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : FITRIWI ARLINI  
NIM : L031 17 1508  
Program Studi : Budidaya Perairan  
Jenjang : S1

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 seorang dari penulis berhak mempublikasinya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 28 Februari 2022

Mengetahui,  
Ketua Program studi  
Budidaya Perairan



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

Penulis



FITRIWI ARLINI  
NIM. L031 17 1508

## ABSTRAK

**FITRIWI ARLINI.** L031 17 1508. “ Skor dan indeks asam amino esensial udang windu, *Penaeus monodon* yang mengonsumsi pellet mengandung multi-enzim dan dipelihara pada kolam terpal resirkulasi plus faecal chamber.” dibimbing oleh **Edison Saade** sebagai Pembimbing Utama dan **Haryati Tandipayuk** sebagai Pembimbing Pendamping.

---

Udang Windu *Penaeus monodon* merupakan salah satu komoditas andalan sektor perikanan yang diharapkan dapat meningkatkan devisa negara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui skor asam amino esensial (SAAE) dan indeks asam amino esensial (IAAE) pada tubuh udang windu yang diberi pakan buatan mengandung multi-enzim serta hubungannya antara lama pemeliharaan dengan kandungan nutrisi, profil AA, SAAE dan IAAE tubuh udang windu. Penelitian dilaksanakan di Instalasi Pembenihan Udang Windu Barru. Hewan uji yang digunakan adalah udang Windu dengan bobot rata-rata awal 8,1 g/ekor. Udang windu dipelihara di kolam terpal resirkulasi diameter 3 m, tinggi 1 m dan volume kolam  $\pm$  7000 L dengan ruang feses (faecal chamber) dan diisi 250 ekor/4000 L air. Penelitian ini membandingkan kandungan atau komposisi makro nutrisi, profil asam amino, indeks asam amino esensial (IAAE) dan skor asam amino esensial (SAAE) daging udang windu antara awal, pertengahan dan akhir pemeliharaan. Data dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan multi-enzim pada pakan dan pemeliharaan pada kolam terpal resirkulasi dengan ruang feses (faecal chamber) yaitu kandungan protein pada udang awal 86,67%, pertengahan 86,67% dan akhir 90,01% serta karbohidrat tubuh udang awal 4,43%, pertengahan 6,19% dan akhir 6,36%. Adapun nilai IAAE pada udang awal 33,56%, pertengahan 37,94% dan akhir 48,88% serta nilai SAAE pada udang awal 46,14%, pertengahan 69,82% dan akhir 92,89%. Kesimpulan penelitian bahwa semakin lama pemeliharaan maka semakin tinggi kandungan protein dan karbohidrat tubuh udang windu, semua jenis dan total asam amino esensial (AAE), semua jenis dan total asam amino non esensial (AAEn), indeks asam amino esensial (IAAE) dan skor asam amino esensial (SAAE).

Kata kunci : Skor asam amino esensial; indeks asam amino esensial; multi-enzim; udang windu.

## ABSTRACT

**FITRIWI ARLINI. L031 17 1508.** "The score and index of essential amino acids of windu shrimp, *Penaeus monodon* which consumes pellets contains multi-enzymes and is maintained in a pool of recirculation tarpaulin plus faecal chamber." guided by **Edison Saade** as Principal Guide and **Haryati Tandipayuk** as Companion Guide.

---

Windu *Penaeus monodon* shrimp is one of the mainstay commodities of the fisheries sector that is expected to increase the country's foreign exchange. This study aims to find out the score of essential amino acids (SAAE) and essential amino acid index (IAAE) in the body of windu shrimp that are given artificial feed containing multi-enzymes and the relationship between long maintenance with nutritional content, AA profile, SAAE and IAAE body of windu shrimp. The research was conducted at the Windu Barru Shrimp Hatchery Installation. The test animal used is windu shrimp with an initial average weight of 8.1 g / tail. Windu shrimp are maintained in a recirculation tarpaulin pond of 3 m diameter, 1 m high and the volume of the pond  $\pm$  7000 L with a faecal chamber and filled with 250 tails / 4000 L of water. The study compared the macro content or composition of nutrients, amino acid profile, essential amino acid index (IAAE) and essential amino acid score (SAAE) of windu shrimp meat between the beginning, middle and end of maintenance. Data is analyzed descriptively. The results showed that the addition of multi-enzymes to feed and maintenance in the pond tarpaulin recirculation with the fecal chamber (faecal chamber) is the protein content in shrimp early 86.67%, mid 86.67% and late 90.01% and early shrimp body carbohydrates 4.43%, mid 6.19% and late 6.36%. The IAAE value in the initial shrimp was 33.56%, mid-37.94% and the end 48.88%. and the SAAE value in the initial shrimp was 46.14%, mid-69.82% and the end 92.89%. The study concludes that the longer the maintenance, the higher the protein and carbohydrate content of the shrimp windu body, all types and totals of essential amino acids (AAE), all types and totals of non-essential amino acids (AAEn), essential amino acid index (IAAE) and essential amino acid score (SAAE).

Keywords: Essential amino acid score; index of essential amino acids; multi-enzymes; shrimp windu.

## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini dengan judul “**Skor Dan Indeks Asam Amino Essensial Udang Windu *Penaeus monodon* Yang Mengonsumsi Pellet Mengandung Multi-Enzim dan Dipelihara pada Kolam Terpal Resirkulasi Plus Faecal Chamber**”. 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 persiapan, pelaksanaan penelitian, sampai akhir penyusunan skripsi ini dan penulis menyadari sepenuhnya skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penulis sangat membutuhkan dukungan dan sumbangsih pemikiran yang berisi kritik dan saran yang membangun. Selama penulisan skripsi ini penyusun mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak yang telah mendukung dan membimbing penulis. Kasih yang tulus serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Kedua orang tua dan saudara yang saya sayangi, Ayahanda **Suardi**, Ibunda **Rostina** dan Saudara **Ilal Tri Anugrah** yang tidak henti-hentinya memanjatkan do'a dan senantiasa memberikan dukungan kepada penulis.
2. Bapak **Dr. Ir. Edison Saade, M. Sc** selaku pembimbing utama yang senantiasa meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan bimbingan serta arahnya hingga proses akhir dari penyusunan skripsi ini.
3. Ibu **Prof. Dr. Ir. Haryati Tandipayuk, MS** selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahnya hingga proses akhir dari penyusunan skripsi ini.
4. Bapak **Dr. Ir. Rustam, M.Si.** selaku penguji dan penasehat Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahnya selama masa perkuliahan, dan memberikan saran yang sangat membangun.
5. Bapak **Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M.Si** selaku penguji yang telah memberikan pengetahuan baru, saran, masukan, dan kritik yang sangat membangun.
6. Bapak **Safruddin, M.Si, Ph.D** selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin Makassar.



7. Ibu **Dr. Ir. Siti Aslamyah, MP.** selaku Wakil Dekan I (Bidang Akademik, Riset dan Inovasi) Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin Makassar.
8. Bapak **Dr. Fahrul, S.Pi., M.Si** selaku Ketua Departemen Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin Makassar.
9. Ibu **Dr. Ir. Sriwulan, MP.** selaku Ketua Prodi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin Makassar.
10. Bapak dan Ibu Dosen, serta Staf administrasi Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin yang telah banyak berbagi ilmu dan pengalaman serta membantu penulis.
11. Bapak Kepala Instalasi Pembenihan Udang Windu BARRU beserta seluruh staf yang telah bersedia menerima Penulis untuk melaksanakan penelitian di IPUW Barru, serta teknisi dan staf Divisi Pembenihan Udang yang telah memberi arahan, serta masukan selama penulis melaksanakan penelitian di IPUW Barru.
12. Teman seperjuangan dalam penelitian Amalia Wanda Kusumawardhani yang senantiasa saling membantu, memberikan dukungan, motivasi, semangat serta hiburan selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi.
13. Sahabat-sahabat sekret 27 patri Maulydia, Suci permatasari dan Apris Sural Jayardi yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, hiburan serta dan bantuannya kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
14. Seluruh teman-teman Program studi Budidaya Perairan Angkatan 2017 yang telah sama-sama berjuang dan senantiasa memberi semangat, dukungan serta mewarnai hari-hari penulis selama perkuliahan.
15. Semua pihak yang ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, dengan senang hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dalam penulisan berikutnya dapat lebih baik lagi.

Akhir kata dengan segenap kerendahan hati, penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak. Aamiin.

Makassar, 28 Februari 2022



Fitriwi Arlini

## BIODATA DIRI



Penulis bernama lengkap Fitriwi Arlini. Lahir di Sapolohe, Desa Sapolohe, Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba pada Tanggal 20 Januari 1999. Merupakan anak Pertama dari pasangan Suardi dan Rostina. Penulis beralamat di Jln. Masjid Al-Ikhlas Blok H/27 Kompleks Perumahan Dosen Universitas Hasanuddin, Kota Makassar. Penulis menyelesaikan jenjang pendidikan sekolah dasar di SD 157 Pasaraya Bontobahari, pada Tahun 2011, SMPN 32 Bulukumba pada Tahun 2014 dan Madrasah Aliyah Pondok Pesantren Babul Khaer Kalumeme Bulukumba pada tahun 2017. Sekarang penulis terdaftar sebagai mahasiswa semester akhir program studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penulis diterima di Universitas Hasanuddin pada tahun 2017 melalui Jalur Mandiri (JNS). Dalam rangka menyelesaikan studi serta memenuhi syarat wajib untuk memperoleh gelar sarjana perikanan, Penulis melakukan penelitian dengan Judul “ Skor dan indeks asam amino esensial udang windu, *Panaeus monodon* yang mengonsumsi pellet mengandung multi-enzim dan dipelihara pada kolam terpal resirkulasi plus faecal chamber ” yang dibimbing langsung oleh Bapak Dr. Ir. Edison Saade, M.Sc (Pembimbing Utama) dan Bapak Prof. Dr. Ir. Haryati Tandipayuk , MS. (Pembimbing Pendamping).

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL .....	<b>xii</b>
DAFTAR GAMBAR .....	<b>xiii</b>
DAFTAR LAMPIRAN .....	<b>xiv</b>
I. PENDAHULUAN .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan dan kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	<b>3</b>
A. Klasifikasi dan Morfologi Udang Windu .....	3
B. Kebiasaan Makan Udang Windu.....	4
C. Pakan, Kebutuhan dan Komposisi Nutrisi Udang Windu .....	5
D. Enzim.....	6
E. Indeks Asam Amino Esensial dan Skor Asam Amino Esensial .....	7
F. Resirkulasi .....	13
G. Kualitas Air.....	13
III. METODE PENELITIAN .....	<b>17</b>
A. Waktu dan Tempat .....	17
B. Bahan dan Alat .....	17
C. Prosedur Penelitian .....	18
1. Persiapan.....	18
2. Pemeliharaan .....	20
D. Parameter penelitian .....	20
a. Kandungan nutrisi udang uji.....	20
b. Profil Asam Amino.....	21
c. Indeks Asam Amino Esensial.....	21
d. Skor Asam Amino Esensial.....	21
e. Kualitas Air .....	21
E. Analisis data .....	22
IV. HASIL.....	<b>23</b>
A. Kandungan Nutrisi Udang Windu.....	23

B. Profil Asam Amino .....	23
C. Indeks Asam Amino Esensial dan Skor Asam Amino Esensial .....	27
D. Kualitas Air.....	27
V. PEMBAHASAN.....	<b>26</b>
A. Kandungan Nutrisi Udang Windu.....	29
B. Profil Asam Amino .....	30
C. Indeks Asam Amino Esensial dan Skor Asam Amino Esensial.....	31
D. Kualitas Air.....	32
VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....	<b>34</b>
A. Kesimpulan.....	34
B. Saran .....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	<b>35</b>
LAMPIRAN.....	<b>39</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Bahan yang digunakan selama penelitian. ....	17
2. Alat yang digunakan selama penelitian. ....	17
3. Komposisi nutrisi pakan uji. ....	19
4. jenis, nama alat dan waktu pengukuran kualitas air. ....	22
5. Kandungan nutrisi udang windu selama pemeliharaan. ....	24
6. Profil Asam Amino Esensial pada pakan dan udang windu selama pemeliharaan .	25
7. Profil Asam Amino Non Esensial pada udang windu selama pemeliharaan .....	25
8. SAAE pada pakan dan udang windu selama pemeliharaan .....	27
9. IAAE pada pakan dan udang windu selama pemeliharaan .....	27
10. Kisaran kualitas air wadah pemeliharaan udang windu selama penelitian .....	28

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Udang windu <i>P.monodon</i> .....	3
2. Kopares dan Filter air. ....	18
3. Konstruksi Kopares plus ruang feses.....	19

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Data Hasil Uji Amonia. ....	40
2. Data Hasil Uji Proksimat. ....	41
3. Data Hasil Uji Analisis Asam Amino. ....	42
4. Hasil Perhitungan IAAE dan SAAE ....	46
5. Dokumentasi Penelitian. ....	47

# I. PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Budidaya udang merupakan salah satu usaha yang memiliki kemungkinan yang sangat tinggi untuk meningkatkan devisa negara (Syahfdi *et al.*, 2010). Maka dari itu budidaya udang windu sangat berpotensi untuk di kembangkan (Awaludin *et al.*, 2020). Sejak tahun 90-an udang windu telah dibudidayakan secara luas di Indonesia (WWF-Indonesia, 2014). Namun, sejak era tersebut, produktivitas udang windu menurun drastis disebabkan oleh lingkungan dan kualitas pakan serta serangan hama dan penyakit.

Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan pada tiga tahun terakhir ini mencoba membangkitkan kembali kejayaan udang windu. Berbagai upaya sedang dilakukan baik melalui penelitian-penelitian maupun penerapan teknologi budidaya serta pengembangan kawasan pertambakan terintegrasi dan ramah lingkungan. Pengembangan udang windu melalui kajian, (Saade *et al.*, 2020) melaporkan bahwa salah satu upaya untuk meningkatkan daya tahan, efisiensi proses metabolisme, pertumbuhan dan produksi udang windu adalah dengan penambahan multi-enzim pada pakannya. Selanjutnya dinyatakan bahwa penambahan multi-enzim 30 cc/kg pakan pada larva udang windu mampu meningkatkan performa pertumbuhan dan efisiensi pemanfaatan nutrisi pakan dibanding dengan dosis lainnya. Menurut (Jannah, 2020) multi-enzim berperan dalam meningkatkan kinerja enzim pencernaan sehingga dapat membantu daya cerna pada pakan.

Suplementasi multi-enzim pada pakan buatan mendukung proses metabolisme nutrisi pada udang windu yang dipelihara, termasuk metabolisme protein dengan indikator kandungan nutrisi daging udang, profil asam amino, indeks asam amino esensial (IAAE) dan skor kimia asam amino esensial (SAAE). Asam amino esensial merupakan asam amino yang tidak dapat disintesis di dalam tubuh udang windu sehingga harus disuplai dari pakan (Wardani *et al.*, 2014).

Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas asam amino esensial yaitu dengan penambahan multi-enzim pada pakan melalui skor asam amino esensial (SAAE) dan indeks asam amino esensial (IAAE). SAAE merupakan metode skor kimia asam-asam amino esensial yang terkandung di dalamnya yang didasari kenyataan bahwa nilai biologis suatu protein dibatasi oleh proporsi relatif, sedangkan IAAE bertujuan untuk memprediksi nilai gizi suatu protein, dengan mengembangkan suatu cara perhitungan dengan mengintegrasikan semua asam amino esensial (Muchtadi, 2013) sehingga SAAE dan EAAI bertujuan untuk mengevaluasi kualitas



asam amino pakan apakah sesuai dengan kebutuhan udang. Namun demikian, informasi IAAE dan SAAE udang windu selama pemeliharaan belum tersedia.

Budidaya udang windu selama ini dilakukan di wadah budidaya yang tidak memisahkan antara udang yang dipelihara dengan fesesnya baik yang dipelihara di tambak maupun yang dilakukan di kolam beton. Kelemahan budidaya di wadah budidaya yang demikian adalah feses dan pakan tak termakan tertimbun di dasar wadah pemeliharaan. Hal ini berpotensi menurunkan kualitas air di dasar perairan, terutama meningkatnya partikel-partikel dan suspensi kotoran, yang mampu mengganggu proses respirasi udang windu, mudah diserang oleh hama dan penyakit, dan kekuatan tubuh melemah. Hal ini tentunya akan menurunkan pertumbuhan dan produktivitas usaha budidaya udang windu. Salah satu usaha untuk mengatasinya adalah budidaya udang di kolam terpal resirkulasi (KOPARES) plus ruang feses (faecal chamber) atau Space of Metabolic Waste and Unconsumptioned Feed (Somecof). Kelebihan KOPARES plus ruang feses adalah kualitas air bisa dikontrol dengan cepat sehingga proses metabolisme nutrisi bisa lebih optimal, hama dan penyakit bisa dikontrol, bisa mengoptimalkan pemanfaatan tenaga kerja rumah tangga, persiapan wadah budidaya lebih efisien dan praktis serta biaya operasional yang rendah dan tentunya akan meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas budidaya udang windu.

Berdasarkan hal tersebut di atas, hasil penelitian tentang kandungan nutrisi, profil asam amino, SAAE dan IAAE pada budidaya udang windu yang diberi pakan buatan yang disuplementasi multi-enzim di KOPARES plus ruang feses (faecal chamber) atau Space of Metabolic Waste and Unconsumptioned Feed (Somecof) adalah perlu dipublikasi.

## **B. Tujuan dan kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui skor asam amino esensial (SAAE) dan indeks asam amino esensial (IAAE) pada tubuh udang windu yang diberi pakan mengandung multi enzim serta di pelihara di kolam terpal resirkulasi plus ruang feses dan hubungannya antara lama pemeliharaan dengan kandungan nutrisi, profil AA, SAAE dan IAAE tubuh udang windu.

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu menjadi salah satu bahan informasi tentang skor dan indeks asam amino esensial pada budidaya udang windu yang dipelihara di kolam terpal resirkulasi (KOPARES) plus ruang feses dan juga diharapkan dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Klasifikasi dan Morfologi Udang Windu

Menurut (Kuslani & Sukamto, 2019) klasifikasi udang windu, *Penaeus monodon* sebagai berikut :

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Ordo	: Decapoda
Family	: Penaeidae
Genus	: <i>Penaeus</i>
Species	: <i>Penaeus monodon</i> .



**Gambar 1.** Udang windu (*P.monodon*) (Kuslani & Sukamto, 2019).

Udang windu memiliki tubuh yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu kepala dada (cephalothorax) dan perut (abdomen). Cephalothorax tertutup oleh kelopak kepala yang disebut carapace. Udang windu hidup didasar perairan, tidak menyukai cahaya terang dan bersembunyi di lumpur pada siang hari, bersifat kanibal terutama dalam keadaan lapar dan tidak ada makanan yang tersedia, mempunyai ekskresi amonia yang cukup tinggi dan untuk pertumbuhan diperlukan pergantian kulit (*moulti*ng) (Supono, 2017). Pergantian kulit merupakan indikator dari pertumbuhan udang, semakin cepat udang berganti kulit berarti pertumbuhan semakin cepat pula. Umumnya udang memiliki sifat alami yang sama, yakni aktif pada malam hari (*nocturnal*), baik untuk mencari makan maupun reproduksi. Dalam mencari pakan udang lebih mengandalkan indra kimia dari pada indra penglihatan (Yuniarso, 2006).

Menurut (Laining *et al.*, 2014) siklus hidup udang windu terbagi atas empat tahap, yaitu sebagai berikut :

- i. Tahap embrio yaitu dari tahap pembuahan sampai tahap penetasan.
- ii. Tahap Larva terdiri dari stadium napsius,zoea,mysis, dan post larva.akhir dari tahap ini ditandai oleh ruas abdomen keenam yang lebih panjang dari panjang

- cangkang dan warna tubuh yang transparan ditutupi oleh pita coklat gelap memanjang dari pangkal antena hingga telson.
- iii. Tahap juvenil pada stadium awal ditandai oleh tubuh yang transparan dengan pita coklat gelap di bagian sentral. Tahap ini ditandai dengan fluktuasi perbandingan ukuran tubuh mulai stabil, yang berarti telah menginjak tahap udang muda.
  - iv. Tahap udang muda ditandai dengan adanya kematangan seksual, dimana tahap ini proporsi ukuran tubuh stabil dan tumbuh tanda-tanda seksual seperti alat kelamin pada udang windu jantan yaitu petasma mulai terlihat setelah panjang cangkangnya 30 mm, sedangkan pada betina thelycum mulai terlihat setelah panjang cangkangnya mencapai 37 mm.
  - v. Tahap dewasa yaitu udang windu ditandai dengan kematangan gonad yang sempurna. Pada udang jantan mempunyai spermatozoa pada pasangan ampulla terminalis dan pada udang betina mempunyai ovocytus yang telah berkembang di dalam ovariumnya.

## **B. Kebiasaan Makan Udang Windu**

Berdasarkan kebiasaan makan, udang windu dapat dikelompokkan dalam golongan hewan pemakan segala (omnivor), Sebagai hewan nokturnal udang lebih aktif mencari makan pada malam hari. Sifat udang yang demikian perlu diketahui agar dalam budidayanya diusahakan ketersediaan makanan secara terus-menerus, baik dalam jumlah maupun mutunya (Jannah, 2020). menurut (Gusrifandi, 2011) berdasarkan kebiasaan makannya larva udang pada tingkat mysis dan post larva lebih menyukai makanan hidup seperti zooplankton yaitu nauplius *Artemia* sp sebab kandungan nutrisinya tinggi dan mudah dicerna oleh larva udang.

Udang windu bersifat omnivora, Udang ini mempunyai sifat dapat menyesuaikan diri dengan makanan yang tersedia di lingkungannya, tidak bersifat memilih-milih (Yuniarti & Juliana, 2017). Jenis makanannya sangat bervariasi tergantung pada tingkatan umur. Pada stadia benih, makanan utamanya adalah plankton (fitoplankton dan zooplankton). Udang windu dewasa bersifat karnivora 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 (Tahir, 2021).

Menurut (Kuslani & Sukamto, 2019) kebiasaan udang windu akan berbeda tergantung pada daur hidupnya. Makanan utama udang windu didominasi berupa moluska, krustasea, detritus, makrofita, dan makanan tambahan berupa zooplankton, pasir, dan annelida. Adanya komponen makanan berupa krustasea diduga

menunjukkan sifat kanibal pada udang, dimana udang yang lebih besar cenderung akan memangsa udang yang lebih kecil atau yang dalam kondisi lemah seperti sedang melakukan proses moulting jika ketersediaan makanan kurang.

### **C. Pakan, Kebutuhan dan Komposisi Nutrisi Udang Windu**

Pakan berperan penting dalam mencapai keberhasilan budidaya udang. Pakan untuk udang windu terbagi menjadi dua jenis yaitu pakan buatan/pellet dan pakan alami. Pemberian makan pada pemeliharaan intensif biasanya digunakan pakan formula atau yang lebih dikenal pakan buatan/pellet (pakan pabrik). Namun, pakan buatan pada umumnya telah ditentukan jumlah kandungan nutrisinya sehingga perlu dibuatkan formulasi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi udang. Sedangkan kebutuhan nutrisi udang windu dengan hal ini diberikan jumlah komposisi yang seimbang untuk udang windu dapat menopang mempercepat pertumbuhan serta memberikan kemampuan daya tahan yang baik bagi tubuh udang ( Amri, 2003).

Kandungan pakan udang windu harus memenuhi unsur-unsur seperti protein, karbohidrat, lemak, mineral dan vitamin. Sumber utama komposisi nutrisi pada pakan udang adalah protein, karbohidrat, dan lemak/lipid (Supono, 2017). Idealnya protein hanya digunakan untuk pertumbuhan oleh karena itu kandungan protein pakan merupakan faktor yang sangat penting dalam mendukung keberhasilan budidaya udang. Protein yang baik bagi udang bersumber dari protein hewani, seperti tepung ikan, tepung kepala udang, tepung cumi, dan tepung hati. Adapun asam lemak dapat berasal dari minyak ikan atau minyak hati ikan (Amri, 2003). Udang Windu tumbuh optimal dengan pakan yang mengandung protein berkisar antara 35-40%, lemak 10-12%, karbohidrat 40%, kolesterol 0,5-1,0% serta dalam jumlah kecil vitamin dan mineral. Adanya kandungan nutrisi dalam pakan udang yang tinggi akan meningkatkan kekebalan tubuh udang sehingga diperoleh tingkat kelangsungan hidup dan produktivitas panen yang tinggi (Puput *et al.*, 2014 ; Awaludin *et al.*, 2020).

Protein merupakan zat pembangun dan penyusun jaringan baru untuk pertumbuhan, pergantian jaringan yang rusak, sebagai zat pengatur dalam pembentukan enzim dan hormon, mengatur berbagai proses metabolisme dalam tubuh, serta sebagai sumber energi pada saat kebutuhan energi tidak terpenuhi oleh karbohidrat dan lemak (Mamuaja, 2017).

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 yang terdiri dari asam amino esensial dan non esensial.

#### **D. Enzim**

Enzim adalah protein yang bertindak sebagai katalisator dan senyawa yang mempercepat reaksi kimia (Marks *et al.*, 2000 ; Yuniarti & Juliana, 2017) Enzim berfungsi sebagai biokatalisator, dengan kata lain mempercepat suatu reaksi tanpa terlibat dalam reaksi.

Enzim mengubah molekul substrat menjadi hasil reaksi (produk) yang molekulnya berbeda dari substrat. Aktivitas enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, konsentrasi substrat, pH, suhu, dan inhibitor (penghambat). Pengaruh tersebut dapat mengganggu stabilitas enzim yang merupakan sifat penting enzim dalam aplikasinya sebagai biokatalis. Stabilitas enzim dapat didefinisikan sebagai kestabilan aktivitas enzim selama penyimpanan, penggunaan, dan kestabilan terhadap senyawa tertentu (asam, basa) serta pengaruh temperatur dan pH ekstrim (Susanti & Fidia, 2017).

Selain itu enzim juga merupakan protein yang memiliki aktivitas catalysis, yaitu mempercepat reaksi kimia pada sistem biologis. Suatu enzim tidak mempengaruhi konstanta equilibrium 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 (Tahir, 2021).

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 mengkatalisis 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 tujuh enzim dibedakan menjadi dua, yaitu endoenzim, disebut juga enzim intraseluler, 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 (Nurhidayah *et al.*, 2019).

Selulose merupakan enzim yang dapat menghidrolisis polimer. Enzim ini menghidrolisis selulosa menjadi mono atau disakarida. 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 (Yuniarti & Juliana, 2017).

Amilase merupakan salah satu enzim ekstraseluler 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 (Susanto *et al.*, 2017). 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 (Susanto *et al.*, 2017) Enzim amilase dapat memecahkan ikatan-ikatan pada amilum sehingga terbentuk maltose (Yuniarti & Juliana, 2017).

Xylanase merupakan kelompok enzim yang memiliki kemampuan memecah xilan menjadi xilooligosakarida dan xilosa. Xilan merupakan rantai panjang monosakarida yang berikatan oleh suatu ikatan kimia yang apabila terhidrolisis oleh enzim xilanase dapat menghasilkan gula sederhana berupa xilooligosakarida, xilobiosa, dan xilosa (Susanti & Fidia Febriana, 2017). Xilan dapat ditemui pada limbah-limbah pertanian yang sering diolah menjadi pakan ternak, antara lain tongkol jagung, jerami padi, kulit pisang, dan bagas tebu (Jannah, 2020). Xilanase dibagi menjadi  $\beta$ -xilosidase dan endoxilanase berdasarkan substrat yang dihidrolisis (Tahir, 2021).

$\beta$ -Glukanase merupakan jenis enzim yang memiliki fungsi menguraikan serat pangan, untuk memecah serat dan merupakan gugus hidrolase (EC) yang berperan dalam mengurai polisakarida linear  $\beta$ -1,4-xylan menjadi xilosa serta menguraikan satu hemiselulosa. Analisis komponen utama dinding sel tumbuhan yang merupakan salah satu komponen utama dari dinding sel tumbuhan (Nurwahid, 2012).

Fitase merupakan salah satu enzim termasuk golongan fosfatase yang mampu menghidrolisis senyawa berupa myo-inositol hexa fosfatase menjadi myo-inositol dan fosfat 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 (Susanto *et al.*, 2017).

## **E. Indeks Asam Amino Esensial (IAAE) dan Skor Asam Amino Esensial (SAAE)**

Asam amino merupakan komponen utama penyusun protein, yang dibagi dalam dua kelompok, yaitu asam amino-esensial dan non-esensial. Asam amino esensial tidak dapat diproduksi dalam tubuh sehingga sering harus ditambahkan dalam bentuk makanan, sedangkan asam amino non-esensial dapat diproduksi dalam tubuh (Sitompul 2004 ; Muhsafaat *et al.*, 2015). Asam amino esensial terdiri dari lisin, methionin, valin, histidin, fenilalanin, arginin, isoleusin, threonin, leusin, dan triptofan. Asam amino non-esensial terdiri dari asam aspartat, asam glutamat, alanin, tirosin, sistin, glisin, serin, prolin, hidroksilin, glutamin, dan hidroksiprolin (Abun 2006 ; Muhsafaat *et al.*, 2015).

Berikut diuraikan jenis-jenis asam amino esensial berdasarkan fungsinya (Wahyudiati, 2016).

Arginin merupakan asam amino yang memiliki kecenderungan basa cukup tinggi akibat ekresi dua gugus amina pada gugus residunya. Arginin bermuatan positif pada gugus guanidino. Asam amino ini diberikan nama arginin karena untuk pertama kali diisolasi dalam bentuk garam perak (*argentum*) dari hasil hidrolisis tanduk pada tahun 1895. Arginin tergolong setengah esensial bagi manusia dan mamalia lainnya, tergantung pada tingkat perkembangan atau kondisi kesehatan. Pangan yang menjadi sumber utama arginin adalah produk-produk peternakan (*dairy products*) seperti daging, susu (dan olahannya), dan telur. Dari produk tumbuhan dapat disebutkan coklat dan biji kacang tanah.

Histidin merupakan satu dari 20 asam amino dasar yang ada dalam protein. Histidin diperoleh dari hasil hidrolisis protein yang terdapat pada sperma suatu jenis ikan dan juga dari protein jaringan dan tergolong ke dalam asam amino yang bersifat basa . Bagi manusia histidin merupakan asam amino yang esensial bagi anak-anak. Rantai samping imidazol dan nilai pKa yang relatif netral (yaitu 6,0) berarti bahwa perubahan sedikit saja pada pH sel akan mengubah muatannya. Sifat ini menjadikan histidin sering menjadi bagian dari gugus katalitik pada enzim maupun ligan koordinasi pada metaloprotein. Histidina menjadi prekursor histamin, suatu amina yang berperan dalam sistem saraf, dan karnosin, suatu asam amino. Terdapat dua enantiomer histidina yaitu D-histidin dan L-histidin, namun yang lebih dominan adalah L-histidin (atau S-histidin).

Isolusin/L-Isoleusin merupakan salah satu asam amino esensial yang tidak dapat dibuat oleh tubuh. Keberadaannya dalam tubuh berkontribusi dalam membantu daya tahan dan membantu dalam perbaikan mengembalikan energi otot. L-Isoleusin juga diklasifikasikan sebagai asam amino rantai bercabang (BCAA). Ada tiga rantai cabang asam amino di dalam tubuh, yaitu isoleusin L-valine, dan L-Leucine, ketiga

jenis asam ini memiliki manfaat yang sama, yaitu membantu pemulihan otot setelah berolahraga atau melakukan pekerjaan berat lainnya. Isoleusin pada dasarnya dipecah untuk energi dalam jaringan otot. Isoleusin memiliki fungsi utama untuk menambah energi dalam tubuh. Isoleusin juga berfungsi dalam meningkatkan daya tahan tubuh, memperbaiki jaringan otot yang rusak serta membantu pembekuan darah ketika terjadi luka. Karena Isoleusin tergolong asam amino esensial, kita harus memenuhinya dengan mengonsumsi jenis makanan yang mengandung Isoleusin. Jenis asam amino ini dapat kita temukan dalam makanan yang mengandung protein seperti kacang-kacangan, biji-bijian, daging, telur, ikan, kacang, kacang polong, dan protein kedelai. Isoleusin dapat tersedia dalam bentuk suplemen secara terpisah dari valin dan leusin, akan tetapi harus dikonsumsi bersama dengan dua jenis asam amino tersebut yang sama-sama tergolong asam amino rantai bercabang.

Leusin adalah asam amino esensial yang digunakan dalam hati, jaringan lemak, dan jaringan otot. Leusin juga diduga menjadi satu-satunya asam amino yang dapat merangsang pertumbuhan otot, dan juga dapat membantu mencegah kerusakan otot yang terjadi karena faktor pertambahan usia. Leusin merupakan asam amino yang tidak diproduksi oleh tubuh. Oleh karena itu, tubuh kita perlu mengonsumsi makanan yang mengandung leusin untuk memenuhi kebutuhan zat ini. Dalam menjalankan fungsinya, Leusin bekerja dengan isoleusin dan valin untuk memperbaiki kerusakan dan membangun otot, mengatur gula darah, dan memberikan tubuh energi. Selain itu Leusin juga dapat meningkatkan produksi hormon pertumbuhan dan membantu membakar lemak yang terletak di lapisan terdalam dari tubuh. Leusin merupakan asam amino esensial yang berarti bahwa kita harus mendapatkannya dari luar karena tubuh kita tidak dapat memproduksinya. Leusin dapat kita peroleh secara alami dengan mengonsumsi beberapa jenis makanan. Sumber alami dari leusin termasuk beras merah, kacang-kacangan, daging, kacang-kacangan, kedelai, keju, daging ayam, biji labu, kacang tanah, ikan tuna dan gandum.

Lisin/lysine merupakan asam amino penyusun protein yang dalam pelarut air bersifat basa, Kebutuhan rata-rata per hari adalah 1 - 1,5 g. Lisina menjadi kerangka bagi niasin (vitamin B1). Kekurangan vitamin ini dapat menyebabkan pelagra. Manfaat Lisin berdasarkan hasil penelitian membuktikan bahwa lisina terbukti efektif untuk mencegah HSV (Herpes Simplex Syndrome), karena lisin bersifat antivirus, sehingga dapat mencegah perkembangbiakan virus penyebab herpes (University of Maryland Medical Center). Di samping itu, manfaat lain lisin adalah membantu dalam penyerapan kalsium, pembentukan hormon dan kolagen, serta antibodi. Secara tidak langsung, lisina juga dapat menstimulasi selera makan, karena perannya dalam membantu proses detoksifikasi pada hati dan menghasilkan enzim pencernaan. Lisina



juga memainkan peranan penting dalam produksi carnitine untuk mengubah asam lemak menjadi energi dan membantu menurunkan kadar kolesterol. Sumber lisin banyak terdapat pada makanan yang banyak mengandung protein, seperti daging, keju, susu, ikan dan telur untuk protein hewani. Sementara untuk protein nabati bisa didapat dari kacang-kacangan, seperti kacang kedelai dan hasil proses kedelai lainnya seperti tahu dan tempe. Biji-bijian sereal lain dikenal miskin akan lisina. Sebaliknya, biji polong-polongan kaya akan asam amino ini. Kekurangan lisina dapat menyebabkan tubuh menjadi mudah lelah, pusing, kehilangan selera makan, anemia, gangguan pertumbuhan dan gangguan reproduksi.

Metionin adalah salah satu dari dua asam amino esensial yang mengandung sulfur. Rantai samping cukup hidrofobik dan metionin sebagaimana jenis asam amino lainnya juga ditemukan dalam protein. Tidak seperti sistein, sulfur metionin sangat tidak nukleofilik, meskipun akan bereaksi dengan beberapa pusat elektrofilik. Metionin merupakan asam amino esensial, sebagaimana asam amino esensial lainnya hal ini tidak dapat diproduksi dalam tubuh. Untuk memenuhi kebutuhan metionin kita dapat memperolehnya melalui sumber makanan. Beberapa makanan yang mengandung metionin diantaranya termasuk kacang, telur, ikan, bawang putih, kacang, daging, bawang, kedelai, biji-bijian, dan yogurt. Metionin juga dapat kita peroleh dengan cara mengonsumsi suplemen berbentuk kapsul. Metionin merupakan asam amino esensial, sebagaimana asam amino esensial lainnya hal ini tidak dapat diproduksi dalam tubuh. Untuk memenuhi kebutuhan metionin kita dapat memperolehnya melalui sumber makanan. Metionin mengandung sulfur, sebuah zat yang diperlukan untuk produksi tubuh yang paling banyak antioksidan alami, glutathione. Tubuh kita juga membutuhkan banyak metionin untuk menghasilkan dua asam lain yang mengandung sulfur amino, yaitu sistein dan taurin, yang membantu tubuh dalam menghilangkan racun, membangun jaringan yang sehat dan kuat, serta meningkatkan kesehatan kardiovaskular. Metionin merupakan zat kimia yang membantu hati dalam memproses lemak dalam hati. Zat lain yang dapat membantu hati dalam memproses lemak di antaranya adalah kolin, inositol, dan betaine (trimethylglycine), yang semuanya membantu mencegah akumulasi lemak di hati dan yang pada gilirannya dapat menjaga fungsi hati tetap normal, dan yang tidak kalah penting adalah ia dapat menghilangkan racun dari tubuh. Metionin juga mendukung fungsi hati dengan mengatur persediaan glutathione, yaitu zat yang diperlukan dalam menetralkan racun dalam hati. Metionin juga dibutuhkan tubuh kita untuk membuat kreatin, yaitu nutrisi alami yang ditemukan dalam tubuh kita terutama pada jaringan otot yang menyediakan energi otot-otot kita untuk bergerak. Metionin juga diperlukan dalam pembentukan kolagen yang sehat yang digunakan untuk pembentukan kulit, kuku, dan jaringan ikat,

dan membantu mengurangi tingkat inflamasi dalam tubuh.

Fenilalanin merupakan asam amino mempunyai gugus  $-R$  aromatik dan tidak dapat disintesis dalam tubuh. Fenilalanin merupakan salah satu asam amino esensial yang memiliki fungsi membantu tubuh dalam memproduksi DNA serta molekul otak seperti dopamin, norepinefrin (noradrenalin), dan epinefrin (adrenalin), dan melanin. Fenilalanin juga dapat digunakan oleh tubuh untuk membuat asam amino tirosin. Fenilalanin terdapat hampir di semua protein, ia tidak dapat diproduksi oleh tubuh manusia, dan hanya bisa diperoleh dengan cara mengkonsumsi berbagai jenis makanan yang mengandungnya. Bersama dengan zat lain, Fenilalanin berkontribusi dalam pembentukan senyawa neurotransmitter yaitu senyawa kimia otak yang dapat mengirimkan impuls saraf. Fenilalanin merupakan asam amino esensial, yang berarti harus diperoleh dari sumber makanan dan tidak dihasilkan oleh tubuh kita. Fenilalanin merupakan salah satu jenis asam amino esensial yang memiliki fungsi untuk menjaga fungsi sistem saraf pusat agar tetap normal. Fenilalanin diperlukan oleh tubuh kita untuk memproduksi epinefrin, dopamin, dan norepinefrin. Akan tetapi secara umum dosis yang aman adalah 25 mg per 1 kg berat badan seseorang dalam setiap harinya. Semena itu, fenilalanin sebagaimana jenis asam amino lainnya terkadang juga memberikan efek samping.

Treonin adalah homolog yang lebih besar dari serin dan termasuk dalam asam amino esensial dan diisolasi dari hasil hidrolisis fibrin darah. Treonin adalah asam amino esensial pada manusia yang hanya bisa diperoleh secara alami dengan cara mengkonsumsi beberapa jenis makanan. Treonin adalah salah satu bagian dari 20 jenis asam amino yang merupakan blok bangun protein. Jenis asam amino ini pertama kali ditemukan pada tahun 1935 oleh William Cumming Rose. Treonin juga membantu membangun tulang yang kuat dan enamel gigi, dan dapat mempercepat penyembuhan luka atau pemulihan dari cedera. Treonin bersama dengan asam amino asam aspartat dan Metionin memiliki fungsi untuk membantu hati dengan fungsi lipotropic, atau pencernaan lemak dan asam lemak. Tanpa cukup treonin dalam tubuh, lemak bisa menumpuk di hati dan akhirnya menyebabkan gagal hati. Threonine merupakan residu penting dari banyak protein, seperti enamel gigi, kolagen, dan elastin. Asam amino yang penting untuk sistem saraf, treonin juga memainkan peran penting dalam porfirin dan metabolisme lemak dan mencegah penumpukan lemak di hati. Berguna dengan gangguan usus dan pencernaan, treonin juga telah digunakan untuk mengurangi kecemasan dan depresi ringan. Untuk mengkonsumsi treonin, dosis yang diperlukan adalah antara 100 mg hingga 500 mg perharinya, dan sebaiknya anda berkonsultasi dengan dokter tentang seberapa banyak treonin yang perlu anda konsumsi. Karena beda kondisi beda juga dosis treonin yang diperlukan Oleh karenanya, konsumsilah

treonin sesuai dengan kebutuhan dengan mengikuti dosis yang direkomendasikan.

Triptofan merupakan asam amino heterosiklik yang mula-mula diperoleh dari hasil pencernaan kasein oleh cairan pankreas . Triptofan merupakan salah satu jenis asam amino esensial yang dibutuhkan untuk perkembangan dan pertumbuhan tubuh secara umum, produksi niacin, dan menciptakan serotonin dalam tubuh. Serotonin diduga dapat membuat tidur kita lebih nyaman dan dapat membuat suasana hati menjadi lebih stabil. Triptofan dapat kita temukan dalam beberapa jenis makanan yang mengandung protein. Triptofan gugus R-nya mengandung gugus indol yang banyak ditemukan pada berbagai senyawa biolog Triptofan adalah jenis asam amino yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh. Fungsi Triptofan dalam tubuh yaitu digunakan untuk memproduksi niacin, yaitu vitamin B yang penting untuk kesehatan pencernaan, kulit dan saraf . Selain itu Triptofan juga membantu dalam menghasilkan serotonin, yaitu senyawa kimia yang memainkan peran penting dalam menjaga suasana hati serta dapat membantu untuk menciptakan rasa tenang sehingga dapat menghilangkan kegelisahan. Adanya kandungan senyawa serotonin dalam tubuh kita akan memberikan kita suasana hati yang baik sehingga kita akan terhindar dari depresi dan badmood. Selain itu, serotonin juga memiliki manfaat dalam menciptakan tidur tidur lebih baik sehingga membuat seseorang terbebas dari masalah insomnia. Triptofan juga akan memberikan efek samping. Beberapa efek samping yang bisa terjadi adalah sindrom eosinofilia-mialgia, yaitu suatu kondisi yang berkaitan dengan neurologis dengan gejala yang meliputi kelelahan; nyeri otot intens; nyeri saraf; perubahan kulit; kebotakan; ruam; dan rasa sakit dan bengkak yang mempengaruhi sendi, jaringan ikat, paru-paru, jantung, dan hati. Selain itu, Triptofan juga dapat mengakibatkan efek samping seperti efek samping seperti mulas, sakit perut, bersendawa dan gas, mual, muntah, diare, dan kehilangan nafsu makan. Hal ini juga dapat menyebabkan sakit kepala, pusing, mengantuk, mulut kering, pandangan kabur, kelemahan otot, dan masalah seksual.

Valin/L-Valin adalah asam amino rantai bercabang yang memiliki aktivitas stimulan. Ia termasuk pada asam amino esensial alifatik dan sangat hidrofobik pada manusia yang memiliki kaitan dengan leusin, jenis asam amino ini ditemukan di banyak protein. Valin merupakan asam amino yang terlibat dalam menyembuhkan penyakit metabolik dan hati. Ia juga berperan dalam mengatur penyerapan asam amino lainnya. Valin membantu merangsang sistem saraf pusat, dan diperlukan untuk menjaga fungsi mental. Valin memiliki manfaat dalam mencegah kerusakan otot dengan cara memberi suplai otot dengan glukosa ekstra untuk menghasilkan energi selama aktivitas fisik. Selain itu Valin juga dapat menghilangkan kelebihan nitrogen yang dapat berpotensi menjadi racun dari hati, serta mampu mengangkut nitrogen ke jaringan lain dalam

tubuh yang diperlukan. Valin juga dapat dijadikan sebagai obat hati dan penyakit kandung empedu, serta kerusakan organ organ ini disebabkan oleh pengaruh buruk alkohol dan penyalahgunaan narkoba. Valin dapat membantu mengobati atau bahkan membalikkan ensefalopati, atau kerusakan otak yang terjadi karena pengaruh makanan beralkohol. Valin merupakan asam amino esensial, sebagaimana asam amino esensial lainnya, berarti bahwa itu tidak dapat diproduksi dalam tubuh dan harus diperoleh melalui sumber makanan. Agar kita benar benar mendapatkan manfaat valin serta aman dalam mengkonsumsinya, sebaiknya mengikuti dosis yang dianjurkan yaitu 26 mg per 1 kg berat badan dalam sehari. Meski demikian kebutuhan valin bagi setiap orang tidaklah sama, orang yang memiliki kondisi tertentu mungkin perlu dosis yang lebih tinggi, atau justru malah sebaliknya.

Menurut (Block & Mitchell 1978 ; Muhsafaat *et al.*, 2015) skor kimia asam-asam amino merupakan suatu metode untuk menduga kualitas protein oleh asam-asam amino yang relatif paling kekurangan yang dibandingkan dengan profil asam amino dari protein standard. Evaluasi kualitas untuk imbuhan pakan dapat dilihat dari kandungan makronutrisi (protein, lemak, dan serat kasar) dan nilai biologisnya. Nilai biologis mempunyai korelasi positif dengan keseimbangan asam amino. Keseimbangan asam amino dihitung dengan nilai indeks asam amino (Essential Amino Acid Index/EAAI). Peningkatan nilai EAAI akan meningkatkan penyerapan nutrisi (Ngginak *et al.*, 2013).

## **F. Resirkulasi**

Resirkulating Aquaculture Systems (RAS) adalah sebuah sistem produksi perikanan yang mengolah kembali air yang digunakan agar memenuhi syarat kualitas air untuk kegiatan budidaya (Pusat Pengkajian dan Perekayasa Teknologi Kelautan dan Perikanan [P3TKP], 2013 ; Thesiana & Pamungkas, 2015) Teknologi RAS merupakan salah satu pilihan teknologi yang banyak digunakan untuk kegiatan budidaya perikanan secara intensif beberapa tahun ini. Aplikasi dan pengembangan teknologi RAS pada berbagai jenis ikan telah banyak dilakukan oleh Norwegia selama kurun waktu 20-30 tahun ini.

Penggunaan air pada kegiatan budidaya ikan di darat (kolam, bak, akuarium) menghasilkan air limbah sebagai produk sampingan. Produksi limbah cair pada kegiatan ini berasal dari air bekas pemeliharaan ikan. Limbah air bekas pemeliharaan ikan memiliki porsi yang relatif besar dan mengandung bahan organik yang tinggi. Kondisi tersebut disebabkan oleh sisa-sisa pakan dan metabolisme ikan, seperti urin dan feses. Pembuangan limbah cair secara langsung dan terus-menerus ke badan lingkungan menyebabkan pencemaran dan pemborosan air (Febrianto *et al.*, 2016).

Kondisi ini dapat dicegah dengan menggunakan RAS secara intensif dapat membantu mengurangi secara signifikan konsumsi air dan konsentrasi nutrisi melalui perbaikan dan pengembangan teknologi secara berkelanjutan. RAS dapat digunakan untuk mengontrol beberapa parameter kualitas air yang penting seperti oksigen terlarut, karbon dioksida, amonia, nitrit, nitrat, pH, salinitas, dan padatan tersuspensi. Hal ini memungkinkan terciptanya suatu kondisi dalam pemeliharaan dengan lebih baik untuk pertumbuhan serta pemanfaatan pakan yang lebih optimal (Dalsgaard *et al.*, 2013 ; Thesiana & Pamungkas, 2015).

Pada prinsipnya sistem resirkulasi adalah penggunaan kembali air yang telah dikeluarkan dari kegiatan budidaya melalui pemindahan amonia dan zat hasil metabolisme ikan. Intensifikasi budidaya melalui padat tebar dan laju pemberian pakan yang tinggi dapat menimbulkan masalah kualitas air. Oleh karena itu usaha yang dapat dilakukan untuk menanggulangi permasalahan kualitas air adalah mengaplikasikan sistem resirkulasi (Mas'ud & Wahyudi, 2018).

#### **G. Kualitas Air**

Umumnya kualitas air yang baik dapat dicapai dengan beberapa teknik pengelolaan antara lain sering mengganti air setiap hari ketika variabel kualitas air mulai menurun, menghindari pemberian pakan yang berlebih dengan menerapkan manajemen yang tepat pada pemberian pakan, aerasi, penyiponan dan pembuangan limbah organik di dasar kolam, serta menjaga kepadatan tinggi bakteri seperti probiotik (bioremediasi) serta aplikasi bahan kimia (chemicals) (Supono, 2013).

Kualitas air cenderung semakin jelek sebanding dengan lamanya waktu budidaya karena terjadi kenaikan input pakan dan penambahan berat udang. Kenaikan input pakan dan penambahan berat udang tersebut selanjutnya akan meningkatkan konsentrasi bahan organik dan feses di dalam media pemeliharaan. Hal ini akan meningkatkan pelepasan senyawa yang bersifat toksik dan membahayakan udang yang dipelihara, seperti amonia dan nitrit (Djunaedi *et al.*, 2018 ; Wulandari, 2019).

Menurut (Supono, 2013) beberapa variabel kualitas air baik fisika, kimia maupun biologi air perlu mendapat perhatian yang serius dalam budidaya udang dan seharusnya dijaga agar nilainya tetap dalam kisaran yang optimal bagi pertumbuhan udang selama proses budidaya dilakukan, Variabel kualitas air tersebut adalah :

Suhu merupakan faktor fisika air yang sulit dikontrol karena dipengaruhi oleh lokasi dan cuaca. Daerah dengan intensitas hujan yang tinggi akan menyebabkan suhu air turun. Turunnya suhu air akan menyebabkan penurunan metabolisme dan nafsu makan udang, upaya untuk mengurangi efek negatif penurunan suhu air adalah dengan mengoptimalkan kincir air dan melakukan pergantian air jika memungkinkan.

Namun saat tingkat suhu naik, metabolisme meningkat, dan kandungan oksigen menurun. Suhu optimal untuk pertumbuhan udang windu adalah antara 28°C sampai 32°C. peningkatan suhu dapat dipengaruhi oleh radiasi langsung dari sinar matahari, pengembunan uap air panas dari dasar bumi (pusat bumi), efek panas dari atmosfer, dan panas akibat proses kimia di dalam air (Effendi, 2003 ; Djunaedi *et al.*, 2016).

Salinitas merupakan salah satu aspek kualitas air yang memegang peranan penting karena mempengaruhi pertumbuhan udang. Salinitas akan mempengaruhi proses metabolisme tubuh termasuk pencernaan, pertumbuhan dan sistem pertahanan tubuh terhadap penyakit. Untuk menunjang kelangsungan hidup suatu organisme perlu ditentukan salinitas optimum yang sesuai dengan kebutuhan organisme tersebut. Dalam media, selain dapat mengontrol tingkat kelayakan habitat, salinitas berperan dalam mempengaruhi aktivitas fisiologis organisme (Karim, 2008). Salinitas 25 ppt dan 35 ppt menghasilkan tingkat sintasan dan pertumbuhan post larva udang windu yang terbaik (Syukri dan Ilham, 2016 ; Wulandari, 2019). Namun menurut (Mintardjo *et al.*, 1985 ; Suparjo, 2008) salinitas yang baik untuk kegiatan budidaya ikan dan udang adalah 10-25‰. 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 10 karena energi lebih banyak terserap oleh proses osmoregulasi daripada untuk pertumbuhan.

Derajat keasaman (pH) mempengaruhi toksisitas ammonia dan hydrogen sulfida. Namun keberadaan karbondioksida merupakan faktor utama yang mempengaruhi nilai pH air. pH tinggi sering dijumpai terutama pada kolam intensif dengan input pakan dan kepadatan fitoplankton tinggi. Kondisi perairan yang tidak stabil bisa saja membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan dapat menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (Yuniarso, 2006) Sebagaimana menurut (WWF-Indonesia, 2014) 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 (Wulandari, 2019) pH air berkisar antara 7,0-8,7 nilai ini tergolong baik dan masih dalam batas toleransi post larva udang windu. Menurut (Wickins 1987 ; Wulandari, 2019), 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 ammonia sehingga secara tidak langsung membahayakan post larva udang.

Oksigen terlarut adalah jumlah oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik. Tingkat oksigen terlarut yang rendah adalah penyebab paling umum kematian udang dan pertumbuhan yang lambat (Wulandari, 2019). Sebaliknya tingginya nilai oksigen terlarut mengindikasikan banyaknya limbah organik di kolam, Adapun yang dapat dilakukan jika nilai oksigen terlarut tinggi yaitu penggantian air serta penyiponan dasar kolam. Kandungan oksigen terlarut (DO) sangat mempengaruhi metabolisme tubuh udang. Menurut (WWF-Indonesia, 2014) Kadar oksigen terlarut yang baik minimal 3 ppm. Menurut (Darmawan, 2008) kisaran oksigen terlarut untuk tumbuh optimal yaitu 5-7 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. Apabila pada malam hari oksigen terlarut telah mencapai 3 ppm maka perlu dilakukan aerasi (WWF-Indonesia, 2014).

Amonia merupakan limbah terbesar dari proses pencernaan udang karena kandungan protein yang tinggi. Sumber utama amonia pada kolam budidaya adalah ekskresi udang melalui insang atau feses, serta sisa pakan dan udang mati. Amonia dalam perairan terdapat dalam dua bentuk yaitu amonia bebas (*ionized ammonia/NH<sub>3</sub>*) dan amonia ion (*ionized ammonia/NH<sub>4</sub><sup>+</sup>*). Amonia bebas pada konsentrasi tinggi beracun bagi ikan dan udang sedangkan amonia ion tidak beracun. Kedua bentuk amonia tersebut dipengaruhi oleh pH dan suhu perairan (Colt, 1984 ; Supono, 2013) Semakin tinggi pH dan suhu perairan maka semakin tinggi pula kandungan amonia tidak terionisasi (bebas) sehingga semakin meningkat daya racun ammonia. Tindakan yang dapat dilakukan untuk mengontrol keberadaan amonia adalah : pergantian air jika memungkinkan, aplikasi bakteri nitrifikasi, penambahan sumber karbon (misalnya molase) untuk merangsang pertumbuhan bakteri heterotrof, menurunkan pH air untuk menurunkan proporsi amonia bebas, serta aerasi untuk meminimalisir dampak negatif terhadap udang (Supono, 2013).