

SKRIPSI

**PENGARUH KANDUNGAN *CARBOXYMETHYLCELLULOSE*
DALAM PAKAN TERHADAP DAYA CERNA NUTRISI UDANG
WINDU (*Penaeus monodon* Fab.)**

Disusun dan diajukan oleh:

USWAH MUFIDA
L0311711531



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGARUH KANDUNGAN CARBOXYMETHYLCELLULOSE DALAM PAKAN
TERHADAP DAYA CERNA NUTRISI UDANG WINDU (*Penaes monodon* Fab.)**

Disusun dan diajukan oleh

USWAH MUFIDA

L031 17 1531

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada Februari 2022

Menyetujui

Pembimbing Utama,



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

Pembimbing Pendamping,



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

Ketua Program Studi
Budidaya Perairan



Dr. H. Shiddiq, MP

NIP. 19660630 199103 2 002

Tanggal Pengesahan: 24 Februari 2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Uswah Mufida
NIM : L031 17 1531
Program Studi : Budidaya Perairan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

"Pengaruh Kandungan *Carboxymethylcellulose* dalam Pakan terhadap Daya Cerna Nutrisi Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)"

Adalah karya tulisan 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, 24 Februari 2022

Yang Menyatakan



Uswah Mufida

ABSTRAK

Uswah Mufida. L031 17 1531 “Pengaruh Kandungan *Carboxymethylcellulose* dalam Pakan terhadap Daya Cerna Nutrisi Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)” dibimbing oleh **Haryati Tandipayuk** sebagai Pembimbing Utama dan **Edison Saade** sebagai Pembimbing Pendamping.

Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) adalah salah satu komoditas budidaya yang potensial di Indonesia. Pakan merupakan salah satu unsur penting dalam kegiatan budidaya karena dapat menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Pakan yang mengandung *Carboxymethylcellulose* (CMC) dapat memperlama makanan di dalam saluran pencernaan sehingga interaksi antara enzim dengan substrat juga semakin lama yang dapat berdampak positif terhadap daya cerna nutrisi pada udang. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penambahan CMC dalam pakan dengan kandungan protein dan karbohidrat yang berbeda menghasilkan daya cerna terbaik pada udang windu (*P. monodon* Fab.). Penelitian ini menggunakan pola faktorial dengan rancangan dasar acak lengkap. Faktor pertama yaitu kandungan CMC yang berbeda yaitu 0%, 5% dan 10% dan faktor kedua yaitu kandungan protein dan karbohidrat yang berbeda yaitu kandungan protein 30%, karbohidrat 40% dan kandungan protein 40%, karbohidrat 30%, dengan 3 kali ulangan. Hewan uji yang digunakan adalah udang windu stadia PL 30 dipelihara dalam 18 baskom berwarna hitam dengan volume air 30 liter dan masing-masing ditebar dengan kepadatan 20 ekor/baskom. Hewan uji diberi pakan buatan yang diformulasikan sendiri dengan frekuensi pemberian pakan 4 kali sehari dan dipelihara selama 50 hari. parameter yang diamati adalah daya cerna protein, lemak, karbohidrat dan energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara CMC dan kandungan protein-karbohidrat yang berbeda dalam pakan memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai daya cerna protein, lemak, karbohidrat dan energi. Konsentrasi CMC (0-10%) yang ditambahkan ke dalam pakan untuk memperoleh daya cerna udang windu terbaik adalah dengan penambahan CMC 5% dan 10%. Konsentrasi CMC tersebut tidak berbeda nyata untuk daya cerna protein, lemak, karbohidrat dan energi.

Kata Kunci: CMC, daya cerna, protein-karbohidrat, udang windu

ABSTRACT

Uswah Mufida. L031 17 1531 “The Effect of *Carboxymethylcellulose* in Feed on Nutrient Digestibility of Tiger Shrimp (*Penaeus monodon* Fab.)” supervised by **Haryati Tandipayuk** as the Main Supervisor and **Edison Saade** as Co-Supervisor.

Tiger shrimp (*Penaeus monodon* Fab.) is one of the potential aquaculture commodities in Indonesia. Feed is one of the important elements in aquaculture activities because it can support the growth and survival of shrimp. Feeds containing Carboxymethylcellulose (CMC) can prolong food in the digestive tract so that the interaction between enzymes and substrates is also longer which can have a positive impact on shrimp nutrient digestibility. This study aimed to evaluate the addition of CMC in feed with different protein and carbohydrate content resulting in the best digestibility of tiger shrimp (*P. monodon* Fab.). This study used a factorial pattern with a design completely randomized. The first factor is the different content CMC is 0%, 5% and 10% and the second factor is the different carbohydrate and protein content, namely 30% protein content, 40% carbohydrate and 40% protein content, 30% carbohydrate, with 3 replications. The test animals used were tiger shrimp stadia PL 30 reared in 18 black basins with a water volume of 30 liters and each stocked with a density of 20 shrimp/basin. The test animals were given formulated artificial feed, fed four times a day and kept for 50 days. The parameters observed were protein digestibility, fat digestibility, carbohydrate digestibility and energy digestibility. The results showed that the interaction between protein-carbohydrate content and different CMC content in the feed had a significant effect ($p < 0,05$) on protein fat carbohydrate and energy digestibility value. The concentration of CMC (0-10%) added to the feed to obtain the best tiger shrimp digestibility was the addition of 5% and 10% CMC. The CMC concentrations were not significantly different for the digestibility of protein, fat, carbohydrates and energy.

Keywords: CMC, digestibility, protein-carbohydrates, tiger shrimp

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur Penulis ucapkan kepada Allah *Subhana Wa Ta'ala* yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya. Tak lupa pula Penulis mengirimkan shalawat kepada Baginda Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wasallam* guru ilmu pengetahuan bagi seluruh umat manusia, sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Pengaruh Kandungan *Carboxymethylcellulose* dalam Pakan terhadap Daya Cerna Nutrisi Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)**".

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Pada proses penyelesaian skripsi ini, banyak hal yang Penulis lalui. Berbagai kesulitan dan tantangan yang mengiringi, namun berkat kerja keras, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Maka dari itu, Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah memberikan bantuan serta saran. Penulis mengucapkan terima kasih secara langsung maupun tidak langsung kepada:

1. Kedua orang tua yang saya sangat sayangi, hormati, cintai dan banggakan Ayahanda **Nanring** dan Ibunda **Sitti Intang** serta saudara-saudara saya yang tak henti-hentinya memanjatkan doa dan memberikan bantuan serta memberikan dukungan dan kasih sayang sepenuhnya.
2. **Prof. Dr. Ir. Haryati Tandipayuk, MS.** selaku Pembimbing Utama dan **Dr. Ir. Edison Saade, M.Sc.** selaku Pembimbing Pendamping yang dengan tulus dan sabar membimbing, memberikan motivasi, saran dan petunjuk mulai dari persiapan, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi.
3. **Safruddin, S.Pi., M.P., Ph.D.** selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
4. **Dr. Fahrul, S.Pi., M.Si.** selaku Ketua dan Staf Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
5. **Dr. Ir. Sriwulan MP.** selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar.
6. **Dr. Ir. Rustam, MP.** selaku Penasehat Akademik serta sebagai dosen penguji yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan selama Penulis menempuh perkuliahan.
7. **Dr. Ir. Siti Aslamyah, MP.** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang bermanfaat dalam penulisan skripsi.

8. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
9. **Mat Fahrur, S.Pi** selaku Kepala Instalasi Tambak Percobaan Maranak Maros serta seluruh staf yang telah bersedia menerima Penulis pada pelaksanaan penelitian di Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan Maros.
10. **Dr. Hidayat Suryanto Suyowo, S.Pi, M.Pi** selaku Kepala Kelompok Penelitian Di Instalasi Tambak Percobaan Maranak Maros yang selalu siap sedia membantu Penulis selama proses penelitian.
11. Staf pegawai, Teknisi dan rekan-rekan di Kepala Instalasi Tambak Percobaan Maranak Maros, yang banyak membantu Penulis mulai dari persiapan hingga selesainya proses kegiatan penelitian.
12. Teman seperjuangan penelitian saya, **Uzwatun Hasanah** dan **Ahmad Albar** yang telah membantu dan kebersamai selama penelitian.
13. Sahabat terkasih **Mardia Sultan** dan **Nurul Indah** yang telah menerima kekurangan Penulis, kebersamai selama perkuliahan, membantu serta memberikan saran dalam setiap kegiatan akademik maupun non akademik.
14. Teman-teman seperjuangan **Budidaya Perairan 2017** atas kebersamaan, dukungan dan bantuan untuk penulis selama perkuliahan.
15. Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Lembaga Dakwah Fakultas (LDF) Lingkaran Kajian Islam Bahari (LiKIB) Universitas Hasanuddin dan Forum Mahasiswa Cendekia (FMC) Badan Amil Zakat Nasional (Baznas) Universitas Hasanuddin. sebagai keluarga yang telah kebersamai dan memberikan banyak pelajaran serta pengalaman kepada penulis selama masa perkuliahan.
16. Pihak pemberi beasiswa selama masa perkuliahan yaitu Lembaga Badan Amil Zakat Nasional (2019-2020).

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi nilai untuk kepentingan ilmu pengetahuan, serta segala amal baik dari pihak yang membantu penulis mendapat berkat dan karunia Allah *subhana wa ta'ala*. Aamiin.

Makassar, 24 Februari 2022



Uswah Mufida

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Uswah Mufida, lahir di Kota Bulukumba Provinsi Sulawesi Selatan pada Tanggal 14 Februari 1999 sebagai anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan suami-istri Bapak Nanring dan Ibu Sitti Intang. Saat ini, Penulis berumur 22 tahun.

Penulis menyelesaikan jenjang pendidikan sekolah dasar di SDN 322 Ela-ela Bulukumba pada Tahun 2011, sekolah menengah pertama di SMPN 1 Bulukumba pada Tahun 2014, dan sekolah menengah atas di SMAN 1 Bulukumba pada Tahun 2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin pada Tahun 2017 melalui Jalur Non Subsidi (JNS).

Selama studi di jenjang S1, penulis aktif dalam dua lembaga internal kampus yaitu Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Lembaga Dakwah Fakultas (LDF) Lingkaran Kajian Islam Bahari (LiKIB) Universitas Hasanuddin dan Forum Mahasiswa Cendekia (FMC) Badan Amil Zakat Nasional (Baznas) Universitas Hasanuddin.

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
A. Udang Windu.....	3
B. Kebiasaan Makan Udang Windu.....	4
C. Kebutuhan Nutrisi Udang Windu.....	4
D. Daya Cerna.....	4
E. Peran <i>Carboxymethylcellulose</i>	5
F. Kualitas Air.....	6
1. Suhu.....	6
2. Salinitas.....	6
3. Derajat Keasaman (pH).....	6
4. Amonia (NH ₃).....	6
5. Oksigen Terlarut.....	7
III. METODE PENELITIAN.....	8
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	8
B. Bahan dan Alat.....	8
C. Prosedur Penelitian.....	9
1. Pelaksanaan Penelitian.....	9
a. Pakan Uji.....	9
b. Wadah dan Hewan Uji.....	10
2. Proses Pemeliharaan.....	11
3. Proses Pengambilan Feses.....	11
4. Rancangan Percobaan.....	11
D. Parameter Penelitian.....	12
1. Daya Cerna Protein, Lemak, Karbohidrat dan Energi.....	12
2. Kualitas Air Media.....	13
E. Analisis Data.....	13
IV. HASIL.....	14
A. Daya Cerna Protein.....	14

B. Daya Cerna Lemak.....	15
C. Daya Cerna Karbohidrat.....	16
D. Daya Cerna Energi.....	17
E. Kualitas Air.....	18
V. PEMBAHASAN.....	19
A. Daya Cerna Protein.....	19
B. Daya Cerna Lemak.....	19
C. Daya Cerna Karbohidrat.....	20
D. Daya Cerna Energi.....	21
E. Kualitas Air.....	22
VI. PENUTUP.....	23
A. Kesimpulan.....	23
B. Saran.....	23
DAFTAR PUSTAKA.....	24
LAMPIRAN.....	26

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) (Kuslani dan Sukamto, 2019).....	3
2. Wadah pemeliharaan.....	10
3. Bak pentokolan.....	11
4. Tata letak unit perlakuan.....	12
5. Kombinasi antara protein-karbohidrat dengan konsentrasi CMC yang berbeda dalam pakan terhadap daya cerna protein.....	14
6. Kombinasi antara protein-karbohidrat dengan konsentrasi CMC yang berbeda dalam pakan terhadap daya cerna lemak.....	15
7. Kombinasi antara protein-karbohidrat dengan konsentrasi CMC yang berbeda dalam pakan terhadap daya cerna karbohidrat.....	16
8. Kombinasi antara protein-karbohidrat dengan konsentrasi CMC yang berbeda dalam pakan terhadap daya cerna energi.....	17

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Kebutuhan nutrisi udang windu.....	4
2. Bahan yang digunakan selama penelitian.....	8
3. Alat yang digunakan selama penelitian.....	8
4. Komposisi bahan baku penyusun pakan pada setiap perlakuan.....	9
5. Komposisi nutrisi bahan baku pakan.....	10
6. Hasil analisis proksimat pakan.....	10
7. Jenis, nama alat dan waktu pengukuran kualitas air.....	12
8. Rata-rata daya cerna protein udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat.....	14
9. Rata-rata daya cerna lemak udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat.....	15
10. Rata-rata daya cerna karbohidrat udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat.....	16
11. Rata-rata daya cerna energi udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat.....	17
12. Kisaran kualitas air wadah pemeliharaan udang windu (<i>P. monodon</i>) selama 50 hari pemeliharaan.....	18

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Rata-rata daya cerna protein pada udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat.....	27
2. Analisis ragam rata-rata daya cerna protein pada udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat	27
3. Uji lanjut tuckey (uji beda nyata jujur) rata-rata daya cerna protein pada udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat.....	28
4. Rata-rata daya cerna lemak pada udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat.....	28
5. Analisis ragam rata-rata daya cerna lemak pada udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat	29
6. Uji lanjut tuckey (uji beda nyata jujur) rata-rata daya cerna lemak pada udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat.....	29
7. Rata-rata daya cerna karbohidrat pada udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat.....	30
8. Analisis ragam rata-rata daya cerna karbohidrat pada udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat.....	30
9. Uji lanjut tuckey (uji beda nyata jujur) rata-rata daya cerna karbohidrat pada udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat.....	31
10. Rata-rata daya cerna energi pada udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat.....	31
11. Analisis rata-rata ragam daya cerna energi pada udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat	32
12. Uji lanjut tuckey (uji beda nyata jujur) rata-rata daya cerna energi pada udang windu (<i>P. monodon</i>) yang diberi pakan mengandung berbagai dosis CMC, protein dan karbohidrat.....	32
13. Foto kegiatan selama penelitian.....	33

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) adalah salah satu komoditas budidaya yang potensial di Indonesia, mempunyai peluang ekspor dan mendatangkan devisa untuk negara. Produksi udang windu di Indonesia yang berasal dari penangkapan sekitar 34.784 ton dan akan terus meningkat sesuai dengan permintaan pasar. Namun, penangkapan tidak bisa terus dilakukan karena akan merusak ekosistem di laut. Oleh karena itu, perlu dilakukan peningkatan dalam proses budidaya agar dapat memenuhi permintaan pasar (Chodriyah dan Ria, 2018).

Untuk memenuhi permintaan pasar dan menunjang produksi udang windu maka perlu dilakukan budidaya udang yang lebih intensif. Perkembangan budidaya udang yang semakin pesat menyebabkan pakan buatan berperan vital. Pakan merupakan salah satu unsur penting dalam kegiatan budidaya yang menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Udang windu merupakan hewan karnivora sehingga pakan yang digunakan memiliki kandungan protein yang cukup tinggi. Namun demikian kandungan protein yang terlalu tinggi di dalam pakan sangat berpotensi menurunkan kualitas air media budidaya karena hasil katabolisme dari protein adalah ammonia. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan meminimalkan kadar protein pakan dan menggantinya dengan karbohidrat dalam kadar yang lebih tinggi, sehingga energi yang diperoleh udang dari protein hanya dipergunakan untuk memaksimalkan pertumbuhan sedangkan energi untuk metabolisme dan aktivitas diperoleh dari karbohidrat. Selain itu, pakan yang mengandung protein tinggi harganya cukup mahal. Udang kurang bisa memanfaatkan karbohidrat pada pakan karena rendahnya kemampuan mencerna dan meregulasi konsentrasi glukosa plasma, padahal energi dapat tercukupi dari karbohidrat. Rendahnya daya cerna karbohidrat terkait dengan ketersediaan enzim α -amilase, sedangkan rendahnya regulasi konsentrasi glukosa plasma diprediksi disebabkan defisiensi hormone insulin. Salah satu yang dapat meningkatkan kemampuan udang windu dalam memanfaatkan karbohidrat adalah serat kasar (Zainuddin *et al.*, 2014).

Serat kasar berperan memperluas area kontak antara bahan makanan dan enzim pencernaan, memberi efek kenyang secara fisik namun tidak secara kimiawi karena serat kasar mampu memenuhi kapasitas perut udang untuk menampung makanan, meningkatkan pencernaan dan penyerapan nutrisi, merangsang pergerakan gastrointestinal dan meningkatkan pencernaan. Jika serat kasar yang ada dalam pakan sesuai dengan kebutuhan udang windu maka karbohidrat dapat dimanfaatkan dengan baik (Sun *et al.*, 2019). Salah satu serat kasar dari selulosa adalah

Carboxymethylcellulose (CMC). CMC adalah serat makanan yang larut dalam air dan menghasilkan larutan yang sangat kental saat dilarutkan. Pakan yang mengandung CMC dapat memperlama makanan di dalam saluran pencernaan sehingga interaksi antara enzim dengan substrat (karbohidrat) juga semakin lama maka kemungkinan daya cerna akan semakin meningkat namun ada batas tertentu. Penelitian sebelumnya oleh Morita *et al.* (1982) telah ditemukan pengaruh CMC terhadap pemanfaatan karbohidrat (dextrin) pada ikan red sea bream dimana terjadi peningkatan berat badan dan efisiensi pakan karena adanya penambahan CMC dengan dosis 0, 3, 6 dan 12% ke dalam pakan dengan konsentrasi dekstrin (karbohidrat) yang di variasikan. Semakin tinggi kandungan dekstrin pada pakan maka CMC akan semakin optimal untuk digunakan.

Penelitian ini dilakukan untuk membuktikan CMC dapat meningkatkan kemampuan udang windu memanfaatkan karbohidrat dan mengetahui pengaruh CMC dalam pakan terhadap daya cerna udang windu (*P. monodon* Fab.) serta mengevaluasi penambahan CMC dalam pakan dengan kandungan protein dan karbohidrat yang berbeda yang menghasilkan daya cerna udang windu yang terbaik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang positif terhadap perkembangan dan produksi udang dan juga diharapkan dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penambahan CMC dalam pakan dengan kandungan protein dan karbohidrat yang berbeda menghasilkan daya cerna terbaik pada udang windu (*P. monodon* Fab.).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang positif terhadap perkembangan dan produksi udang dan juga diharapkan dapat menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Udang Windu

Udang windu adalah salah satu jenis komoditas udang ekonomis di Indonesia di antara komoditas udang lainnya. Produksi udang yang berasal dari penangkapan mencapai sekitar 9,90-60.074 ton pada tahun 2020 di Indonesia. Udang windu juga merupakan salah satu komoditas unggulan di Asia. Hal ini dikarenakan udang windu memiliki beberapa kelebihan, diantaranya memiliki ukuran panen yang lebih besar, rasa yang manis, gurih, dan kandungan gizi yang tinggi. Besarnya potensi budidaya dari udang windu memacu para petambak untuk memaksimalkan produksi (Chodriyah dan Ria, 2018).

Secara morfologis tubuh udang terdiri dari dua bagian yaitu *chepalothorax* dan *abdomen* yang terbagi dalam 20 ruas badan. *Chepalothorax* terdiri dari 14 ruas (6 ruas di kepala dan 8 ruas di dada) dan 6 segmen lainnya berada di *abdomen*. *Chepalothorax* dibungkus oleh karapaks yang tebal dan kuat, berfungsi sebagai pelindung. Bagian kepala terdapat sepasang mata bertangkai pada ruas pertama, sepasang antena I, antena II, *mandibula*, *maxilla* I, *maxilla* II. Ruas bagian dada terdiri atas sepasang *maxillaped* 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 *uropodi*. Udang windu juga memiliki rostrum yang berbentuk sigmoid dengan rumus gigi atas dan bawah 7/3. Pada ruas keempat sampai ke enam abdomen membentuk lengkungan keras dan berakhir pada telson. Alat kelamin jantan disebut *petasma* dan sepasang *apendix masculina*, yang terletak berturut-turut pada kaki renang pertama dan kedua. Alat kelamin betina disebut *thelycum*, yang terletak di kaki jala keempat dan kaki jalan kelima (Faqih, 2013).



Gambar 1. Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) (Kuslani dan Sukamto, 2019)

B. Kebiasaan Makan Udang Windu

Udang windu bersifat omnivor, biasanya memakan detritus dan sisa-sisa organik baik hewani maupun nabati. Udang ini mempunyai sifat dapat menyesuaikan diri dengan makanan yang tersedia di lingkungannya, tidak bersifat terlalu memilih. 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 menyukai detritus, krustasea, moluska, annelida, rotifera, serangga dan fitoplankton. Dalam usaha budidaya, udang windu mendapatkan makanan alami yang tumbuh di tambak, yaitu klekap, lumut dan plankton. Udang windu akan bersifat kanibal bila kekurangan makanan (Sentosa *et al.*, 2017).

C. Kebutuhan Nutrisi Udang Windu

Masa pemeliharaan udang pada proses budidaya tentunya membutuhkan nutrisi untuk memaksimalkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang lebih baik. Kebutuhan nutrisi pada udang (Tabel 1) terdiri dari lima kelompok, yaitu protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral (Nesara dan Anand, 2018).

Tabel 1. Kebutuhan nutrisi udang windu

No	Zat Gizi	Kebutuhan
1.	Protein (%)	35-37
2.	Karbohidrat (%)	25-35
3.	Lemak (%)	3-7
4.	Zn (mg/kg)	90
5.	Kalsium / fosfor (%)	1.5-2:1
6.	Vitamin C (mg/kg)	100

D. Daya Cerna

Daya cerna dapat diartikan banyaknya zat-zat makanan yang diserap oleh tubuh. Pakan yang dikonsumsi udang tidak semua dapat dicerna, namun ada yang dikeluarkan dalam bentuk feses dan sisa metabolik seperti amonia. Jumlah sisa pakan yang dikeluarkan bergantung pada kesesuaian komponen pakan dan kemampuan enzimatik pada saluran pencernaan udang. Kandungan nutrisi yang dimiliki pakan seperti protein, karbohidrat, dan lemak menjadi indikator kualitas pakan. Oleh karena unsur-unsur tersebut merupakan komponen nutrisi yang paling banyak dibutuhkan organisme termasuk udang. Dalam saluran pencernaan udang terdapat enzim yang berperan untuk menghidrolisis ketiga unsur tersebut yaitu enzim protease, enzim lipase dan enzim amilase. Enzim protease merupakan kelompok enzim yang berperan paling

banyak dalam hidrolisis protein, enzim lipase berperan dalam hidrolisis lemak dan enzim amilase dalam hidrolisis karbohidrat. Enzim-enzim tersebut berasal dari sel-sel mukosa lambung, hepatopankreas dan mukosa usus (Usman dan Rochmady, 2017). Namun udang memiliki kemampuan mencerna yang kurang baik dengan salah satu bahan pakan tersebut yaitu karbohidrat karena udang dewasa merupakan hewan karnivora yang lebih menyukai pakan yang mengandung protein tinggi. Udang kurang bisa memanfaatkan karbohidrat pada pakan karena rendahnya kemampuan mencerna dan meregulasi konsentrasi glukosa plasma, padahal energi dapat tercukupi dari karbohidrat. Rendahnya daya cerna karbohidrat terkait dengan ketersediaan enzim α -amilase, sedangkan rendahnya regulasi konsentrasi glukosa plasma diprediksi disebabkan defisiensi hormon insulin (Zainuddin *et al.*, 2014).

E. Peran *Carboxymethylcellulose*

Serat kasar berperan memperluas area kontak antara bahan makanan dan enzim pencernaan, memberi efek kenyang secara fisik namun tidak secara kimiawi karena serat kasar mampu memenuhi kapasitas perut udang untuk menampung makanan namun tidak secara nutrisi atau kebutuhan, meningkatkan pencernaan dan penyerapan nutrisi, merangsang pergerakan gastrointestinal dan meningkatkan pencernaan. Jika serat kasar yang ada dalam pakan sesuai dengan kebutuhan udang windu maka karbohidrat dapat dimanfaatkan dengan baik (Sun *et al.*, 2019). Salah satu serat kasar dari selulosa adalah CMC. CMC adalah serat makanan yang larut dalam air dan menghasilkan larutan yang sangat kental saat dilarutkan. Pakan yang mengandung CMC dapat memperlama makanan di dalam saluran pencernaan sehingga interaksi antara enzim dengan substrat (karbohidrat) juga semakin lama maka kemungkinan daya cerna akan semakin meningkat namun dalam batas tertentu. Penelitian sebelumnya oleh Morita *et al. dalam* Shiau (1997) telah ditemukan pengaruh CMC terhadap pemanfaatan karbohidrat (dextrin) pada ikan *red sea bream* dimana terjadi peningkatan berat badan dan efisiensi pakan karena adanya penambahan CMC dengan dosis 0, 3, 6 dan 12% ke dalam pakan dengan konsentrasi dekstrin (karbohidrat) yang di variasikan. Semakin tinggi kandungan dekstrin pada pakan maka CMC akan semakin optimal untuk digunakan. Penelitian lain oleh Simon (2009) tentang pengaruh sumber karbohidrat, tingkat inklusi pati tergelatinisasi, pengikat pakan dan ukuran partikel tepung ikan terhadap kecernaan pakan yang diformulasikan untuk juvenil lobster berduri, *Jasus edwardsii* menemukan bahwa CMC sebagai sumber karbohidrat potensial terbaik untuk meningkatkan kecernaan dan pemanfaatan pakan yang diformulasikan untuk juvenil *J. edwardsii* karena daya cernanya yang tinggi mencapai 94%.

F. Kualitas Air

Air merupakan media hidup udang windu yang dibudidayakan. Pengelolaan kualitas air merupakan hal terpenting dalam budidaya udang windu. Pengelolaan kualitas air yang baik dapat meningkatkan kelangsungan hidup udang windu. Beberapa tolak ukur pengelolaan kualitas air dalam budidaya udang yaitu suhu, salinitas, pH, NH_3 dan oksigen terlarut

1. Suhu

Suhu air mempunyai peranan paling besar dalam perkembangan dan pertumbuhan udang. Kecepatan metabolisme udang meningkat cepat sejalan dengan naiknya suhu lingkungan. Secara umum suhu optimal bagi udang windu adalah 25-30°C. Udang akan kurang aktif apabila suhu air turun di bawah 18°C dan pada suhu 15°C atau lebih rendah akan menyebabkan udang stres (Yuniarso, 2006).

2. Salinitas

Salinitas adalah total konsentrasi ion-ion terlarut dalam air. Salinitas air mempengaruhi tingkat kerja osmotik udang. Perbedaan tekanan osmotik pada darah udang atau hemolimfa pada udang dan air kolam yang besar menyebabkan udang akan banyak kehilangan energi untuk adaptasi sehingga pertumbuhan menjadi lambat. Selain itu, pada salinitas tinggi udang akan mengalami gagal moulting karena energi habis digunakan untuk proses osmoregulasi. Salinitas optimal bagi udang windu adalah berkisar antara 5-40 ppt (Rahman *et al.*, 2015).

3. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan indikator keasaman dan kebasaan air. pH perlu dipertimbangkan karena mempengaruhi metabolisme dan proses fisiologis udang. Kisaran optimum pH untuk pertumbuhan udang windu adalah 7,6-8,8 (Yuniarso, 2006).

4. Amonia (NH_3)

Dalam budidaya udang, selalu ditemukan adanya amonia dalam jumlah besar, karena amonia merupakan bentuk ekskresi nitrogen pada Crustacea. Hal ini berkaitan dengan nutrisi pada pakan yang mengandung protein, karena amonia merupakan hasil metabolisme protein. Telah diketahui toksisitas amonia memberi pengaruh pada kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan moulting. Level aman amoniak bagi udang adalah 0,1 mg/L (Yuniarso, 2006).

5. Oksigen terlarut

Oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) merupakan variabel kualitas air yang sangat penting dalam budidaya udang. Semua organisme akuatik membutuhkan oksigen terlarut untuk metabolisme. Oksigen terlarut mempengaruhi feed intake, resistensi terhadap penyakit, dan metabolisme udang (Supono, 2013). Kebutuhan oksigen terlarut untuk setiap jenis organisme berbeda, tergantung pada jenis yang mentolerir fluktuasi (naik-turunnya) oksigen. Pada umumnya semua organisme yang dibudidayakan (kepiting, udang, ikan) tidak mampu mentolerir perubahan fluktuasi oksigen yang ekstrim (mendadak). Kadar oksigen terlarut yang baik berkisar 4 sampai 6 ppm (Zulfikar, 2016).