

**PENGARUH PEMANFAATAN DIATOMAE (*Chaetoceros ceratosporum*)  
DALAM FORMULA PAKAN TERHADAP KELULUSHIDUPAN DAN  
PERTUMBUHAN UDANG WINDU (*Penaeus monodon* Fab.)**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN**

Oleh  
**MEY TRIYULINDA  
NIM. 0710850019**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2011**

**PENGARUH PEMANFAATAN DIATOMAE (*Chaetoceros ceratosporum*)  
DALAM FORMULA PAKAN TERHADAP KELULUSHIDUPAN DAN  
PERTUMBUHAN UDANG WINDU (*Penaeus monodon* Fab.)**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana**

**Oleh  
MEY TRIYULINDA  
NIM. 0710850019**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2011**

SKRIPSI  
PENGARUH PEMANFAATAN DIATOMAE (*Chaetoceros ceratosporum*)  
DALAM FORMULA PAKAN TERHADAP KELULUSHIDUPAN DAN  
PERTUMBUHAN UDANG WINDU (*Penaeus monodon* Fab.)

Oleh:  
MEY TRIYULINDA  
NIM. 0710850019

telah di pertahankan di depan penguji  
pada tanggal 12 Juli 2011  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. AGOES SOEPRIJANTO, MS)

(Ir. ARNING WILUJENG E., MS)

NIP. 19590807 198601 1 001

NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal : \_\_\_\_\_

Tanggal : \_\_\_\_\_

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

(ATING YUNIARTI, S.Pi, M.Aqua)

(Ir. M. RASYID FADHOLI, MSi)

NIP. 19750604 199903 2 002

NIP. 19520713 198003 1 001

Tanggal : \_\_\_\_\_

Tanggal : \_\_\_\_\_

Mengetahui,  
Ketua Jurusan, MSP

(Dr. Ir. HAPPY NURSYAM, MS)

NIP. 19600322 198601 1 001

Tanggal : \_\_\_\_\_

## RINGKASAN

**Mey Triyulinda.** Pengaruh Pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam Formula Pakan terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.). Di bawah bimbingan **Ir. Arning Wilujeng, E., MS** dan **Ir. M. Rasyid Fadholi, MSi**

---

Dalam budidaya udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) pakan merupakan salah satu faktor yang penting dan harus diperhatikan dalam meningkatkan produksi. Udang windu dapat tumbuh dan berkembang dengan baik bila pakan yang diberikan dalam jumlah cukup, tepat waktu dan bernilai gizi baik. Untuk memenuhi kebutuhan pakan yang tepat, mempunyai nilai gizi yang baik dan dapat meningkatkan laju pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) serta kelulushidupan, salah satu alternatif yang bisa digunakan adalah pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.).

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dan untuk mendapatkan dosis pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan yang terbaik terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.).

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Balai Budidaya Air Payau (BPAP), Situbondo dan Laboratorium Analisis Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan Desember 2010 sampai dengan Maret 2011.

Metode yang digunakan yaitu metode eksperimen dan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan dengan persentase perlakuan A (0%), perlakuan B (3,04%), perlakuan C (6,08%) dan perlakuan D (9,12%). Parameter utama yang diamati yaitu kelulushidupan (SR), laju pertumbuhan spesifik/*Specific Growth Rate* (SGR), rasio konversi pakan/*Feed Conversion Ratio* (FCR) dan rasio efisiensi protein/*Protein Efficiency Ratio* (PER) serta parameter penunjang yaitu kualitas air meliputi; suhu, oksigen terlarut/*Dissolved Oxygen* (DO), derajat keasaman (pH) dan amonia ( $\text{NH}_3$ ).

Dari hasil penelitian ini ternyata tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kelulushidupan, namun memberikan pengaruh yang nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan dan rasio efisiensi protein udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) selama 30 hari penelitian dilakukan. Pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dapat digunakan hingga 5,85%.

Berdasarkan hasil tersebut disarankan perlu adanya penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan untuk mendapatkan nilai kelulushidupan dan pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) sebesar 5,43% sampai 5,85%.

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau terdapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 12 Juli 2011

Mey Triyulinda



# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur alhamdulillah yang tiada hentinya ku ucapkan atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan Baik. Ya Allah atas ridhomu lah hamba dapat menyelesaikan laporan skripsi ini.

Laporan ini Q persembahkan buat Mama, Ayah, Mbag El dan Mbag Echa. Matur sembah nuwun engkang kathah sanget sampun maringi linda dukungan moral lan materi sampek linda saget ngrampungaken Study sampek S.Pi.

## Special Thanks to:

Bu Arning dan Pak Rasyid dan juga Pak Tris, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan dan juga kesabaran dalam mendidik linda meskipun dibutuhkan tenaga ekstra. Alhamdulillah, akhirnya berhasil juga...

Pak Agoes dan Bu Ating, terima kasih atas ilmu dan pertanyaan yang sudah diberikan dan juga mau dalam menguji saya.

Joko dan Mbag Iswa yang sudah sabar memberikan petunjuk dan selalu ada di kala Q membutuhkan bantuan. Q kan selalu mengingatmu....

Buat "SITUBONDO CREW" Muma, Tir, Umi ma Adit, u a my the best partner. Makasih buanyag udah betah jadi partnerQ meskipun Q cerewt banget....

Six Angel (Ruwet, Mak Co, Muma, Tir n Umi) makasi udah memberikan support, buat Galih n Njunk makasih banyag atas bantuannya, moga kalian juga cepet lulus...

All BP'07 makasih banyag atas dukungan dan doa'nya, Q pasti kangen masa" jalan" bareng ma kalian semua. Buat Tim FHA (Q salut dengan kekompakan kalian n kekeluargaan kalian) PERTAHANKAN...

Keluarga Besar Shanty Putri: Dewi, Yekti, Mbag Rizna, Mbag Linda, Ida, Deg Lely, Lia, Keke, Selly, Nana, Maul, Mbag Ajeng, Ana. Makasih uda betah satu atap ma Q.... Just for Lia jangan nyanyi dangdut trus n sudah menularkan virus dangdut ke banyag orang ,,,roboh tu Shanty Putri....

Pak Dedi, Mbak Veni, Pak Aris, Mas Arif n Staf Karyawan BBAP Situbondo, semoga linda dapat belajar, menggali ilmu dan berpartner lagi dengan kalian.

Mey Triyulinda, S.Pi

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala anugerah dan karunia-Nya, penulis dapat menyajikan Skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam Formula Pakan terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih diteliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 12 Juli 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Kegunaan Penelitian .....	4
1.5 Hipotesis .....	5
1.6 Tempat dan Waktu .....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Biologi Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) .....	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.).....	6
2.1.2 Habitat dan Daerah Penyebaran Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.).....	8
2.1.3 Siklus Hidup Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.).....	9
2.1.4 Kebiasaan Makan Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.)	10
2.1.5 Kelulushidupan Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) .	11
2.1.6 Pertumbuhan Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) .....	12
2.2 Diatomae ( <i>Chaetoceros ceratosporum</i> ) .....	13
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Diatomae.....	13
2.2.2 Habitat dan Perkembangbiakan Diatomae .....	14
2.3 Kebutuhan Nutrisi .....	15
2.3.1 Protein .....	15
2.3.2 Lemak .....	16
2.3.3 Karbohidrat .....	16
2.3.4 Vitamin .....	17
2.3.5 Mineral .....	18
2.4 Kualitas Air .....	18
2.4.1 Suhu .....	19
2.4.2 DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> )/Oksigen Terlarut .....	19
2.4.3 pH .....	21
2.4.5 Amonia .....	22



<b>III. MATERI DAN METODE PENELITIAN .....</b>	<b>23</b>
3.1 Materi Penelitian .....	23
3.1.1 Peralatan Penelitian .....	23
3.1.2 Bahan Penelitian .....	23
a. Hewan Uji .....	23
b. Media Penelitian .....	23
c. Formula Pakan .....	24
3.2 Metode dan Rancangan Penelitian .....	25
3.2.1 Metode Penelitian .....	25
3.2.2 Rancangan Penelitian .....	25
3.3 Prosedur Penelitian .....	27
3.3.1 Persiapan penelitian .....	27
a. Persiapan Pakan .....	27
b. Persiapan Alat .....	27
c. Persiapan Hewan Uji .....	27
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian .....	27
a. Kultur <i>Chaetoceros ceratosporum</i> .....	27
b. Pembuatan Pakan (Pelet) .....	28
c. Persiapan Udang Windu .....	29
3.4 Parameter Uji .....	30
3.4.1 Parameter Utama .....	30
a. Kelangsungan Hidup ( <i>Survival Rate</i> ) .....	30
b. Laju Pertumbuhan Spesifik ( <i>Spesific Growth Rate</i> ) .....	30
c. Rasio Konversi Pakan ( <i>Feed Conversion Ratio</i> ) .....	30
d. Rasio Efisiensi Protein ( <i>Protein Efficiency Ratio</i> ) .....	31
3.4.2 Parameter Penunjang .....	31
3.5 Analisis Data .....	31
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1 Kelulushidupan/ <i>Survival Rate</i> .....	32
4.2 Laju Pertumbuhan Spesifik / <i>Spesific Growth Rate</i> (% BB/hari) ..	36
4.3 Rasio Konversi Pakan/ <i>Feed Conversion Ratio</i> .....	40
4.4 Rasio Efisiensi Protein/ <i>Protein Efficiency Ratio</i> .....	44
4.5 Kualitas Air .....	47
4.5.1 Suhu .....	47
4.5.2 Derajat Keasaman (pH) .....	48
4.5.3 Oksigen Terlarut (DO) .....	48
4.5.4 Amonia .....	49
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>55</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Kimia Bahan Penyusun Pakan Percobaan .....	24
2. Formula Pakan Percobaan .....	25
3. Perbedaan Kandungan Pakan Alami .....	28
4. Nilai Parameter Masing – Masing Perlakuan .....	32
5. Data Kelulushidupan Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) (%) .....	33
6. Sidik Ragam Kelulushidupan Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) (%) .....	33
7. Data Laju Pertumbuhan Spesifik Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) (% BB/hari) .....	36
8. Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) (% BB/hari) .....	37
9. Data Rasio Konversi Pakan Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) .....	41
10. Sidik Ragam Rasio Konversi Pakan Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) .....	41
11. Data Rasio Efisiensi Protein pada Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) .....	44
12. Sidik Ragam Rasio Efisiensi Protein pada Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) .....	44
13. Kisaran Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air Media Pemeliharaan Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) .....	47

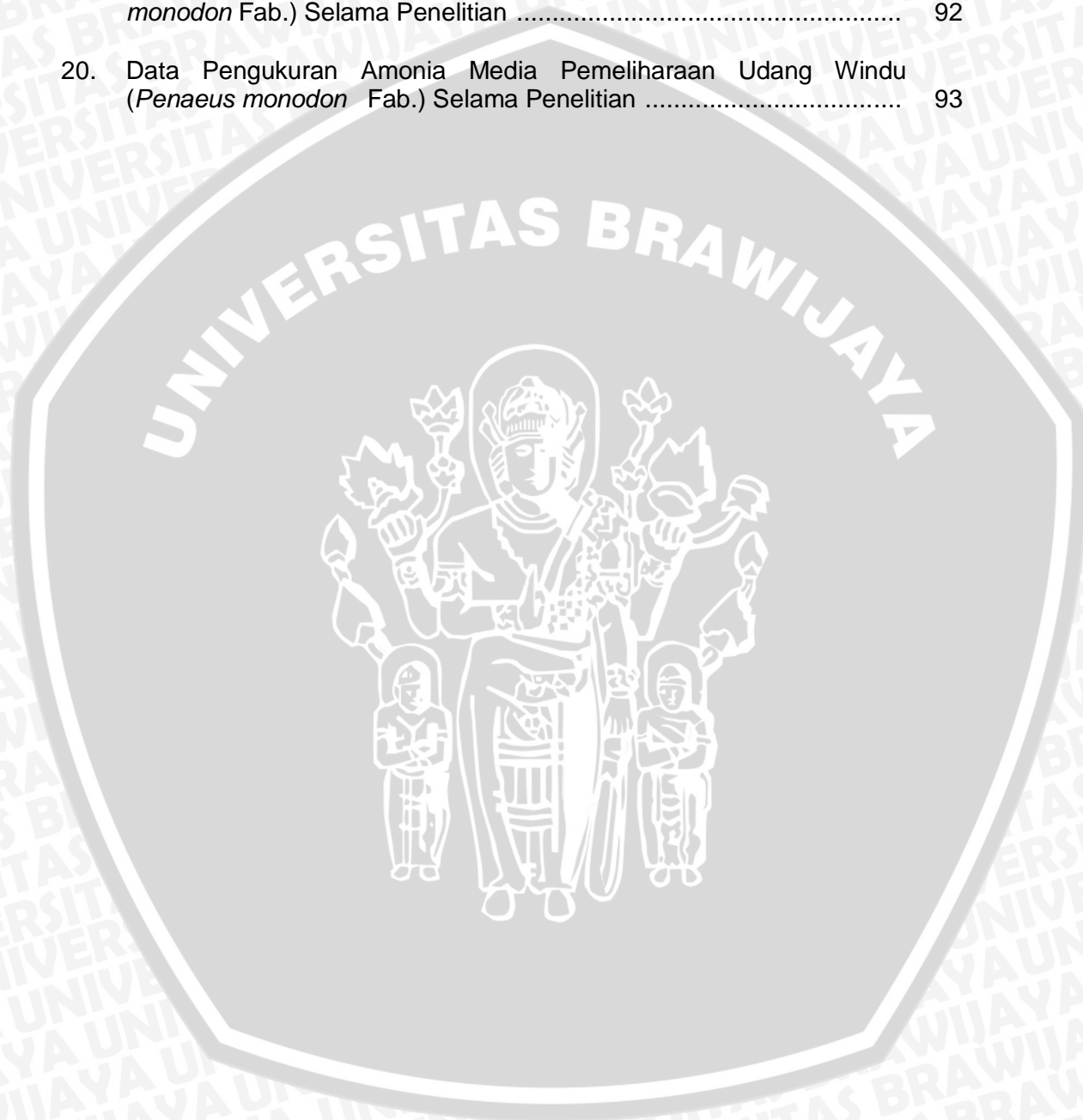
## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) .....	6
2. Morfologi Udang Penaeid .....	7
3. Siklus Hidup Udang Laut Penaeid .....	9
4. <i>Chaetoceros ceratosporum</i> .....	13
5. Denah / Tata Letak Akuarium Percobaan .....	27
6. Rerata Masing-Masing Parameter .....	32
7. Pertambahan Berat Rata-Rata Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) Selama Penelitian.....	36
8. Hubungan antara Pemanfaatan Diatomae ( <i>Chaetoceros ceratosporum</i> ) terhadap Laju Pertumbuhan Spesifik Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) dalam Formula Pakan.....	38
9. Hubungan antara Pemanfaatan Diatomae ( <i>Chaetoceros ceratosporum</i> ) terhadap Rasio Konversi Pakan Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) dalam Formula Pakan.....	42
10. Hubungan antara Pemanfaatan Diatomae ( <i>Chaetoceros ceratosporum</i> ) terhadap Rasio Efisiensi Protein Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) dalam Formula Pakan .....	45

**DATA LAMPIRAN**

Lampiran	Halaman
1. Gambar Alat dan Bahan Penelitian .....	55
2. Bagan Pembuatan Ransum Pakan Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) .....	57
3. Hasil Analisis Proksimat Pakan Percobaan .....	58
4. Jumlah Udang Windu pada Awal dan Akhir Penelitian serta Nilai Kelulushidupan (SR) (%) .....	59
5. Hasil Uji Normalitas Kolmogrof-Smirnov ( $p>0,05$ ) Kelulushidupan (SR) Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) (%) .....	60
6. Perhitungan Statistik Kelulushidupan (SR) Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) (%) .....	61
7. Data Hasil Pertumbuhan Bobot Total dan Bobot Rata-Rata Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) (gram) Selama Penelitian .....	63
8. Data Hasil Perhitungan Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Udang windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) (% BB/hari) .....	64
9. Hasil Uji Normalitas Kolmogrof-Smirnov ( $p>0,05$ ) Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) (% Bb/hari) ..	65
10. Perhitungan Statistik Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) (% BB/hari) .....	66
11. Data Hasil Perhitungan Rasio Konversi Pakan (FCR) pada Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) Selama Penelitian .....	72
12. Hasil Uji Normalitas Kolmogrof-Smirnov ( $p>0,05$ ) pada Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) Selama Penelitian .....	73
13. Perhitungan Statistik Rasio Konversi Pakan (FCR) pada Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) Selama Penelitian .....	74
14. Data Hasil Perhitungan Rasio Efisiensi Protein (PER) pada Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) Selama Penelitian .....	80
15. Hasil Uji Normalitas Kolmogrof-Smirnov ( $p>0,05$ ) Rasio Efisiensi Protein (PER) pada Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) .....	81
16. Perhitungan Statistik Rasio Efisiensi Protein (PER) pada Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) .....	82

17.	Data Pengukuran Suhu Media Pemeliharaan Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) Selama Penelitian .....	88
18.	Data Pengukuran pH Media Pemeliharaan Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) Selama Penelitian .....	91
19.	Data Pengukuran DO Media Pemeliharaan Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) Selama Penelitian .....	92
20.	Data Pengukuran Amonia Media Pemeliharaan Udang Windu ( <i>Penaeus monodon</i> Fab.) Selama Penelitian .....	93



## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penyediaan pangan merupakan masalah yang terus-menerus diupayakan pemecahannya untuk kesejahteraan manusia, salah satunya melalui pembangunan perikanan, yaitu melalui berbagai terobosan untuk mempertinggi hasil perikanan (Mulyani, Mochamad dan Kiki, 2007). Salah satu jenis udang konsumsi yang berpeluang untuk dibudidayakan dan mempunyai nilai ekonomis adalah udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) atau dikenal dengan sebutan *black tiger shrimp* adalah jenis udang laut yang dapat mencapai ukuran besar sehingga sangat disukai oleh konsumen. Jenis udang ini secara zoogeografik hanya tersebar di beberapa kawasan Asia Pasifik seperti Taiwan, Indonesia, Philipina, Thailand dan Vietnam (Kordi, 2010).

Menurut Amri (2003), udang windu memiliki kulit tubuh yang keras dari bahan kitin. Warna sekujur tubuhnya hijau kebiruan dengan motif loreng besar. Panjang dan berat udang windu hasil tangkapan dari laut bisa mencapai panjang 35 cm dan berat 260 gram/ekor. Jika dipelihara di tambak, panjang tubuh maksimum udang windu mencapai 20-25 cm dan berat rata-rata 140 gram/ekor.

Salah satu kegagalan budidaya udang windu adalah kematian masal akibat terserang penyakit yang disebabkan oleh hasil dekomposisi sisa-sisa pakan yang tidak termakan di dasar tambak. Penumpukan sisa pakan di dasar tambak menyebabkan kondisi tambak kurang seimbang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Prajitno (2007), budidaya udang windu banyak mengalami kendala yang harus dihadapi dan juga menyebabkan kerugian ekonomi yang tidak sedikit, yaitu kematian udang windu yang dimulai tahun 1990-an sampai puncaknya

pada tahun 1992 hingga sekarang. Salah satu kendala tersebut adalah masalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri *V. Harveyii*, *V. Fisherii* dan *V. Parahaemoliticus*.

Ketersediaan pakan dalam jumlah yang cukup, tepat waktu dan bernilai gizi baik merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam kegiatan usaha budidaya. Penyediaan pakan yang tidak sesuai menyebabkan laju pertumbuhan menjadi terhambat, akibatnya produksi yang dihasilkan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk menekan biaya produksi adalah dengan membuat pakan buatan sendiri melalui teknik yang sederhana dengan memanfaatkan sumber-sumber bahan baku lokal yang relatif murah (Sahwan, 2001).

Karena itu, manajemen (pengelolaan) pakan sangat penting dalam budidaya perairan, bukan saja karena merupakan bagian dari sistem produksi yang menyedot biaya terbesar, melainkan juga sangat berpengaruh terhadap kualitas air dan lingkungan sekitarnya. Manajemen pakan yang tidak tepat dapat menyebabkan usaha tidak ekonomis dan tidak lestari. Manajemen pakan terdiri dari memilih merek atau membuat pakan yang akan digunakan, mengadakan, menyimpan dan prosedur pemberiannya kepada biota budidaya pada waktu yang tepat dan takaran yang benar (Kordi, 2010).

Untuk memenuhi kebutuhan pakan yang tepat, mempunyai nilai gizi yang baik dan dapat meningkatkan laju pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) serta kelulushidupan, salah satu alternatif yang bisa digunakan adalah pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.).

Menurut Kordi (2010), *Chaetoceros* merupakan salah satu Diatomae. *Chaetoceros* ada yang berbentuk bulat dengan diameter 4-6 mikron dan ada yang berbentuk segi empat dengan ukuran 8-12 x 7-18 mikron. Dinding sel

*Chaetoceros* dibentuk dari silika. Karetenoid dan diatomin merupakan pigmen yang dominan, oleh karena itulah pada kultur, *Chaetoceros* berwarna kuning keemasan hingga coklat.

Silikat mempunyai peranan penting dalam proses reproduksi plankton sebagai bahan pembentuk cangkang baru. Kandungan gizi *Chaetoceros* diantaranya adalah protein 35%, lemak 6,9%, karbohidrat 6,6% dan kadar abu 28% (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Menurut Cahyaningsih (2010), *Chaetoceros* toleran terhadap suhu air yang tinggi. Pada suhu air 40° C masih dapat hidup tetapi tidak bisa berkembang. *Chaetoceros* tumbuh optimal pada kisaran suhu 25-30° C dan toleran terhadap kisaran salinitas lebar yaitu 6-50 ppm.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam budidaya udang windu jenis *Penaeus monodon* Fab., pakan merupakan salah satu hal yang penting dan harus diperhatikan dalam meningkatkan produksi budidaya udang windu. Udang windu dapat tumbuh dan berkembang dengan baik bila pakan yang diberikan mempunyai kandungan gizi yang baik dan sesuai kebutuhan. Udang windu di habitat asalnya merupakan pemakan segala (*omnivora*) yaitu pemakan bahan hewani dan nabati.

Pakan merupakan komponen terbesar dalam menentukan keberhasilan budidaya sampai 55-70% total biaya produksi. Penyediaan pakan yang memadai baik kuantitas maupun kualitas merupakan unsur utama dalam pertumbuhan udang windu. Saat ini penelitian pakan diarahkan kepada penciptaan pakan yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, alternatif yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan udang windu, hal ini disebabkan Diatomae merupakan salah satu fitoplankton yang diduga mengandung  $\beta$ -glukan yang



dapat meningkatkan kelulushidupan tanpa mempengaruhi pertumbuhan dari udang windu itu sendiri..

Keberadaan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) yang relatif mudah didapatkan serta dapat tumbuh secara masal karena perairan Indonesia dikenal sangat subur unsur hara. Diharapkan pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan dapat meningkatkan tingkat kelulushidupan dan pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.).

### 1.3 Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.).
- Untuk mendapatkan dosis pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan yang terbaik terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)

### 1.4 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai informasi demi kemajuan usaha budidaya udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dengan memanfaatkan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan sebagai salah satu alternatif bahan pakan untuk meningkatkan kelulushidupan dan pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dengan dosis yang terbaik.

### 1.5 Hipotesis

Ho : Diduga tidak ada pengaruh pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)

H<sub>1</sub> : Diduga ada pengaruh pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.).

### 1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi, Balai Budidaya Air Payau (BPAP), Situbondo dan Laboratorium Analisis Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan Desember 2010 – Maret 2011.



## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biologi Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Klasifikasi udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) (Gambar 1) menurut

Abun (2006), adalah sebagai berikut:

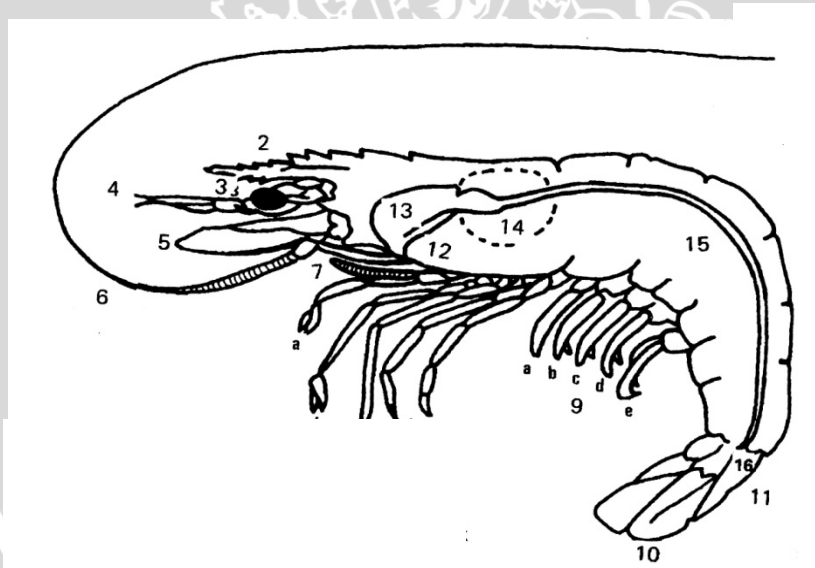
Phylum	: Arthropoda
Sub phylum	: Mandibulata
Class	: Crustaceae
Sub class	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Sub ordo	: Matantia
Famili	: Penaidae
Genus	: <i>Penaeus</i>
Species	: <i>Penaeus monodon</i> Fabricus



**Gambar 1. Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) (Anonymous, 2010)**

Di daerah udang windu mendapat sebutan antara lain udang bago, udang lontong, udang pacet, udang liling, udang baratan, udang tepus dan udang userwedi. Adapun dalam dunia perdagangan internasional udang windu dikenal degan nama *tiger prawn*, *black tiger shrimp* dan *jumbo tiger prawn* (Soetomo, 2002).

Udang windu memiliki kulit tubuh yang keras dari bahan kitin. Warna sekujur tubuhnya hijau kebiruan dengan motif loreng besar. Tubuh udang windu dibagi menjadi dua bagian besar, yakni bagian *cephalothorax* yang terdiri atas kepala dan dada serta bagian abdomen yang terdiri atas perut dan ekor. *Cephalothorax* dilindungi oleh kulit kitin yang tebal atau disebut juga dengan karapas. Bagian *cephalothorax* ini terdiri atas lima ruas kepala dan delapan ruas dada, sementara bagian abdomennya terbagi terdiri atas enam ruas perut dan satu ekor (*telson*). Bagian depan kepala yang menonjol merupakan kelopak kepala yang memanjang dengan bagian pinggir bergerigi atau disebut juga dengan cecak (*rostrum*). Cecak di kepala memiliki tujuh buah gerigi di bagian atas dan tiga buah gerigi di bagian bawah. Sementara itu, di bawah pangkal kepala terdapat sepasang mata (Amri, 2003).



**Gambar 2. Morfologi udang penaeid (Motoh, 1981)**

Keterangan :

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| 1 = cangkang kepala | 9 = kaki renang   |
| 2 = cecak kepala    | 10 = ekor kipas   |
| 3 = mata            | 11 = ujung ekor   |
| 4 = sungut kecil    | 12 = kerongkongan |
| 5 = sisik sungut    | 13 = perut        |
| 6 = sungut          | 14 = hati         |
| 7 = rahang          | 15 = usus         |
| 8 = kaki jalan      | 16 = dubur        |

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





Jenis kelamin udang windu betina dapat diketahui dengan adanya telikum diantara kaki jalan ke-4 dan ke-5. Telikum menyerupai garis yang tipis dan akan melebar setelah terjadi fertilisasi. Sementara, jenis kelamin udang windu jantan dapat diketahui dengan adanya petasma, yakni tonjolan diantara kaki renang pertama. Dalam habitatnya, pertumbuhan udang windu jantan lebih cepat dibandingkan dengan yang betina. Demikian juga, frekuensi pergantian kulit lebih banyak terjadi pada udang windu jantan (Murtidjo, 2003).

### 2.1.2 Habitat dan Daerah Penyebaran Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Toro dan Soegiarto (1979), menyatakan bahwa hutan mangrove merupakan habitat udang, hal ini ditandai oleh perpaduan antara tekstur dasar perairan hutan mangrove (berlumpur) dengan sistem perakaran vegetasi penyusun hutan mangrove, terlebih-lebih larva dan udang muda yang kondisinya masih lemah, akan terlindung dari serangan arus dan aliran air yang deras serta terhindar dari binatang pemangsa.

Menurut Amri (2003), Udang windu bersifat *euryhaline*, yakni secara alami bisa hidup di perairan yang berkadar garam dengan rentangan yang luas, yakni 5-45 ppt. Artinya, udang windu dapat hidup di laut yang berkadar garam tinggi hingga di perairan payau yang berkadar garam rendah. Daerah penyebaran udang windu sangat luas, dari barat daya Samudera Pasifik hingga Samudera Hindia dan dari Afrika Selatan hingga Jepang dan Australia. Beberapa Negara yang terkenal sebagai pembudidaya udang windu adalah Jepang, Cina, Taiwan, Indonesia, Thailand, Malaysia, Filipina, India, Ekuador dan Australia.

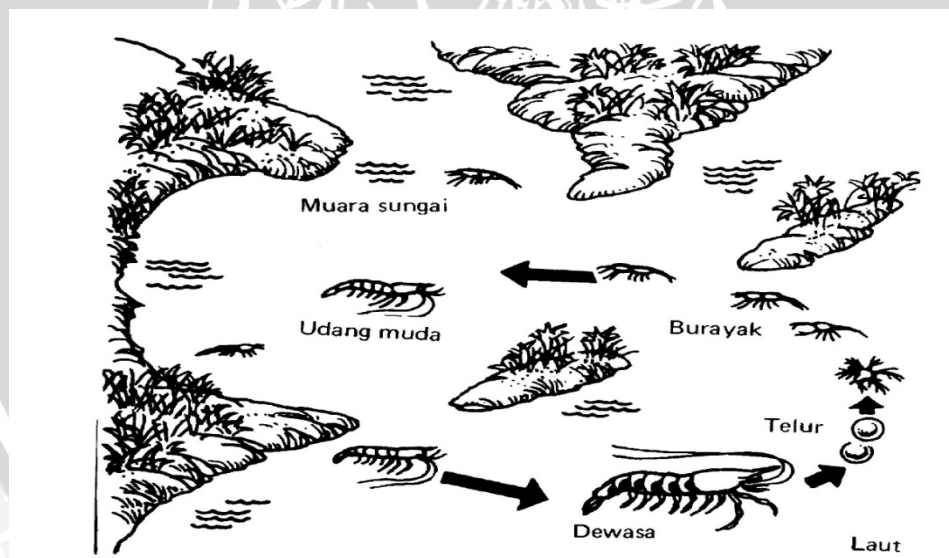
Udang windu (*Penaeus monodon*) termasuk dalam famili Penaidae. Sub Ordo Natantia, Ordo Decapoda dan Klas Crustacea. Kelompok ini hidup di dasar perairan/bentik, tidak menyukai cahaya terang dan bersembunyi di lumpur pada siang hari. Bersifat kanibal, terutama dalam keadaan lapar dan tidak ada

makanan tersedia, mempunyai ekskresi amonia yang cukup tinggi dan untuk pertumbuhan diperlukan ganti kulit (*moulting*) (Mandala, 2010).

### 2.1.3 Siklus Hidup Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Udang windu daur hidupnya mempunyai beberapa tahap. Tahap pertama dimulai sejak udang tumbuh menjadi dewasa dan matang gonad dan bergerak kelaut dalam. Disini udang akan melakukan pemijahan dan bertelur. Telur akan menetas dan berkembang menjadi larva, *nauplius*, *protozoa* dan *mysis*. Kemudian tahap kedua dimulai dengan perubahan misis menjadi pasca larva yang mulai bergerak ke daerah pantai dan mencapai estuaria, disini udang sampai dewasa dan bergerak ke tengah laut untuk memijah lagi (Toro dan Sugiarto, 1979).

Secara umum, siklus hidup udang windu sesuai dengan tingkatannya seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Siklus hidup udang laut *Penaeidae* (Motoh, 1981)

Menurut Amri (2003), setelah telur menetas, larva udang windu mengalami perubahan bentuk beberapa kali seperti berikut ini :

1. Periode *nauplius* atau periode larva udang. Periode ini dijalani selama 46 -50 jam dan larva mengalami enam kali pergantian kulit.



2. Periode zoea atau periode kedua. Periode ini memerlukan waktu sekitar 96-120 jam dan pada saat itu larva mengalami tiga kali pergantian kulit.
3. Periode *mysis* atau periode ketiga. Periode ini memerlukan waktu 96-120 jam dan pada saat itu larva mengalami pergantian kulit sebanyak tiga kali.
4. Periode *post larva* (PL) atau periode keempat. Udang windu mencapai sub-stadium pasca larva sampai 20 tingkatan. Ketika mencapai periode ini, udang lebih menyukai perairan payau dengan salinitas 25-35 ppt.
5. Periode juvenil atau periode kelima. Juvenil merupakan udang muda yang menyukai perairan dengan salinitas 20-25 ppt.
6. Periode udang dewasa. Periode ini berlangsung setelah periode juvenil hingga udang siap berkembang biak.

#### 2.1.4 Kebiasaan Makan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Aktivitas makan dan jenis pakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan dari udang windu (*Penaeus monodon* Fab.), jika dilihat dari tingkah laku aktivitas makan, udang penaeid dipengaruhi oleh cahaya. Semakin berkurang intensitas cahaya yang masuk, semakin tinggi aktivitas makan dari udang. Di alam umumnya aktif mencari makan di malam hari, oleh karena itu udang dimasukkan dalam kelompok hewan nokturnal (Sudarmini dan Sulistiono, 1980).

Pakan adalah salah satu faktor produksi yang berperan untuk mencapai peningkatan produktifitas organisme budidaya. Energi yang tersimpan dalam pakan akan dimetabolisasikan dan digunakan udang untuk dua tujuan, yaitu pemeliharaan (*maintenance*) dan pertumbuhan. Untuk itu pakan yang diberikan harus memenuhi persyaratan nilai gizi. Udang windu memerlukan makanan yang mudah dicerna karena anatomi dan susunan ususnya sangat sederhana (Amri, 2003).

Di alam, udang windu biasa memakan berbagai jenis *Crustacea* besar, *Brachyura*, benda-benda nabati, *Polychaeta*, *Mollusca*, ikan-ikan kecil dan *Crustacea* kecil dalam jumlah yang terbatas. Sedangkan udang yang dipelihara di tambak banyak memakan *Copepoda*. Walaupun udang penaeid merupakan hewan pemakan segala (*Omnivora*), akan tetapi pada umumnya udang merupakan predator bagi invertebrata yang pergerakannya lambat (Mandala, 2010).

Menurut Kordi (2010), Berdasarkan kebiasaan makan, udang windu dapat dikelompokkan dalam golongan hewan pemakan segala (*omnivorous*), baik hewan maupun tumbuhan. Pada awal fase kehidupannya, yaitu di saat persediaan kuning telur (*yolk sack*) habis, udang mulai mencari makanan alami berupa plankton nabati. Pada tingkat mysis, udang mulai memakan plankton hewani. Setelah burayak mencapai tingkat pasca larva (burayak tingkat akhir) dan juga setelah menjadi udang muda (*juvenil*), selain memakan makanan tersebut, udang muda juga memakan *Diatomae* dan *Cyanophyceae* yang tumbuh di dasar perairan.

#### **2.1.5 Kelulushidupan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)**

Kelulushidupan adalah perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir percobaan dengan jumlah individu yang hidup pada awal percobaan. Kelulushidupan merupakan peluang hidup dalam suatu saat tertentu. Kelulushidupan ikan dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik yang mempengaruhi yaitu kompetitor, parasit, umur, kepadatan populasi, kemampuan adaptasi dari hewan dan penanganan manusia. Faktor abiotik yang berpengaruh antara lain sifat fisika dan sifat kimia dari suatu lingkungan perairan (Effendi, 1997). Padat tebar yang terjadi dapat menjadi salah satu penyebab rendahnya tingkat kelangsungan hidup suatu organisme, terlihat bahwa makin meningkat padat tebar ikan maka tingkat kelangsungan hidupnya akan makin kecil.

Menurut Fujimura dan Okimoto (1970) dalam Sulistyati (1999), padat penebaran sangat mempengaruhi kelangsungan hidup udang dalam pemeliharaan karena sifatnya yang kanibal.

#### 2.1.6 Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Effendie (1997), menjelaskan dalam pertumbuhan, terjadi proses biologis yang kompleks dimana banyak faktor yang mempengaruhi diantaranya jenis pakan yang diberikan, jumlah dan waktu pemberian pakan serta kualitas air harus optimum. Pertambahan panjang dan berat ini merupakan akibat penambahan jaringan yang terjadi melalui pembelahan sel secara mitosis. Hal ini dapat terjadi apabila terdapat kelebihan masukan energi dan asam amino (protein) yang berasal dari pakan setelah dipakai untuk metabolisme dasar, pergerakan, produksi, organ seksual, perawatan bagian-bagian tubuh atau mengganti sel-sel yang sudah tidak terpakai lagi.

Menurut Sudarmini dan Sulistiono (1980), pertumbuhan udang dipengaruhi oleh beberapa faktor baik faktor dalam maupun faktor luar dari udang tersebut. Jenis makanan merupakan salah satu faktor luar yang mempengaruhi laju pertumbuhan udang windu. Faktor luar lainnya adalah kualitas lingkungan, hama dan penyakit. Lebih jauh dijelaskan pula bahwa pengaruh umur terhadap laju pertumbuhan udang windu ternyata membentuk kurva sigmoid. Individu udang betina menunjukkan laju pertumbuhan yang lebih cepat, hal ini juga disebabkan oleh perbedaan jumlah makanan yang dimakan.

Menurut Hariati (1989), pertumbuhan dapat dianggap sebagai hasil dari dua proses yang cenderung untuk menurunkan energi tubuh yang menjadi nyata jika ikan yang dipelihara dalam jangka waktu yang lebih lama tanpa diberi makanan dan suatu proses yang diawali dari pengambilan makanan diakhiri dengan penyusunan unsur-unsur tubuh. Hal ini diperkuat dengan pernyataan

Gusrina (2008), bahwa pertumbuhan adalah perubahan ukuran baik panjang, berat atau volume dalam jangka waktu tertentu.

## 2.2 Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*)

### 2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*)

Menurut Anonymous (2010), Klasifikasi Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) (Gambar 4) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Chromista
Phylum	: Ochrophyta
Class	: Coscinodiscophyceae
Order	: Chaetocerotales
Family	: Scarabaeoidea
Genus	: <i>Chaetoceros</i>
Scientific name	: <i>Chaetoceros ceratosporum</i> Ostefeld



**Gambar 4. *Chaetoceros ceratosporum* (Anonymous, 2011)**

*Chaetoceros ceratosporum* adalah Diatomae yang berbentuk bulat dengan diameter 4-6 mikron. Dinding selnya dibentuk dari silika dan pigmen yang dominan adalah *karotenoid* dan *diatomin*. Pada budidaya massal berwarna coklat (Nybakken, 1988).

Organisme ini merupakan sel tunggal dan dapat membentuk rantai menggunakan duri yang saling berhubungan dari sel yang berdekatan. Tubuh utama berbentuk seperti *petri dish*. Jika dilihat dari samping organisme ini berbentuk persegi dengan panjang 12-14 mm dan lebar 15-17 mm, dengan duri yang menonjol dari bagian pojok. Selnya dapat membentuk rantai sebanyak 10-20 sel dan mencapai panjang 200 mm. Populer sebagai pakan rotifer, kerang-kerangan, tiram dan larva udang (Taghnul, 2008).

### 2.2.2 Habitat dan Perkembangbiakan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*)

*Chaetoceros* toleran terhadap suhu tinggi. Pada suhu 40° C plankton ini masih dapat hidup, tetapi tidak berkembang. *Chaetoceros* tumbuh optimum pada suhu 25-35° C dan masih dapat tumbuh pada suhu 37° C. Kadar garam yang optimum untuk pertumbuhannya pada kisaran 17-25 ppt (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Pada umumnya diatomae jenis *Chaetoceros ceratosporum* dalam pustaka masih sangat terbatas namun secara umum genus *Chaetoceros* sp. memiliki habitat dan perkembangbiakan yaitu Menurut Taghnul (2008), *Chaetoceros* sp. merupakan organisme yang memiliki kemampuan adaptasi terhadap suhu tinggi, namun tumbuh optimal pada kisaran suhu 25 - 30°C. Salinitas memiliki peranan penting dalam pertumbuhan karena secara langsung berpengaruh pada tekanan osmose di dalam sel fitoplankton sehingga fluktuasi salinitas menyebabkan aktivitas sel menjadi terganggu. Namun berbeda dengan fitoplankton pada umumnya, *Chaetoceros* sp. tergolong organisme yang memiliki toleransi kisaran salinitas yang sangat lebar (*euryhaline*) yaitu 6 – 50 ppt tetapi tumbuh optimal pada kisaran 17 – 32 ppt.

Pertumbuhan *Chaetoceros* sp. sangat dipengaruhi oleh nutrisi yang ada di lingkungan tempat hidupnya, oleh karena itu media kulturnya perlu diberi pupuk

untuk menunjang ketersediaan unsur hara baik makro maupun mikro. Salah satu unsur hara makro (nutrien utama) yang sangat menunjang pertumbuhan *Chaetoceros* sp. adalah ketersediaan unsur nitrogen (N). Pada umumnya nitrogen yang dibutuhkan untuk media kultur yaitu dalam bentuk senyawa nitrat (Zulkifli, 2010).

### 2.3 Kebutuhan Nutrisi

Pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) harus mengandung nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan. Pakan yang lengkap umumnya mengandung protein, lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin. Nutrisi yang dibutuhkan oleh udang windu untuk pertumbuhan dan kesehatan adalah sebagai berikut:

#### 2.3.1 Protein

Menurut Sumeru dan Suzy (2005), Protein merupakan senyawa organik kompleks, tersusun atas banyak asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O dan N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat. Protein sangat penting bagi tubuh, karena zat ini mempunyai fungsi sebagai bahan-bahan dalam tubuh serta sebagai zat pembangun dan pengatur. Pada umumnya udang windu *juvenil* atau dewasa mendapatkan pertumbuhan optimum dengan pemberian makanan yang mengandung 30-60% protein.

Kandungan protein yang diperlukan oleh udang dewasa sebanyak 36% dan 40% untuk udang muda, dengan catatan kandungan asam amino esensialnya lengkap. Udang juga memerlukan asam lemak tidak jenuh dan kolesterol di dalam pakannya karena tidak bisa melakukan sintesis sendiri (Kordi, 2010).

### 2.3.2 Lemak

Lemak berfungsi sebagai sumber energi dan membantu penyerapan mineral-mineral tertentu (terutama kalsium) serta vitamin-vitamin yang terlarut dalam lemak (vitamin A, D, E, K), dalam kaitannya dengan pakan buatan penggunaan lemak berpengaruh terhadap rasa dan tekstur pakan yang dibuat. Lemak juga mempunyai peranan dalam proses metabolisme dan pertumbuhan ikan (Sahwan, 2001).

Lemak dibutuhkan sebagai sumber energi. Keberadaan lemak mempunyai peranan penting pula untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup, terutama beberapa tipe asam lemak sangat berpengaruh pada kehidupan udang. Asam lemak juga berfungsi sebagai pelarut vitamin. Komposisi asam lemak yang ada pada udang sangat erat hubungannya dengan lemak yang terkandung dalam makanan yang diberikan (Sumeru dan Suzy, 2005).

Kadar lemak dalam pakan buatan tidak boleh berlebihan. Kelebihan lemak pada pakan dapat menimbulkan kerugian pada pakan maupun pada udang budidaya. Walaupun penggunaan lemak berpengaruh terhadap rasa dan tekstur pakan, namun kandungan lemak yang berlebihan pada pakan akan mempengaruhi mutu pakan, yaitu mudah mengalami oksidasi dan menghasilkan bau tengik (Kordi, 2010).

### 2.3.3 Karbohidrat

Kandungan serat kasar dalam pakan tidak lebih dari 21%, karena bila terlalu banyak atau terlalu tinggi justru dapat mengganggu daya cerna dan daya serap dalam sistem pencernaan ikan (Buwono, 2000).

Menurut Sahwan (2001), karbohidrat merupakan zat sumber energi dan pada umumnya berasal dari tumbuh-tumbuhan yang pembentukannya melalui proses fotosintesis dengan bantuan sinar matahari. Dalam formulasi pakan, karbohidrat termasuk kelompok yang sering disebut NFE (*Nitrogen Free Extract*).

Udang memerlukan karbohidrat dalam jumlah banyak, karena selain diperlukan sebagai pembakar dalam proses metabolisme, juga diperlukan dalam sintesis kitin dalam kulit keras. Walaupun demikian efisiensi penggunaan karbohidrat oleh udang berbeda, tergantung dari sumbernya, selain itu kemampuan udang dalam mencerna karbohidrat juga berbeda berdasarkan jenisnya (Sumeru dan Suzy, 2005).

Karbohidrat dapat menekan biaya produksi karena merupakan nutrisi yang murah dalam pakan. Karbohidrat disimpan dalam bentuk glikogen dan digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi dari udang untuk pergantian kulit (Pavasovic, 2008).

#### **2.3.4 Vitamin**

Menurut Hariati (1989), vitamin adalah zat organik yang diperlukan tubuh dalam jumlah sedikit, tetapi penting untuk mempertahankan tubuh normal. Vitamin ini harus didapatkan dari pakan karena tubuh sendiri tidak dapat membuatnya. Hal ini diperjelas dengan pernyataan Sahwan (2001), vitamin dibutuhkan dalam jumlah yang relatif sedikit, terutama untuk menjaga kesehatan dan pertumbuhan tubuh ikan.

Vitamin berperan penting dalam reaksi spesifik metabolisme tubuh, proses pertumbuhan dan kehidupan normal. Kekurangan salah satu jenis atau lebih macam vitamin dalam makanan dapat menghambat pertumbuhan ikan atau terjadinya kemunduran yang disebut penyakit defisiensi vitamin (Murtidjo, 2001). Garza (2009), menyatakan bahwa udang membutuhkan vitamin 2-5% dalam pakan. Namun tinggi rendahnya jumlah vitamin dalam pakan tergantung jenis ikannya.

Fungsi utama vitamin secara umum adalah: (1) sebagai bagian dari enzim atau ko-enzim sehingga dapat mengatur berbagai proses metabolisme; (2) mempertahankan fungsi berbagai jaringan tubuh; (3) mempengaruhi



pertumbuhan dan pembentukan sel-sel baru dan (4) membantu dalam pembuatan zat-zat tertentu dalam tubuh (Kordi, 2010).

### 2.3.5 Mineral

Menurut Sumeru dan Suzy (2005), Crustacea dan hewan air lainnya mendapatkan mineral dengan menyerap air tempat media hidupnya. Udang memerlukan mineral tertentu selama ganti kulit, karena seperti diketahui, selama ganti kulit *eksoskeleton* yang banyak mengandung mineral akan hilang.

Mineral berfungsi untuk memperkuat kulit dan menjaga keseimbangan osmotik dan cairan tubuh dalam sistem syaraf serta kelenjar endokrin. Mineral dibagi menjadi dua kelompok yaitu mikro dan makro, mineral makro antara lain Ca, Cl, Mg, S dan P, sedangkan mineral mikro yaitu Fe, Zn, Cu dan Mn (Cie Wie, 2006). Mineral merupakan unsur anorganik yang dibutuhkan oleh organisme perairan untuk proses hidupnya secara normal (Gusrina, 2008).

Fungsi utama mineral adalah sebagai komponen utama dalam struktur gigi dan tulang *eksoskeleton*, menjaga keseimbangan asam-basa, menjaga keseimbangan tekanan osmosis dengan lingkungan perairan, struktur dari jaringan dan sebagai penerus dalam sistem saraf dan kontraksi otot, fungsi metabolisme, sebagai komponen utama dari enzim, vitamin, hormon, pigmen dan sebagai enzim aktivator (Kordi, 2010).

### 2.4 Kualitas Air

Air merupakan media paling vital bagi kehidupan udang. Suplai air yang memadai akan memecahkan berbagai masalah dalam budidaya udang, yaitu dengan cara menghanyutkan kumpulan dari bahan buangan dan bahan beracun, sehingga kondisi air optimal tetap terpelihara. Selain jumlahnya, kualitas air yang memenuhi syarat merupakan salah satu kunci keberhasilan budidaya udang.

### 2.4.1 Suhu

Dijelaskan oleh Sutaman (1993), secara tidak langsung suhu juga dapat mempengaruhi kelarutan oksigen dalam air dan kepadatan air serta meningkatnya reaksi kimia termasuk aktivitas jasad renik. Semakin tinggi suhu air, maka daya larut oksigen semakin rendah, demikian pula sebaliknya. Sedangkan pengaruh lainnya terhadap reaksi kimia, terutama prosentase amonia yang tidak terionisasi. Menurut Boyd (1982), bahwa semakin tinggi suhu air, maka semakin tinggi pula persentase amonia yang tidak terionisasi. Selain itu juga dengan semakin tinggi suhu dalam air akan menurunkan kelarutan oksigennya.

Pertumbuhan dan kehidupan udang sangat dipengaruhi suhu air. Umumnya dalam batas-batas tertentu, kecepatan pertumbuhan udang meningkat sejalan dengan naiknya suhu air, sedangkan derajat kelangsungan hidupnya bereaksi sebaliknya terhadap kenaikan suhu. Artinya derajat kelangsungan hidup udang semakin menurun dengan terjadinya kenaikan suhu. Kisaran suhu yang terbaik bagi pertumbuhan dan kehidupan udang antara 28-30°C, walaupun udang windu masih dapat hidup pada suhu 18° C dan 36°C (Kordi, 2010).

Agar dapat hidup dan tumbuh secara normal udang membutuhkan kisaran suhu antara 25° hingga 32°C. Semakin tinggi suhu perairan, semakin tinggi laju metabolisme di dalam tubuh udang. Kondisi ini akan diimbangi dengan meningkatnya laju konsumsi pakan. Bila suhu terus meningkat, udang akan stres dan akan mengeluarkan lendir yang berlebihan. Sebaliknya bila suhu terlalu rendah, udang akan kurang aktif makan dan bergerak, sehingga pertumbuhannya akan lambat (Mandala,2010).

### 2.4.2 DO (*Dissolved Oxygen*) / Oksigen Terlarut

Oksigen merupakan gas yang terpenting untuk respirasi dan proses metabolisme. Kelarutan oksigen di perairan dipengaruhi oleh suhu air,

konsentrasi gas larutan maupun kelarutan dari gas tersebut pada permukaan air yang selanjutnya digunakan untuk proses respirasi (Boyd, 1982).

Menurut Lukito dan Surip (2007), oksigen merupakan zat terpenting bagi organisme untuk bernafas. Keberadaan oksigen ada di udara dan yang terlarut dalam air. Adanya oksigen dalam air disebabkan oleh:

- Pergerakan air di permukaan, menyebabkan difusi udara ke dalam air sehingga dapat memperkaya kandungan oksigen di dalam air.
- Suhu, semakin tinggi suhu air akan menyebabkan kandungan oksigen yang terlarut menjadi semakin sedikit.
- Tekanan udara, semakin tinggi suatu wilayah atau daerah dari permukaan air laut, semakin rendah tekanan udaranya dan kandungan oksigen di dalam air pun rendah.
- Tumbuhan air, adanya proses fotosintesis pada tumbuhan air mempengaruhi keberadaan oksigen di dalam air. Pada siang hari, tanaman mengeluarkan oksigen sedangkan pada malam hari mengeluarkan karbondioksida.

Oksigen diperlukan udang untuk membakar zat-zat makanan yang dikonsumsi udang dan diserap tubuh atau diuraikan menjadi energi. Kelarutan oksigen yang baik bagi pertumbuhan udang adalah antara 85 % - 125 % jenuh atau 4 - 6 ppm. Dalam air yang kandungan oksigennya rendah, udang akan tampak aktif bergerak dan berenang karena stres. Akan tetapi, pada kadar oksigen yang kelewat jenuh dapat menyebabkan penyakit gelembung gas (*Gas Bubble Disease*) (Mandala, 2010).

Menurut Kordi (2010), Udang windu membutuhkan oksigen guna pembakaran bahan bakar (makanan) untuk menghasilkan aktivitas, seperti aktivitas berenang, pertumbuhan, reproduksi dan sebaliknya. Jika kadar oksigen

terlarut sebesar 2,1 mg/l pada suhu 30° C dalam kondisi kualitas air terpenuhi, udang windu sudah mulai memperlihatkan gejala abnormal yaitu berenang di permukaan air. Pada kadar oksigen terlarut sebesar 3 mg/l dalam jangka panjang, keadaan demikian akan mempengaruhi pertumbuhan udang.

#### 2.4.3 pH

Zonneveld, Huisman dan Boon (1991), menjelaskan derajat keasaman merupakan ukuran konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah berada dalam keadaan asam atau bersifat basa. Secara alami, derajat keasaman dipengaruhi oleh konsentrasi CO<sub>2</sub> dan senyawa yang bersifat asam.

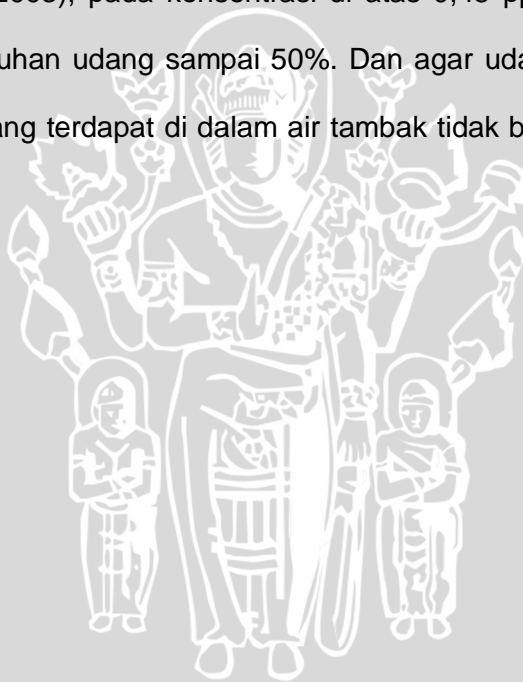
Nilai pH meyakinkan nilai konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan, didefinisikan sebagai logaritma dari resiprokal aktivitas ion hydrogen dan secara matematis dinyatakan sebagai  $pH = \log \frac{1}{H^+}$ , dimana H<sup>+</sup> adalah banyaknya ion hidrogen dalam mol per liter larutan. Kemampuan air untuk mengikat atau melepas sejumlah ion hidrogen akan menentukan apakah larutan tersebut bersifat asam atau basa. Organisme dapat hidup dalam suatu perairan yang mempunyai nilai pH netral dengan kisaran toleransi antar asam lemah sampai basa lemah. Nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme pada umumnya terdapat antara 7-8,5. Adapun pH dapat di klasifikasikan menjadi 3 yaitu ; asam (3-6,9), netral (7-8,5), dan basa (di atas 8,5) (Barus, 2002).

Menurut Sumeru dan Suzy (2005), untuk pertumbuhan udang windu memerlukan kisaran pH 7,4 – 8,5 dan akan mematikan bila pH mencapai angka terendah 6 dan tertinggi 9. Bila pH air terlalu rendah atau sering rendah pada malam hari, maka lapisan kapur di kulit udang akan berkurang karena terserap secara internal. Pada kondisi ini konsumsi oksigen meningkat, permeabilitas tubuh menurun dan insangnya rusak.

#### 2.4.4 Amonia

Menurut Boyd (1982), tingkat keracunan amonia berbeda-beda untuk tiap spesies, tetapi pada kadar 0,6 mg/L dapat membahayakan organisme tersebut. Tingginya kadar amonia biasanya diikuti oleh naiknya kadar nitrit, mengingat nitrit adalah hasil dari reaksi oksidasi amonia oleh bakteri nitrosomonas. Tingginya kadar nitrit diakibatkan oleh lambatnya reaksi perubahan dari nitrat oleh bakteri nitrobakter. Hal ini diperjelas dengan pernyataan Sutrisno dan Badrus (2006), bahwa amonia merupakan senyawa nitrogen yang mudah larut dalam air dan bersifat basa sehingga dalam air akan membentuk ammonium hidroksida.

Menurut Amri (2003), pada konsentrasi di atas 0,45 ppm, amonia dapat menghambat pertumbuhan udang sampai 50%. Dan agar udang windu tumbuh cukup baik, amonia yang terdapat di dalam air tambak tidak boleh lebih dari 0,1 ppm.



## BAB III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

### 3.1 Materi Penelitian

#### 3.1.1 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu akuarium yang berukuran 45x45x45 cm<sup>3</sup> sebanyak 12 buah, bak fiber sebagai penampungan awal udang berukuran diameter 150 cm dan tinggi 80 cm, timbangan digital merk "HIMATZU" dengan ketelitian 0,01 gram, aerator, selang air, ayakan, alas seng, sarung tangan, pengaduk, mangkok, selang aerasi, batu aerasi, selang penyiponan, serok, thermometer, DO meter, pH meter, alat pencetak pelet, gilingan pakan, oven, ember plastik. Gambar beberapa peralatan yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 1.

#### 3.1.2 Bahan Penelitian

##### a. Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang diperoleh dari petani di Dusun Keperan, Desa Pecinan, Kecamatan Mangaran, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Udang windu yang digunakan dengan berat rata-rata 21,51 ± 0,95 gram/ekor.

##### b. Media Penelitian

Media yang digunakan dalam penelitian ini berupa air laut pada Laboratorium Nutrisi Balai Besar Budidaya Air Payau Situbondo. Air diperoleh dari laut bersalinitas 30 ppt yang ditampung ke dalam tandon kemudian dialirkan lewat pipa kemudian ke akuarium berukuran 45x45x45 cm<sup>3</sup> sebanyak 12 buah dengan ketinggian air 30 cm. Media percobaan sebelumnya telah diberi aerasi untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarutnya.

Pengelolaan media uji dilakukan dengan cara penyiponan air yang dilakukan sekali dalam satu hari yaitu pada pagi hari pukul 06.00 WIB. Penambahan media uji dilakukan setelah penyiponan, banyaknya media uji yang ditambahkan sesuai dengan media yang dibuang pada saat penyiponan.

c. Formula Pakan

Formula pakan dengan isoprotein 39,02% dan isoenergi 3,58 kkal/g pakan sesuai hasil penelitian terdahulu (Ekawati, 1990) sesuai formula pakan dasar, dengan sumber karbohidrat pakan berasal dari energi tepung plankton (*Chaetoceros ceratosporum*) yang disubstitusikan dengan energi tepung tapioka. Penggunaan jumlah tepung plankton (*Chaetoceros ceratosporum*) yang berbeda dalam formula pakan yaitu sebesar 0% (pakan A), 3,04% (pakan B), 6,08% (pakan C) dan 9,12% (pakan D). Komposisi kimia masing-masing bahan penyusun pakan yang digunakan dalam formulasi pakan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1. Komposisi kimia bahan penyusun pakan percobaan**

Analisis	Tepung Rebon	Tepung Diatomae	Tepung Tapioka
Kadar Kering (%)*	86,34	85,38	89,4
Protein (%)*	62,98	3,99	-
Lemak (%)*	1,59	0,29	-
Kadar Abu (%)*	17,05	66,84	0,59
Serat Kasar (%)*	3,01	2,61	-
BETN **	15,37	26,26	99,41
Energi (kkal/gr) ***	327,69	123,65	397,64

Keterangan :

- \* :Hasil Analisis Laboratorium Universitas Brawijaya Fakultas Teknologi Pertanian jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan
- \*\* : BETN = 100-Protein-Lemak-Kadar Abu-Serat Kasar
- \*\*\* : Energi = (4x%Protein)+(9x%Lemak)+(4xBETN)

Tabel 2. Formula pakan percobaan

Bahan %	Perlakuan			
	Jumlah <i>Chaetoceros ceratosporum</i> dalam Formula Pakan)			
	A (0)	B (3,04)	C (6,08)	D (9,12)
Tepung rebon	61,96	61,96	61,96	61,96
Tepung tapioka	15,77	14,38	13,88	12,93
Tepung plankton	-	3,04	6,09	9,12
Minyak ikan	3,75	3,75	3,75	3,75
Minyak jagung	6,50	6,50	6,50	6,50
Vitamin miks	2,70	2,70	2,70	2,70
Mineral miks	2,00	2,00	2,00	2,00
CMC	7,32	5,22	3,13	1,03
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### 3.2 Metode dan Rancangan Penelitian

#### 3.2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu mengadakan percobaan untuk melihat suatu hasil atau hubungan kausal antara variabel-variabel yang diselidiki. Tujuan eksperimen adalah untuk menemukan hubungan sebab dan akibat antara variabel. Hasil yang diperoleh menegaskan bagaimana hubungan kausal antara variabel-variabel yang diselidiki dan seberapa besar hubungan sebab dan akibat tersebut, dengan cara memberikan perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyediakan kontrol untuk perbandingan. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung atau dengan pengamatan secara langsung (Nazir, 1988).

#### 3.2.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Menurut Sastrosupadi (2000), rancangan acak lengkap digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat



percobaan yang *seragam* atau *homogen*, sehingga RAL banyak digunakan untuk percobaan di laboratorium, rumah kaca dan peternakan. Karena media homogen maka media atau tempat percobaan tidak memberikan pengaruh pada respon yang diamati dan model untuk RAL adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  : respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

$\mu$  : Nilai rata-rata

$\alpha_i$  : Pengaruh perlakuan ke-i

$\varepsilon_{ij}$  : Pengaruh gallat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Perlakuan yang diberikan adalah pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan adalah sebagai berikut:

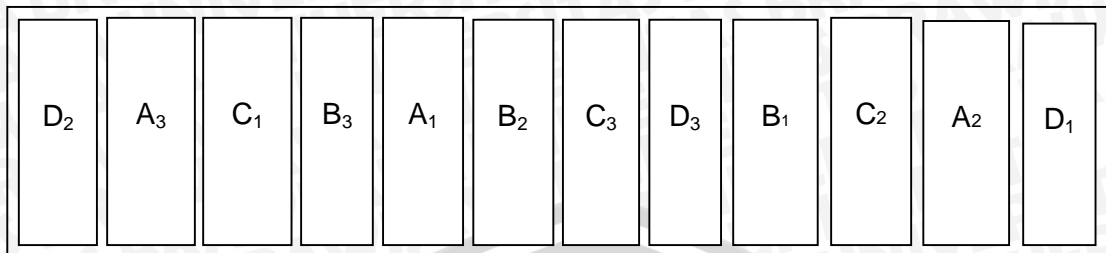
Pakan A :Perlakuan Pemanfaatan 0% Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan

Pakan B :Perlakuan Pemanfaatan 3,04% Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan

Pakan C :Perlakuan Pemanfaatan 6,08% Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan

Pakan D :Perlakuan Pemanfaatan 9,12% Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan

Masing-masing perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali sehingga terdapat 12 unit percobaan. Penempatan perlakuan dilakukan secara acak dengan denah penelitian seperti pada Gambar 5.



**Gambar 5. Denah / tata letak akuarium percobaan**

Keterangan : A, B, C, D : Perlakuan

1, 2, 3 : Ulangan

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian meliputi persiapan pakan, alat dan hewan uji.

##### a. Persiapan Pakan

- Kultur *Chaetoceros ceratosporum*
- Analisis proksimat bahan penyusun pakan
- Penentuan formulasi pakan
- Pembuatan pakan

##### b. Persiapan alat

- Pencucian akuarium
- Menyiapkan alat-alat pendukung (aerasi, thermometer, timbangan dan lain-lain)
- Pengisian air pada akuarium

##### c. Persiapan hewan uji

Hewan uji yang digunakan yaitu udang windu (*Penaes monodon* Fab.) sebanyak 48 ekor. Masing-masing akuarium diisi 4 ekor udang windu.

#### 3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

##### a. Kultur *Chaetoceros ceratosporum*

- Wadah dicuci bersih dan dimasukkan ke dalam media air laut
- Sterilisasi air laut dengan diberi kaporit 5 ppm dilakukan pengadukan selama 24 jam, klorin test digunakan untuk mengetahui kenetralan air
- Untuk bibit yang diperlukan 20% dari volume total, salinitas 28-30 ppt, suhu air 30° C, pH 8, cahaya yang dibutuhkan 10.000 lux (*outdoor*)
- Dipupuk setiap hari dengan menggunakan yaitu 40-50 ppm KNO<sub>3</sub>, 20-25 ppm Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 10-15 ppm Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, 1-5 ppm FeCl dan 1-5 ppm EDTA (tergantung kandungan zat organik terlarut di perairan tersebut)
- Pemanenan hasil kultur *Chaetoceros* dengan cara langsung bersamaan air media kulturnya dengan umur maksimal 4 hari.
- Dikeringkan dengan cara diangin-anginkan di ruangan.
- Dihaluskan menggunakan blender untuk mendapatkan tepung *Chaetoceros*
- Hasil pemanenan kultur *Chaetoceros* untuk menjadi tepung adalah 3% dari 1 ton
- Kandungan gizi *Chaetoceros* dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Perbedaan kandungan pakan alami**

Kandungan	<i>Chaetoceros ceratosporum</i>	<i>Chaetoceros gracilis</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Thalassiora sp.</i>
Protein	3,99%	12%	22,30%	0,93%
Karbohidrat	2,61%	4,7%	2,55%	7,7%
Lemak	0,29%	7,2%	22,46%	7,2%

Sumber : Arning, 2011; Anonymous, 2011; Triswanto *et al*, 2011

b. Pembuatan pakan (pelet)

- Analisis proksimat masing-masing bahan penyusun pakan
- Pencampuran bahan-bahan pakan dimulai dari bahan yang paling sedikit sesuai dengan formulasi pakan
- Pembuatan pakan (pelet) sesuai dengan formulasi pakan

- Analisis proksimat pakan (pelet) percobaan (Lampiran 3)
- c. Persiapan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)
  - Akuarium diisi air dengan ketinggian 30 cm
  - Sebelum udang windu dimasukkan dalam akuarium terlebih dahulu dipasang aerasi untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut
  - Masing-masing akuarium diberi 4 ekor udang windu yang telah ditimbang beratnya dan dinyatakan sebagai berat awal populasi
  - Pemberian pakan berupa pelet dengan jumlah 3% dari berat badan biomas yang diberikan sesuai dengan perlakuan dengan frekuensi 3 kali sehari yaitu pukul 08.00 WIB sebanyak 30%, pukul 16.00 WIB sebanyak 30% dan 21.00 WIB sebanyak 40% dari jumlah pakan sehari.
  - Sebelum pemberian pakan, terlebih dahulu dilakukan penyiponan sisa-sisa feses dan pergantian air sebanyak  $\pm 30\%$ /hari dari volume media pemeliharaan
  - Pengukuran suhu dilakukan setiap hari pada pagi dan sore hari (pukul 06.00 dan 14.00 WIB)
  - Pengukuran kandungan amonia, pH dan oksigen terlarut dilakukan setiap 10 hari sekali pada pagi hari sebelum dilakukan sampling
  - Sampling dilakukan setiap 10 hari sekali dengan cara menimbang berat yang bertujuan untuk menentukan jumlah pemberian pakan yang disesuaikan dengan beratnya
  - Pada akhir penelitian setelah 30 hari dilakukan perhitungan jumlah udang windu yang masih hidup dan menimbanginya sebagai berat akhir populasi

### 3.4 Parameter Uji

#### 3.4.1 Parameter Utama

Parameter yang diamati adalah pertumbuhan, setiap 10 hari sekali. Data yang dianalisis antara lain:

- a. Kelangsungan hidup (*Survival Rate*) menurut Effendie (2002), dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan:

SR : Kelangsungan hidup ikan (%)  
 N<sub>t</sub> : Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor)  
 N<sub>o</sub> : jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

- b. Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific Growth Rate*) menurut Hariati (1989), dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$SGR = \frac{\ln \bar{W}_t - \ln \bar{W}_o}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

SGR : Laju pertumbuhan spesifik  
 $\bar{W}_t$  : Berat rata-rata individu pada waktu t (gr)  
 $\bar{W}_o$  : Berat rata-rata individu pada waktu t = 0 (gr)  
 t : Waktu (hari)

- c. Rasio Konversi Pakan (*Feed Conversion Ratio*) menurut Hadadi *et al* (2009), dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$FCR = \frac{F}{W_t - W_o}$$

Keterangan :

FCR : Rasio konversi pakan  
 F : Jumlah pakan yang diberikan  
 $\bar{W}_t$  : Berat rata-rata pada waktu t (gr)  
 $\bar{W}_o$  : Berat rata-rata pada waktu t = 0 (gr)

- d. Rasio Efisiensi Protein (*Protein Efficiency Ratio*) menurut Hariati (1989), dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{PER} = \frac{\overline{W_t} - \overline{W_0}}{F \times P_f}$$

Keterangan:

PER : Rasio efisiensi protein

$\overline{W_t}$  : Berat rata-rata pada waktu t (gr)

$\overline{W_0}$  : Berat rata-rata pada waktu t = 0 (gr)

F : Jumlah pakan yang diberikan

Pf : Kadar protein dalam pakan

### 3.4.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang selama penelitian adalah pengukuran kualitas air meliputi suhu dengan menggunakan thermometer, derajat keasaman dengan pH meter, oksigen terlarut dengan DO meter dan amonia dengan *spectrometer*.

### 3.5 Analisis Data

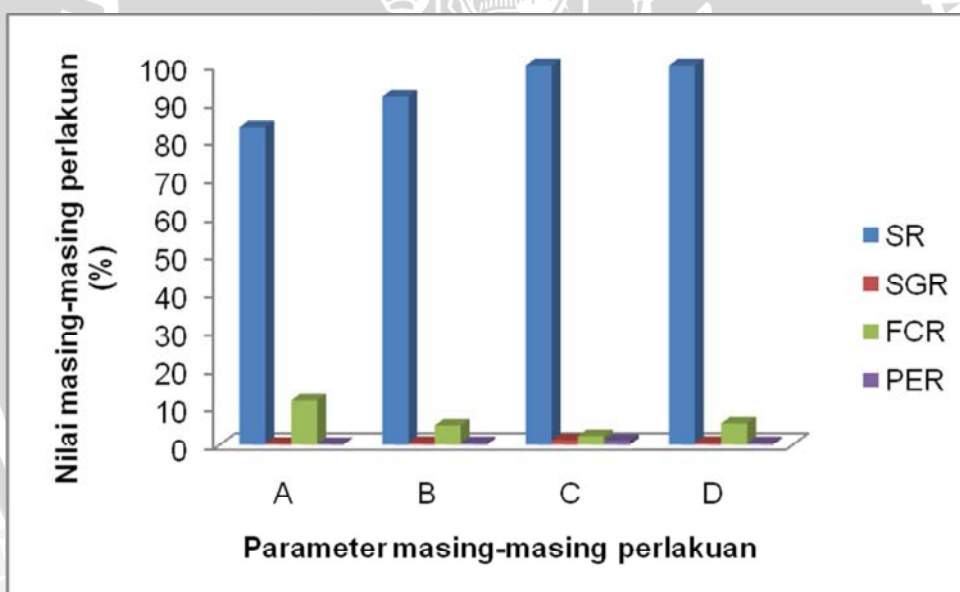
Untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan *Diatomae* (*Chaetoceros ceratosporum*) dengan dosis yang berbeda terhadap tingkat kelulushidupan dan pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.), maka data yang diperoleh dari hasil penelitian, akan di uji normalitas untuk mengetahui kenormalan dari sebuah data, kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis keragaman (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan rancangan acak lengkap (RAL). Apabila dari data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (*significant*) atau berbeda sangat nyata (*highly significant*) ( $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ ) maka untuk membandingkan nilai antar perlakuan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Dari uji ini dilanjutkan dengan analisis regresi untuk mengetahui uji respon.

## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan statistik yang dilakukan dari masing-masing parameter pengamatan menggunakan parameter pengamatan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Hasil pengamatan selama penelitian dari masing-masing parameter dapat di lihat pada Tabel 4 dan Gambar 6 di bawah ini.

**Tabel 4. Nilai parameter masing-masing perlakuan**

Perlakuan	SR (%)	SGR (% BB/hari)	FCR	PER
A	83,33 <sup>a</sup>	0,27 ± 0,10 <sup>a</sup>	11,60 ± 3,60 <sup>b</sup>	0,23 ± 0,08 <sup>a</sup>
B	91,67 <sup>a</sup>	0,57 ± 0,04 <sup>b</sup>	5,07 ± 0,24 <sup>a</sup>	0,50 ± 0,03 <sup>b</sup>
C	100 <sup>a</sup>	1,20 ± 0,07 <sup>c</sup>	2,35 ± 0,13 <sup>a</sup>	1,10 ± 0,06 <sup>c</sup>
D	100 <sup>a</sup>	0,53 ± 0,06 <sup>b</sup>	5,61 ± 0,65 <sup>a</sup>	0,46 ± 0,06 <sup>b</sup>



**Gambar 6. Rerata masing-masing parameter**

### 4.1 Kelulushidupan / Survival Rate (SR)

Kelulushidupan adalah perbandingan antara jumlah individu yang hidup pada akhir percobaan dengan jumlah individu yang hidup pada awal percobaan. Data hasil parameter utama kelulushidupan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dapat dilihat pada Tabel 5 dan Lampiran 6.

**Tabel 5. Data kelulushidupan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) (%)**

Perlakuan	Ulangan			Total	R	Rata-Rata
	1	2	3			
A	75	75	100	250	3	83,33
B	75	100	100	275	3	91,67
C	100	100	100	300	3	100
D	100	100	100	300	3	100
<b>Total</b>				<b>990</b>	<b>12</b>	

Nilai kelulushidupan udang windu di akhir penelitian berkisar antara 83,33 – 100%. Data pada Tabel 5 di analisis menggunakan SPSS 15, menunjukkan data menyebar normal dapat dilihat pada Lampiran 5. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kelulushidupan maka dilakukan perhitungan statistik Lampiran 6 dan didapatkan hasil sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Sidik ragam kelulushidupan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) (%)**

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	572,92	191	1,833 <sup>ns</sup>	4,07	7,59
Acak	8	833,33	104,2			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>1406,3</b>				

Keterangan : ns : tidak berbeda nyata

Hasil perhitungan sidik ragam menunjukkan bahwa pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kelulushidupan udang windu.

Persentase kelulushidupan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dapat dipengaruhi oleh faktor abiotik seperti kemampuan menyesuaikan diri dengan lingkungan, penanganan manusia, padat tebar, kompetitor, umur serta ada atau tidaknya predator. Dengan padat tebar 4 ekor per akuarium yang berukuran 45x45x45 cm<sup>3</sup> merupakan padat tebar yang sesuai untuk udang windu hal ini dikarenakan apabila terlalu padat akan mengakibatkan kelangsungan hidup



rendah akibat kanibalisme. Menurut Kordi (2010), dalam budidaya sistem intensif padat penebarannya antara 20 – 40 ekor/m<sup>2</sup>.

Hal ini didukung oleh pernyataan Fujimura dan Okimoto (1970) dalam Sulistyati (1999), menjelaskan bahwa padat penebaran sangat mempengaruhi kelangsungan hidup udang dalam pemeliharaan karena sifatnya yang kanibal. Sifat kanibal pada udang akan timbul akibat kurangnya ketersediaan pakan atau sempitnya ruang gerak akibat kepadatan yang terlalu tinggi.

Kenaikan tingkat kepadatan juga mengakibatkan penurunan kualitas air yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada udang. Penurunan kualitas air ini terlihat dari nilai amonia dan total bahan organik yang semakin tinggi dengan bertambahnya tingkat kepadatan. Menurut Hamsiah (2000), bahwa pada padat penebaran tinggi akan diikuti dengan pemberian pakan buatan yang tinggi pula sehingga dapat menyebabkan penumpukkan bahan organik didasar tambak yang berasal dari sisa-sisa pakan yang tidak termakan dan kotoran yang dikeluarkan oleh udang. Penurunan kualitas air akibat akumulasi bahan organik berupa sisa pakan dan kotoran udang dapat menghambat pertumbuhan udang dan dapat menimbulkan serangan penyakit yang akhirnya mengakibatkan kematian masal pada udang.

Kelulushidupan pada perlakuan B, C dan D menunjukkan hasil yang berbeda dibandingkan dengan kontrol tanpa pemanfaatan *Diatomae* (*Chaetoceros ceratosporum*) pada perlakuan A. Kelulushidupan tertinggi sebesar 100% diperoleh pada pemanfaatan *Chaetoceros ceratosporum* dalam formula pakan sebesar 6,08% dan 9,12%. Hal ini menandakan bahwa pemanfaatan *Chaetoceros ceratosporum* dalam formula pakan berperan dalam peningkatan daya tahan udang windu. Diduga *Chaetoceros ceratosporum* mengandung  $\beta$ -(1-3)-glucans yang berperan untuk peningkatan sistem kekebalan tubuh. Storseth,

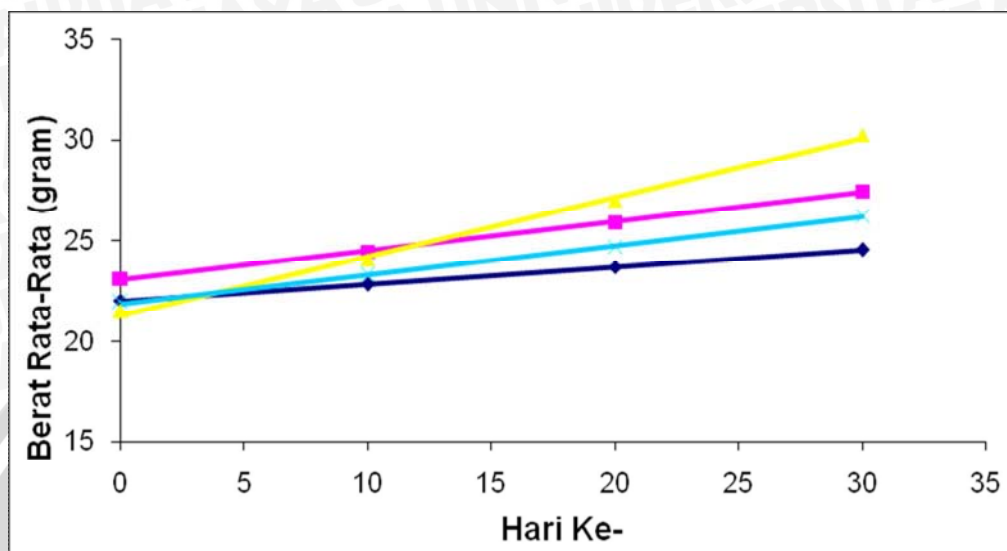
*et al* (2004 ; 2005) telah membuktikan adanya struktur  $\beta$ -D-(1-3)-glucan pada *Chaetoceros mulleri*. Selanjutnya *Storseth, et al* (2006) membuktikan struktur  $\beta$ -D-(1-3,1-6)-glucan pada *Chaetoceros debilis*. Dari hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa jenis diatom yang berbeda memiliki struktur  $\beta$ -D-(1-3)-glucan dan berat molekul yang berbeda. Dari penelitian tersebut juga dijelaskan bahwa pemanfaatan *C. mulleri* dapat meningkatkan kelulushidupan dan pertumbuhan pada larva ikan *Cod*.

Pemberian pakan dilakukan tiga kali sehari yaitu pagi, sore dan malam hari dengan presentase 30% pagi, 30% sore dan 40% malam hari. Frekuensi pemberian pakan yang lebih sering dapat membantu pertumbuhan udang lebih cepat. Sesuai dengan pernyataan Sudarmini dan Sulistiono (1980), jika dilihat dari tingkah laku aktivitas makan, udang dipengaruhi oleh cahaya. Semakin berkurang intensitas cahaya yang masuk, semakin tinggi aktivitas makan dari udang. Oleh karena itu udang dimasukkan dalam kelompok hewan nokturnal. Sesuai dengan pernyataan Kordi (2010), pemberian pakan sedikit demi sedikit namun dengan frekuensi yang lebih sering, udang tidak lekas kenyang dan nafsu makan udang terjaga. Sehingga, jumlah pakan yang dimakan udang bisa lebih banyak sehingga pertumbuhan udang lebih cepat. Persentase pemberian pakan pada malam hari lebih banyak karena udang windu termasuk hewan nokturnal yang aktif pada malam hari.

Pengelolaan pakan sangat penting dalam budidaya udang, bukan saja karena merupakan biaya pengeluaran terbesar, melainkan juga berpengaruh terhadap kualitas air dan lingkungan sekitarnya. Begitu sebaliknya, pakan tidak termanfaatkan dengan baik oleh udang budidaya bila kualitas air tidak mendukung. Artinya pada kualitas air yang buruk, konsumsi udang terhadap pakan juga tidak optimal (Kordi, 2010).

#### 4.2 Laju Pertumbuhan Spesifik / *Specific Growth Rate* (SGR) (%BB/hari)

Data hasil pertumbuhan berat total dan berat rata-rata udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dapat dilihat pada Gambar 7 dan Lampiran 7.



Gambar 7. Pertambahan berat rata-rata udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) selama penelitian

Keterangan :

- ◆ A : Pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) 0% dalam formula pakan
- B : Pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) 3,04% dalam formula pakan
- ▲ C : Pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) 6,08% dalam formula pakan
- × D : Pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) 9,12% dalam formula pakan

Selanjutnya data pertumbuhan udang windu di analisis untuk mendapatkan nilai laju pertumbuhan spesifik pada Tabel 7 dan Lampiran 10.

Tabel 7. Data laju pertumbuhan spesifik udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) (% BB/hari)

Perlakuan	Ulangan			Total	r	Rata-Rata
	1	2	3			
A	0,37	0,27	0,17	0,81	3	0,27
B	0,57	0,6	0,53	1,7	3	0,57
C	1,13	1,2	1,27	3,6	3	1,2
D	0,6	0,5	0,5	1,6	3	0,53
Total				7,71	12	

Dari hasil analisis menggunakan SPSS 15, data pada Tabel 7 menunjukkan data menyebar normal pada Lampiran 9. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap laju pertumbuhan spesifik maka dilakukan perhitungan statistik pada Lampiran 10 dan didapatkan hasil sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 8.

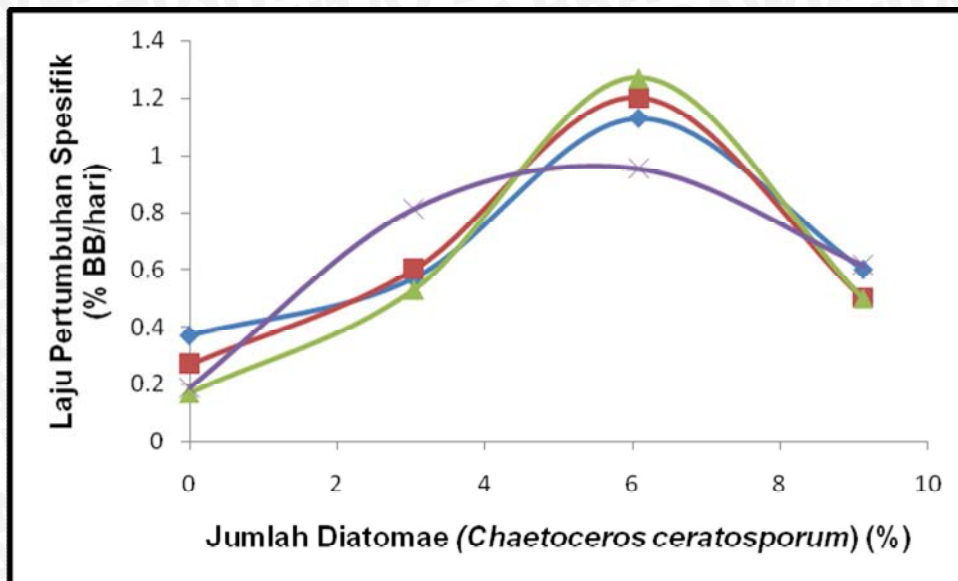
**Tabel 8. Sidik ragam laju pertumbuhan spesifik udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) (% BB/hari)**

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	1,41	0,47	109,621**	4,07	7,59
Acak	8	0,0343	0,004288			
Total	11	1,4443				

Keterangan : \*\* : Berbeda Sangat Nyata

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 8 dan Lampiran 10 menunjukkan bahwa pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan sangat memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dimana F hitung lebih besar dari F tabel 5% dan F tabel 1%. Untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada Lampiran 10, uji BNT tersebut adalah membandingkan nilai antar perlakuan dengan nilai rerata pada perlakuan yaitu perlakuan C berbeda sangat nyata dengan perlakuan A, B dan D, namun perlakuan B tidak berbeda nyata dengan perlakuan D.

Dari hasil uji BNT dilanjutkan dengan analisis regresi untuk mengetahui uji respon atau untuk mengetahui hubungan antar tiap perlakuan. Untuk mengetahui hubungan antara pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan terhadap laju pertumbuhan spesifik udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) maka dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Hubungan antara pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) terhadap laju pertumbuhan spesifik udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dalam formula pakan

Keterangan :

- ◆ : Ulangan 1
- : Ulangan 2
- ▲ : Ulangan 3
- × : Hasil analisis polinomial ortogonal

Hubungan antara persentase jumlah Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan terhadap laju pertumbuhan spesifik udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) (%BB/hari) menunjukkan persamaan kuadratik  $y = 0,18817 + 0,37190X - 0,0261X^2$  dengan nilai  $R^2 = 0,95$ . Dari hasil persamaan tersebut, didapatkan nilai perlakuan maksimum pada dosis *Chaetoceros ceratosporum* 5,46% dengan nilai laju pertumbuhan spesifik 0,96 %BB/hari.

Menurut Mudjiman (2004), jumlah energi yang digunakan untuk pertumbuhan tergantung pada jenis ikan, umur, kondisi lingkungan dan komposisi makanan. Hewan yang berukuran kecil umumnya mempunyai laju metabolisme yang lebih tinggi dibandingkan hewan dewasa.

Berdasarkan Tabel 7, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata laju pertumbuhan spesifik udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) selama penelitian berkisar antara

0,27 – 1,2 %BB/hari. Dari hasil uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada Lampiran 10 diperoleh hasil bahwa perlakuan C dengan jumlah *Diatomae* 6,08% dalam formula pakan memberikan laju pertumbuhan spesifik yang terbaik jika dibandingkan dengan perlakuan B dengan dosis *Diatomae* sebanyak 3,04% dalam formula pakan dan perlakuan D dengan dosis *Diatomae* sebanyak 9,12% dalam formula pakan serta perlakuan A dengan dosis *Diatomae* 0% dalam formula pakan.

Diduga bahwa dengan meningkatnya jumlah *Diatomae* (*Chaetoceros ceratosporum*) akan mempercepat laju pertumbuhan spesifik udang windu. Namun, pada tingkatan jumlah *Diatomae* yang tinggi juga mengalami penurunan laju pertumbuhan spesifik. Hal ini diduga karena di dalam tubuh makhluk hidup termasuk udang bersifat homeostatis, dimana tubuh masih dapat menerima asupan dari luar seperti pakan yang masih sesuai dengan kondisi di dalam tubuh, jika asupan pakan dari luar yang berlebihan maka tubuh akan sulit untuk menerima asupan tersebut. Menurut Wilson (2003), sejumlah mekanisme homeostatis bekerja tidak hanya untuk mempertahankan konsentrasi elektrolit dan osmotik cairan tubuh, tetapi juga volume cairan tubuh total. Keseimbangan cairan tubuh dan elektrolit normal terjadi akibat keseimbangan dinamis antara makanan dan minuman yang masuk dengan keseimbangan yang melibatkan sejumlah besar sistem organ. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Siagian (2004), bahwa homeostatis pada dasarnya adalah untuk menstabilkan cairan disekitar sel-sel organisme multisel yaitu cairan ekstrasel, yang merupakan *interface* antara sel dan lingkungan luar. Sel-sel tubuh harus mengandung zat-zat terlarut tertentu dalam kadar atau dosis tertentu demi kelangsungan proses-proses dalam sel.

Selain dikarenakan oleh sifat homeostasis pada udang, pakan perlakuan C mengandung sumber energi yang sesuai untuk udang windu (*Penaeus monodon*

Fab.). Sumber energi tersebut berasal dari karbohidrat tepung *Diatomae* (*Chaetoceros ceratosporum*) yang merupakan sumber energi yang dapat menggantikan sumber energi dari protein. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hemre, Mommsen dan Kroghdal (2002), karbohidrat merupakan sumber energi yang dapat menggantikan sumber energi protein. Selain itu sumber karbohidrat juga digunakan untuk menjaga stabilitas kandungan air pada pakan ikan dan udang.

Salah satu syarat yang dapat menunjang pertumbuhan adalah pakan harus sesuai dengan kebutuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.). Jika dilihat dari segi pemanfaatan *Diatomae* (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan udang windu kebutuhannya masih sesuai yaitu optimumnya 9,12% (dalam bentuk tepung). Hal ini sesuai dengan pernyataan Sumadnyani (2011), bahwa penggunaan diatom untuk pakan alami larva udang windu dimulai sebelum larva mencapai stadia Zoea-1 (Z-1). Kebutuhan diatom berbeda pada setiap stadia. Pada stadia Zoea-1,2,3 masing-masing sebanyak 5.000,10.000 dan 15.000 sel/ml. Pada stadia Mysis 1, 2, 3 masing-masing sebanyak 20.000, 30.000 dan 40.000 sel/ml. Pada stadia PL-1 sampai PL-5 sebanyak 35.000 sel/ml.

#### **4.3 Rasio Konversi Pakan / Feed Conversion Ratio (FCR)**

Rasio konversi pakan merupakan salah satu parameter efisiensi pemberian pakan dengan membandingkan antara jumlah pakan yang diberikan dengan pertambahan berat badan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) selama penelitian. Data jumlah pemberian pakan udang windu selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 12, kemudian data dianalisis untuk mendapatkan nilai rasio konversi pakan (*feed conversion ratio*) yang dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9. Data rasio konversi pakan pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)**

Perlakuan	Ulangan			Total	r	Rata-Rata
	1	2	3			
A	8,23	11,16	15,39	34,78	3	11,59
B	5,08	4,83	5,31	15,22	3	5,07
C	2,49	2,32	2,24	7,05	3	2,35
D	4,88	5,84	6,10	16,82	3	5,61
Total				73,87	12	

Dari hasil analisis dengan menggunakan SPSS 15, data pada Tabel 9 menunjukkan data menyebar normal Lampiran 13. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap rasio konversi pakan maka dilakukan perhitungan statistik Lampiran 14 dan didapatkan hasil sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10. Sidik ragam rasio konversi pakan pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)**

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	136,57	45,52			
Acak	8	26,89	3,36	13,54**	4,07	7,59
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>163,64</b>				

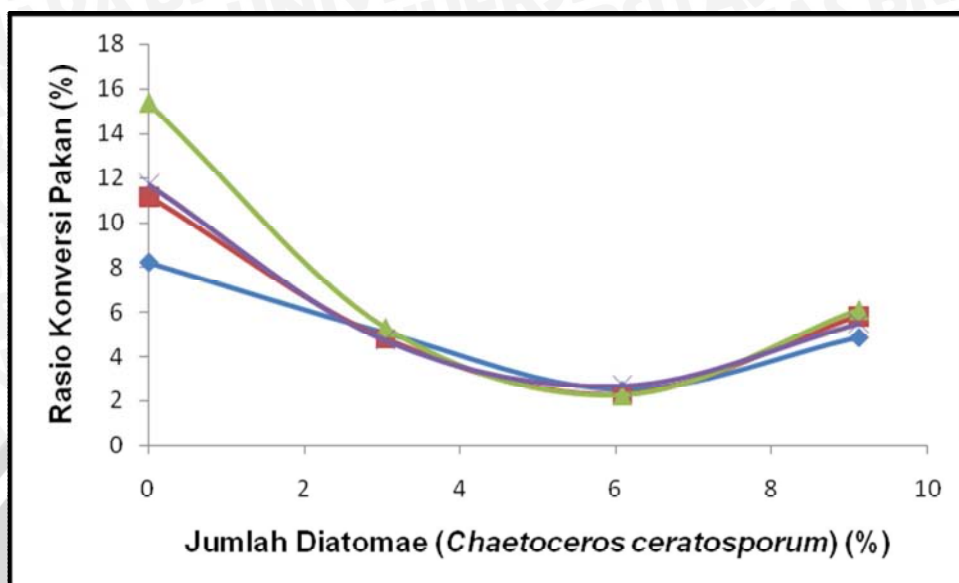
Keterangan : \*\* : Berbeda Sangat Nyata

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 10 dan Lampiran 13 menunjukkan bahwa pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan sangat memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap rasio konversi pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dimana F hitung lebih besar dari F tabel 5% dan F tabel 1%. Untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada Lampiran 13, uji BNT tersebut bertujuan untuk membandingkan nilai antar perlakuan dengan nilai rerata pada perlakuan.

Dari uji BNT dilanjutkan dengan analisis regresi untuk mengetahui uji respon. Untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan persentase yang berbeda pada pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam



formula pakan terhadap rasio konversi pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.), maka dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Hubungan antara pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) terhadap rasio konversi pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dalam formula pakan

Keterangan :

- ◆ : Ulangan 1
- : Ulangan 2
- ▲ : Ulangan 3
- × : Hasil analisis polinomial orthogonal

Hubungan antara persentase pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan terhadap rasio konversi pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dapat menunjukkan sebuah persamaan kuadrat  $y = 11,70250 - 3,09238X + 0,2645X^2$  dengan nilai  $R^2 = 0,73$ . Dari hasil persamaan tersebut, didapatkan nilai perlakuan minimum pada dosis *Chaetoceros ceratosporum* 5,85% dengan nilai rasio konversi pakan 2,66.

Dari hasil uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada Lampiran 14 diperoleh hasil bahwa perlakuan C dengan pemanfaatan *Chaetoceros ceratosporum* 6,08% dalam formula pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) memberikan rasio konversi pakan yang terbaik yaitu rendah jika dibandingkan dengan perlakuan B dengan dosis 3,04% dan diikuti oleh perlakuan D dengan dosis 9,12% serta

perlakuan A dengan dosis 0% atau sebagai kontrol (tanpa penambahan *Chaetoceros ceratosporum*). Semakin kecil nilai rasio konversi pakannya, maka semakin baik kualitas pakan tersebut. Sesuai dengan pernyataan Hariati (1989), mengatakan tingkat efisiensi penggunaan pakan yang terbaik akan dicapai pada nilai perhitungan konversi pakan terendah, dimana pada perlakuan tersebut kondisi kualitas pakan lebih baik dari perlakuan yang lain.

Peningkatan nilai rasio konversi pakan disebabkan oleh tingginya nutrisi yang tidak dimanfaatkan secara optimal oleh tubuh udang windu. Berdasarkan aspek nutrisi dan kimiawi, pakan harus mempunyai kandungan nutrisi yang lengkap, seimbang komposisinya dan sesuai dengan kebutuhan udang windu yang dibudidayakan. Selain itu, ukuran, bentuk, warna, aroma, tekstur, daya apung dan daya tahan pakan buatan di dalam air perlu disesuaikan dengan kebutuhan udang windu agar mendapat respon yang baik.

Menurut NRC (1993), besar kecilnya rasio konversi pakan dipengaruhi oleh beberapa faktor tetapi yang terpenting adalah kualitas dan kuantitas pakan, spesies, ukuran dan kualitas air. Nilai konversi pakan yang rendah menunjukkan pemanfaatan pakan yang lebih baik dan pakan yang diserap oleh tubuh digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan. Peningkatan nilai konversi pakan disebabkan oleh tingginya nutrisi yang tidak dimanfaatkan secara optimal oleh tubuh atau dengan kata lain terbuang dalam bentuk feses.

Kemampuan udang windu untuk mencerna pakan buatan sangat tergantung pada pakan yang diberikan, kondisi lingkungan dan kandungan enzim yang dimiliki. Menurut Afrianto dan Liviawaty (2005), penerimaan ikan terhadap pakan yang diberikan akan rendah apabila ikan tidak menyukai pakan tersebut. Dua hal yang harus dicermati apabila ikan tidak mau menerima pakan buatan yang diberikan, kemungkinan pertama, ikan tidak mampu mencerna pakan

buatan tersebut, kedua, bahwa formula pakan buatan tersebut menghasilkan kenampakan aroma, tekstur dan cita rasa yang kurang disukai.

#### 4.4 Rasio Efisiensi Protein / Protein Efficiency Protein (PER)

Rasio efisiensi protein merupakan perbandingan antara pertambahan berat badan udang windu dengan konsumsi protein. Data rasio efisiensi protein dapat dilihat pada Lampiran 16, dari hasil perhitungan rasio efisiensi protein udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11. Data rasio efisiensi protein pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)**

Perlakuan	Ulangan			Total	r	Rata-Rata
	1	2	3			
A	0,31	0,23	0,16	0,70	3	0,23
B	0,50	0,52	0,47	1,49	3	0,50
C	1,04	1,12	1,15	3,31	3	1,10
D	0,53	0,44	0,42	1,39	3	0,46
Total				6,89		

Dari hasil analisis dengan menggunakan SPSS 15, data pada Tabel 11 menunjukkan data menyebar normal Lampiran 17, dan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap rasio efisiensi protein maka dilakukan perhitungan statistik Lampiran 18 dan didapatkan hasil sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 12.

**Tabel 12. Sidik ragam rasio efisiensi protein pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)**

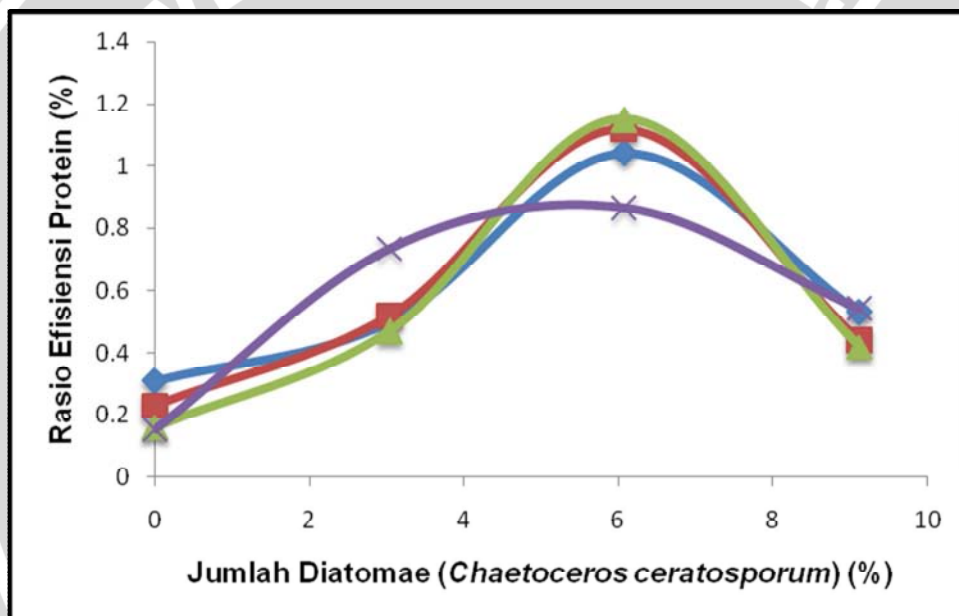
Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	1,24	0,41	128,19**	4,07	7,59
Acak	8	0,03	0,00375			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>1,27</b>				

Keterangan : \*\* : Berbeda Sangat Nyata

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 12 dan Lampiran 18 menunjukkan bahwa pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan sangat memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap rasio

efisiensi protein udang windu (*Penaeus monodon* Fab.), dimana F hitung lebih besar dari F tabel 5% dan 1%. Untuk mengetahui tingkat perbedaan masing-masing perlakuan maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada Lampiran 16.

Dari uji BNT dilanjutkan dengan analisis regresi untuk mengetahui uji respon. Untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan persentase yang berbeda pada pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan terhadap rasio efisiensi protein udang windu (*Penaeus monodon* Fab.), maka dapat dilihat pada Gambar 10.



**Gambar 10.** Hubungan antara pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) terhadap rasio efisiensi protein udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dalam formula pakan

Keterangan :

- ◆ : Ulangan 1
- : Ulangan 2
- ▲ : Ulangan 3
- × : Hasil analisis polinomial ortogonal

Hubungan antara persentase pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan terhadap rasio efisiensi protein udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) menunjukkan sebuah persamaan kuadratik

$y = 0,15383 + 0,26552X - 0,0244X^2$  dengan nilai  $R^2 = 0,96$ . Dari hasil persamaan tersebut, didapatkan nilai perlakuan maksimum pada dosis 5,43% *Chaetoceros ceratosporum* dengan nilai rasio efisiensi protein sebesar 0,87.

Dari hasil uji BNT pada Lampiran 18 diperoleh hasil bahwa perlakuan C dengan pemanfaatan Diatomae sebesar 6,08% dalam formula pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) memberikan rasio efisiensi protein yang terbaik jika dibandingkan dengan perlakuan B dengan dosis 3,04% dan diikuti oleh perlakuan D dengan dosis 9,12% serta perlakuan A dengan dosis 0% atau sebagai kontrol (tanpa penambahan *Chaetoceros ceratosporum*).

Berdasarkan Tabel 10. nilai rasio efisiensi protein pada udang windu berkisar antara 0,23-1,10. Tinggi rendahnya nilai rasio efisiensi protein dipengaruhi oleh kualitas protein pakan tersebut. Semakin tinggi nilai rasio efisiensi protein maka kualitas protein pakan tersebut semakin baik sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhan udang windu.

Energi yang berasal dari karbohidrat sangat dibutuhkan oleh udang windu untuk pembakar dalam proses metabolisme dan juga fungsi lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kordi (2010), karbohidrat bagi udang selain diperlukan sebagai pembakar dalam proses metabolisme, juga diperlukan dalam sintesis khitin dalam kulit keras. Sebagian energi tersebut akan digunakan untuk proses osmoregulasi dan proses penyesuaian suhu lingkungan. Kekurangan kandungan energi dalam tubuh akan berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan aktivitas kehidupan udang.

Pemanfaatan energi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti level energi yang dikonsumsi, nilai cerna, kandungan energi dalam pakan serta kondisi fisiologis ikan.

#### 4.5 Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan suatu usaha budidaya. Pengelolaan kualitas air dengan cara mengkondisikan air sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan fisik dan kimiawi bagi kehidupan dan pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang dipelihara. Kisaran kualitas air selama penelitian udang windu dapat dilihat pada Tabel 13 di bawah ini.

**Tabel 13. Kisaran hasil pengukuran parameter kualitas air media penelitian udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) selama penelitian**

Perlakuan	Parameter Kualitas Air				
	Suhu (°C)		pH	DO mg/L	NH <sub>3</sub> mg/L
	Pagi	Sore			
A	28-29	28-29	7,84-8,44	5,4-6,5	0,018-0,038
B	28-29	28-29	7,81-8,45	5,5-5,7	0,018-0,044
C	28-29	28-29	7,77-8,25	6-6,5	0,012-0,026
D	28-29	28-29	7,67-8,21	5,6-6	0,014-0,044

##### 4.5.1 Suhu

Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme baik di lautan maupun di perairan tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut. Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menekan kehidupan hewan budidaya bahkan menyebabkan kematian bila peningkatan suhu drastis.

Data hasil pengukuran suhu pagi dan sore hari selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 19. Hasil pengukuran suhu pada masing-masing perlakuan di peroleh pada kisaran pagi hari 28-29 °C dan sore hari 28-29 °C. Menurut Amri (2003), menyatakan bahwa suhu atau temperatur merupakan salah satu faktor penentu kehidupan udang windu. Kisaran suhu air tambak yang baik bagi

kehidupan udang windu adalah 25 – 30 °C. Perubahan suhu yang bias ditoleransi tidak lebih dari 2 °C. hal tersebut diperkuat dengan pernyataan Sumeru dan Suzy (2005), bahwa udang windu membutuhkan kisaran suhu antara 25 – 32 °C agar dapat hidup dan tumbuh secara normal.

#### **4.5.2 Derajat Keasaman (pH)**

Data hasil pengukuran derajat keasaman (pH) pagi dan sore hari selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 20. Hasil pengukuran pH pada masing-masing perlakuan diperoleh pada kisaran 7,67 - 8,45, dimana kisaran pH tersebut masih dalam kondisi normal untuk pemeliharaan udang windu. Menurut Amri (2003), nilai pH normal untuk tambak udang windu adalah 6 – 9. Nilai pH diatas 10 dapat membunuh udang, sementara nilai pH di bawah 5 mengakibatkan pertumbuhan udang terhambat. Hal tersebut diperkuat dengan pernyataan Sumeru dan Suzy (2005), untuk pertumbuhan udang windu memerlukan kisaran pH 7,4 – 8,5 dan akan mematikan bila pH mencapai angka terendah 6 dan tertinggi 9.

Menurut Kordi (2010), Pengaruh langsung dari pH rendah pada udang antara lain udang menjadi keropos dan terlalu lembek karena tidak dapat membentuk kulit baru. pH 6,4 menurunkan laju pertumbuhan sebesar 60%. Sebaliknya, pH tinggi menyebabkan peningkatan kadar amonia, sehingga secara tak langsung membahayakan udang.

#### **4.5.3 Oksigen Terlarut (DO)**

Udang windu membutuhkan oksigen guna pembakaran bahan bakarnya (makanan) untuk menghasilkan aktivitas, seperti aktivitas berenang, pertumbuhan, reproduksi dan sebaliknya. Oleh karena itu, ketersediaan oksigen bagi udang menentukan lingkaran aktivitasnya, konversi pakan, demikian juga laju pertumbuhan bergantung pada oksigen, dengan ketentuan faktor kondisi lainnya adalah optimum. Karena itu, kekurangan oksigen dalam air dapat

mengganggu kehidupan udang, termasuk kepesatan pertumbuhannya. Menurut Poemomo (1997), jika kadar oksigen terlarut sebesar 2,1 mg/l pada suhu 30 °C dalam kondisi kualitas air terpenuhi, udang windu sudah mulai memperlihatkan gejala abnormal yaitu berenang di permukaan air. Pada kadar oksigen terlarut sebesar 3 mg/l dalam jangka panjang, keadaan demikian akan mempengaruhi pertumbuhan udang.

Data hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 22. Hasil pengukuran DO pada masing-masing perlakuan diperoleh pada kisaran 5,4 – 6,5 mg/L. menurut Buwono (1993), batas minimum oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk budidaya udang windu adalah 4,5 ppm.

#### 4.5.4 Amonia

Bagi udang windu, amonia merupakan racun yang dapat menyebabkan kematian. Amonia berasal dari sisa-sisa pakan yang membentuk dalam media pemeliharaan yang airnya tidak mengalir. Untuk mengurangi kadar amonia dapat dilakukan dengan melakukan penyiponan sisa-sisa pakan yang dalam media pemeliharaan. Data hasil pengukuran amonia ( $\text{NH}_3$ ) selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 23. Hasil pengukuran amonia pada masing-masing perlakuan diperoleh pada kisaran 0,012 – 0,044 mg/L. Menurut Murachman (2001), bahwa kadar amonia yang kurang dari 0,1 ppm tidak membahayakan udang yang dipelihara. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Amri (2003), agar udang tumbuh cukup baik, amonia yang terdapat di dalam air tambak tidak boleh lebih dari 0,1 ppm.

Pengaruh langsung dari kadar amonia tinggi yang belum mematikan ialah rusaknya jaringan insang, dimana lempeng insang membengkak sehingga fungsinya sebagai alat pernafasan akan terganggu. Sebagai akibat lanjut, dalam keadaan kronis udang tidak lagi hidup normal (Kordi, 2010).



## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang pengaruh pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.), dapat diambil kesimpulan bahwa :

- Pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan tidak memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kelulushidupan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.), namun memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan dan rasio efisiensi protein udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)
- Pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terbaik untuk laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan dan rasio efisiensi protein masing-masing adalah 5,46%, 5,85% dan 5,43%.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disarankan bahwa pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan untuk mendapatkan kelulushidupan dan pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) terbaik berkisar antara 5,43% sampai 5,85%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2002. **Budidaya fitoplankton dan zooplankton**. Balai Budidaya Laut Lampung. 13 hal.
- Anonymous. 2010. **Udang windu**. <http://tambakblog.blogspot.com>. Diakses tanggal 5 Desember 2010.
- Anonymous. 2010. **Klasifikasi *Chaetoceros ceratosporum***. <http://sn2000.taxonomy.com> . Diakses tanggal 5 Desember 2010.
- Afrianto, E dan Liviawaty. 2005. **Pakan Ikan**. Kanisius. Yogyakarta. 148 hal.
- Abun. 2006. **Bioproses limbah udang windu melalui tahapan deproteinasi dan demineralisasi terhadap protein dan mineral terlarut**. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran. Jatinangor.
- Amri, K. 2003. **Budidaya Udang Windu Secara Intensif**. Agromedia Pustaka. Jakarta. 98 hal.
- Barus. T. A. 2002. **Pengantar Limnologi**. Universitas Sumatera Utara. Medan. 164 hal.
- Boyd, C. E. 1982. **Water Quality Management for Pond Fish Culture**. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 481 page.
- Buwono, I. D. 1993. **Tambak Udang Windu: Sistem Pengelolaan Berpola Intensif**. Kanisius. Yogyakarta. 149 hal.
- \_\_\_\_\_. 2000. **Kebutuhan Asam Amino Essensial dalam Ransum Pakan Ikan**. Kanisius. Yogyakarta. 55 hal.
- Cahyaningsih. S, Muchtar. A.N.M, Purnomo. S.J, Kusumaningrum. I, Pujiati, Haryono. A, Slamet dan Asniar. 2010. **Produksi Pakan Alami**. Kementerian Kelautan dan Perikanan direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Budidaya Air Payau Situbondo. Situbondo. 35 hal.
- Cie Wie, K. L. 2006. **Pembenihan Lobster Air Tawar**. Agromedia Pustaka. Jakarta. 102 hal.
- Effendie, M. I. 1997. **Biologi Perikanan**. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 hal.
- Gusrina. 2008. **Budidaya Ikan**. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 492 hal.
- Hadadi. A, Herry, Setyorini, Surahman. A, dan Ridwan. E. 2009. **Pemanfaatan limbah sawit untuk bahan pakan ikan**. <http://www.ismailfish.blogspot.com>. Diakses tanggal 17 Mei 2011.

- Hamsiah, 2000. **Peranan Keong Bakau (*Telescopium-telescopium* L.) Sebagai Biofilter dalam Pengelolaan Limbah Budidaya Udang Intensif.** Thesis Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 77 hal.
- Hariati, A. M. 1989. **Makanan Ikan.** NUFFIC/UNIBRAW/LUW/FISH. Universitas Brawijaya. Malang. 155 hal.
- Hemre, G.I., T.P. Mommsen and A. Krogdahl. 2002. **Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes.** *Aquaculture Nutrition*, 8:175-194.
- Isnansetyo, A dan Kurniastuty. 1995. **Teknik Budidaya Phytoplankton dan Zooplankton.** Kanisius. Yogyakarta. 111 hal.
- Kordi, M. G. 2010. **Pakan Udang.** Akademia. Jakarta. 223 hal.
- Lukito, A dan Surip P. 2007. **Panduan Lengkap Lobster Air Tawar.** Penebar Swadaya. Jakarta. 292 hal.
- Mandala. 2010. **Persyaratan biologis dan kebiasaan makan udang windu.** <http://www.marine-fish.com>. Diakses tanggal 21 Januari 2011.
- Motoh, H. 1981. **Studies on the fisheries biology of the giant tiger prawn *Penaeus monodon* in the Philippines.** SEAFDEC Aquaculture Department. Technical Report no. 7. Iloilo City. 128 page.
- Mulyani, Y., Mochamad, U. K. A. dan Kiki, H. 2007. **Penggunaan limbah kiambang jenis duckweeds dan azola dalam pakan dan implikasinya pada ikan nilam.** Laporan Penelitian. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjajaran. Tidak diterbitkan. 32 hal.
- Murachman. 2001. **Identifikasi pengaruh faktor lingkungan terhadap pelimpahan mikroorganisme patogen pada udang windu (*Penaeus monodon*) selama pemeliharaan di tambak pantai selat madura, Propinsi Jawa Timur.** *AGRITEK* 9 (2): 912-924.
- Murtidjo, B.A. 2001. **Pedoman Meramu Pakan Ikan.** Kanisius. Yogyakarta. 128 hal.
- Nazir, M. 1988. **Metode Penelitian.** Ghalia Indonesia. Jakarta Timur. 543 hal.
- NRC. 1993. **Nutrient Requirements of Fish.** Nutient Requirements of Domatic. Washington DC. 144 page.
- Nybakken, J.W. 1988. **Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis.** PT. Gramedia. Jakarta. 459 hal.
- Pavasovic, A. 2008. **Evaluation of the nutritional requirements of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*.** Thesis. Queensland University of Technology. 179 page.
- Poernomo, A., 1997. **Peranan Tata Ruang, Desain Interior Kawasan Pesisir dan Pengelolaannya terhadap Kelestarian Budidaya Tambak.** Dalam *Techner*, No. 29, Tahun VI, Jakarta: 18-23.

- Prajitno, A. 2007. **Penyakit Ikan-Udang**. Universitas Negeri Malang Press. Malang. 115 hal.
- Sahwan, M. F. 2001. **Pakan Ikan dan Udang**. Penebar Swadaya. Jakarta. 96 hal.
- Sastrosupadi, A. 2000. **Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian**. Kanisius. Yogyakarta. 276 hal.
- Siagian, M. 2004. **Homeostatis: Keseimbangan yang halus dan dinamis**. Departemen Ilmu Faal. Universitas Indonesia. 4 hal. <http://staff.ui.ac.id-internal130683855/materialhomeostatossms/04.pdf>.
- Soetomo, H.A. 2002. **Teknik budidaya Udang Windu**. Sinar Baru Algensindo. Bandung. 180 hal.
- Sudarmini, E dan B. Sulistiono. 1980. **Udang Windu Biologi dan Perkembangannya**. Balai Budidaya Air Payau Jepara. Jepara.
- Sulistiyati, T. D. 1999. **Pengaruh padat penebaran yang berbeda terhadap kelangsungan hidup (*survival rate*) udang galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) pada tingkat juvenil selama pemeliharaan 30 hari di Balai Induk Udang Galah Pandaan**. Jurnal Penelitian. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya, 4: 11-14.
- Sumadnyani, N.N, N.L.T Aryani, K. Mastranta dan Saifudin. 2011. **Kultur masal diatom sebagai sediaan pakan alami pada pembenihan udang windu (*Penaeus monodon*)**. Riset Perikanan. Gondol. 38 hal.
- Sumeru, S. U dan Suzy, A. 2005. **Pakan Udang Windu (*Penaeus monodon*)**. Kanisius. Yogyakarta. 94 hal.
- Sutaman. 1993. **Petunjuk Praktis Pembenihan Udang Windu Skala Rumah Tangga**. Kanisius. Yogyakarta. 86 hal.
- Sutrisno, E dan Badrus, Z. 2006. **Kemampuan penyerapan eceng gondok terhadap amoniak dalam limbah rumah sakit berdasarkan umur dan lama kontak (studi kasus: RS Panti Wilasa, Semarang)**. Jurnal Presipitasi, 1(1):49-54.
- Storseth, T. R., K. Hansen, J. Skejermo and J. Krane. 2004. **Charaterization of A branched  $\beta$ -D-(1-3)-glucan from marine diatom *Chaetoceros mulleri* by high-resolution magic angle spinning NMR spectroscopy on whole algal cells**. Carbohydrate Research. **339**:421-424.
- \_\_\_\_\_, K. I. Reitan and J. Skejermo. 2005. **Charaterization of A branched  $\beta$ -D-(1-3)-glucans from different growth phases of the marine diatom *Chaetoceros mulleri* and *Thalassiosira weissflogii***. Carbohydrate Research. **340**:1159-1164.

Storseth, T. R., S. Kirkvold, J. Skejermo and K. I. Reitan. 2006. **A branched  $\beta$ -D-(1-3,1-6)-glucan from the marine diatom *Chaetoceros debilis* (Bacillariophyceae) characterized by NMR.** Carbohydrat Research. **341:2108-2114**

Taghnul. 2008. **Mikroalga**. <http://www.Tghnul-blogspot.com>. Diakses tanggal 17 November 2010.

Toro dan Sugiarto. 1979. **Biologi Udang Windu**. Proyek Penelitian Sumberdaya Ekonomi, Lembaga Oceano LIPI. Jakarta. 144 hal.

Triswanto, Y. 2011. **Kultivasi diatom sebagai penghasil biofuel jenis *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira* sp dan *Chaetoceros gracilis* pada sistem indoor dan outdoor**. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 96 hal.

Wilson, L.M dan Sylvia A.P. 2003. **Patosifologi**. Kedokteran EGC. Jakarta. 373 hal.

Zonneveld, N. E. A Huisman dan J.H Boon. 1991. **Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 318 hal.

Zulkifli. 2010. **Konsentrasi nitrat yg berbeda pada media kultur terhadap pertumbuhan *Chaetoceros* sp**. Balai Benih Ikan Pantai (BBIP), Kelurahan Kampal, Kecamatan Parigi Utara, Kabupaten Parigi Moutong, Provinsi Sulawesi Tengah. 7 hal



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Gambar Alat dan Bahan Penelitian



Timbangan Digital



Cetakan Pakan (Pelet)



Gilingan Pakan



Oven



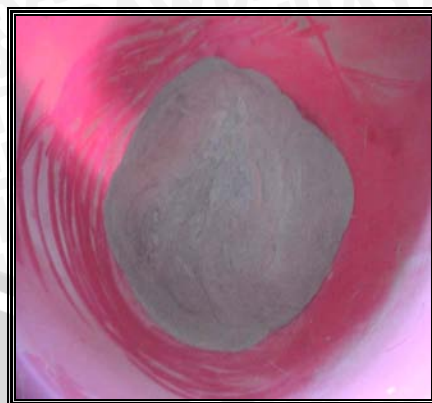
Ayakan



Bahan Pembuatan Pakan



Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)



Tepung Plankton

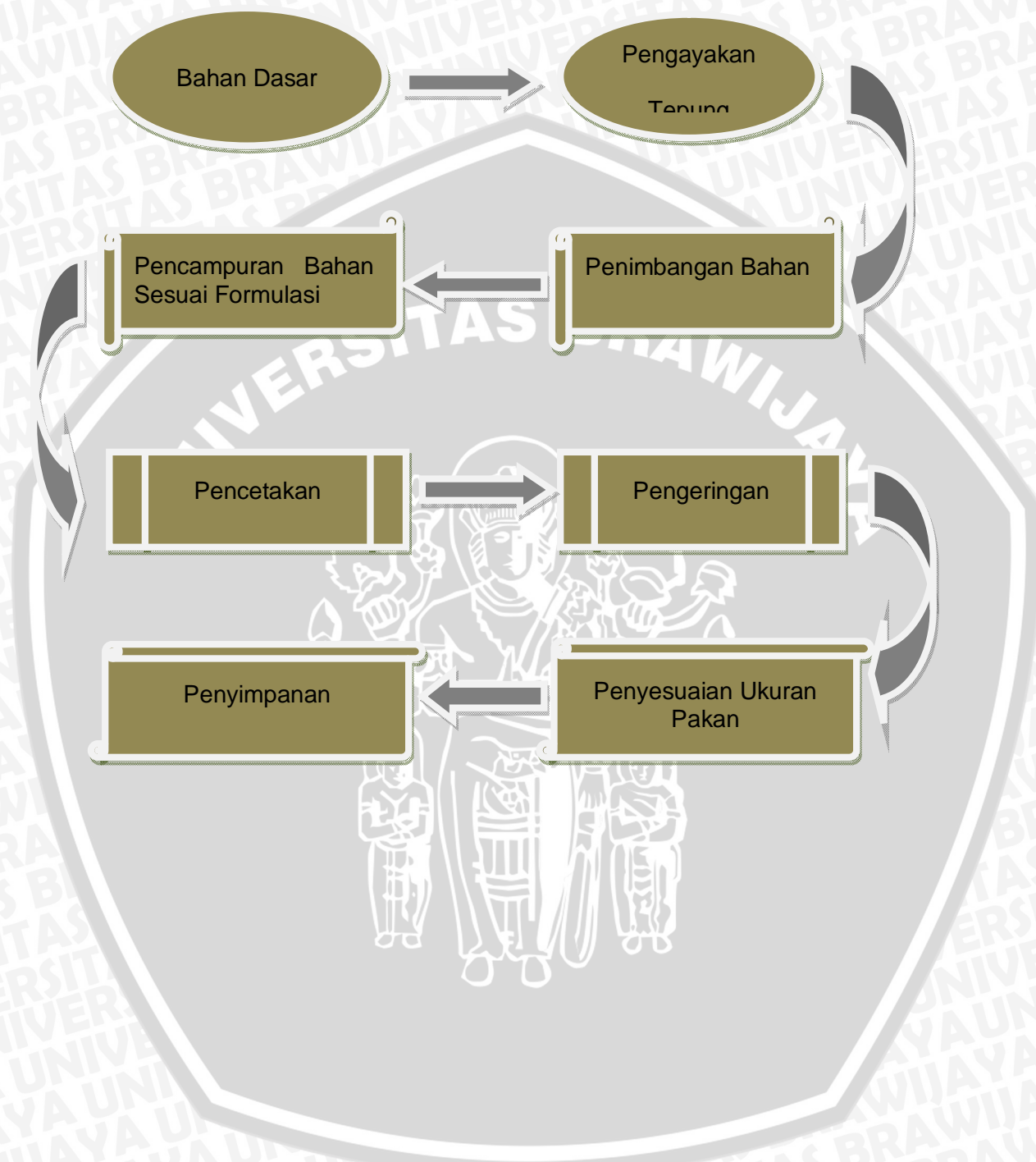


Blender



Akuarium

Lampiran 2. Bagan Pembuatan Ransum Pakan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)



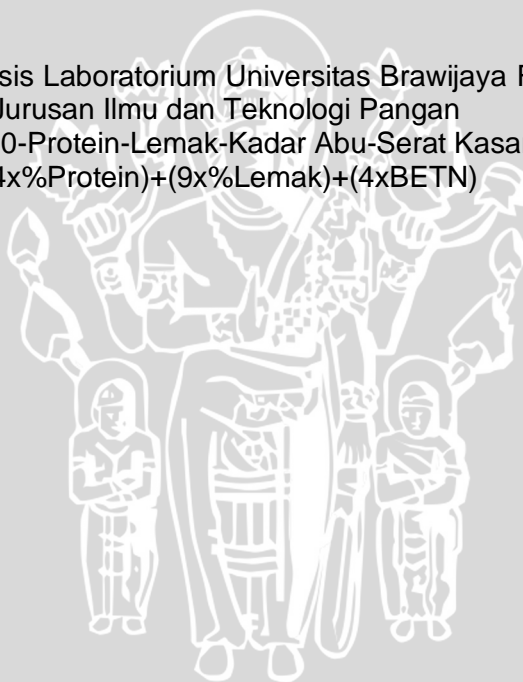


### Lampiran 3. Hasil Analisis Proksimat Pakan Percobaan

Analisis	Pakan Percobaan			
	A (0%)	B (3,04%)	C (6,08%)	D (9,12%)
Air (%)*	10,05	9,79	10,98	10,67
Protein (%)*	39,43	39,7	38,61	38,61
Lemak (%)*	11,22	11,24	11,25	11,26
Kadar Abu (%)*	12,89	14,92	16	17,81
Serat Kasar (%)*	1,61	1,68	1,75	1,82
BETN**	9,61	9,56	9,5	9,44
Energi (kkal/gr)**	297,14	298,2	293,69	293,54

Keterangan :

- \* : Hasil Analisis Laboratorium Universitas Brawijaya Fakultas Teknologi Pertanian Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan
- \*\* : BETN = 100-Protein-Lemak-Kadar Abu-Serat Kasar
- \*\*\* : Energi = (4x%Protein)+(9x%Lemak)+(4xBETN)



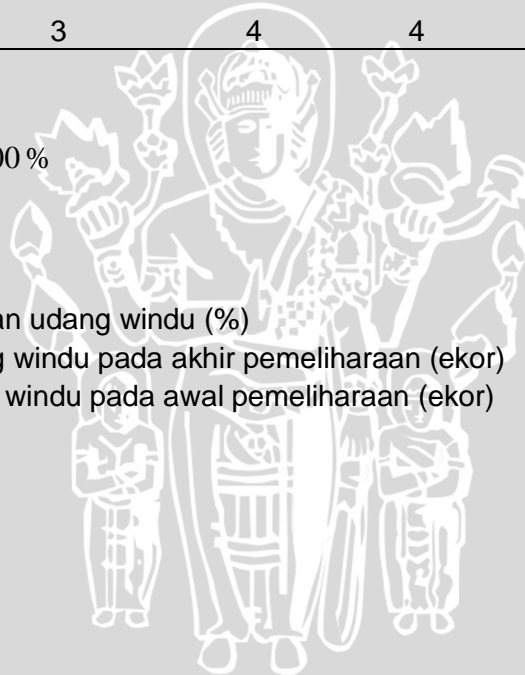
Lampiran 4. Jumlah Udang Windu pada Awal dan Akhir Penelitian Serta Nilai kelulushidupan (SR) (%)

Perlakuan	Ulangan	No	Nt	SR (%)
A	1	4	3	75
	2	4	3	75
	3	4	4	100
B	1	4	3	75
	2	4	4	100
	3	4	4	100
C	1	4	4	100
	2	4	4	100
	3	4	4	100
D	1	4	4	100
	2	4	4	100
	3	4	4	100

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

Keterangan :

- SR : Kelulushidupan udang windu (%)  
 Nt : Jumlah udang windu pada akhir pemeliharaan (ekor)  
 No : Jumlah udang windu pada awal pemeliharaan (ekor)



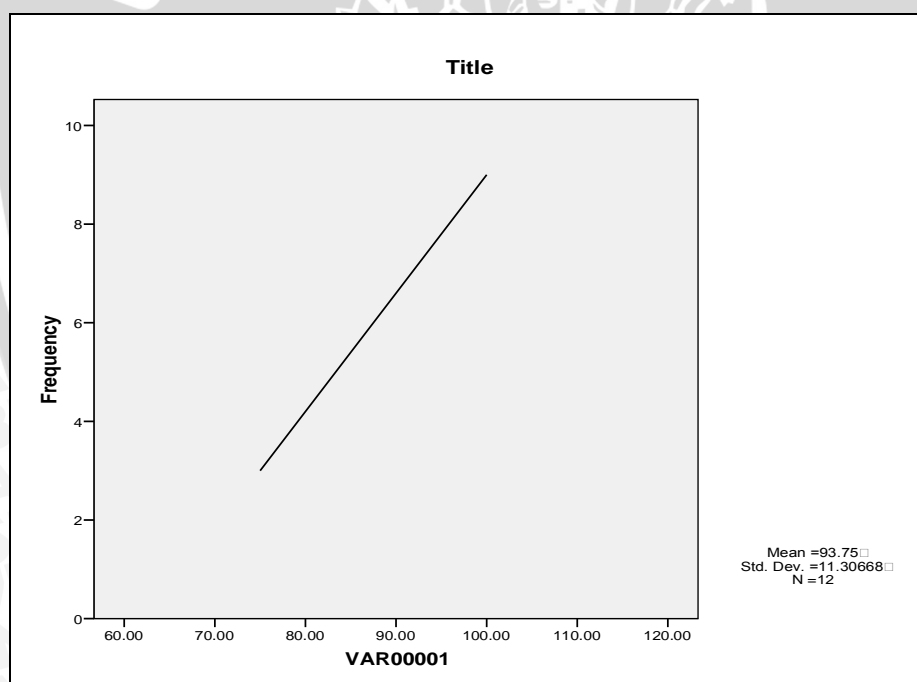
Lampiran 5. Hasil Uji Normalitas Kolmogrof-Smirnov ( $p > 0,05$ )  
 Kelulushidupan (SR) Udang Windu (*Penaeus monodon*  
 Fab.) (%)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

			VAR0000 1
N			12
Normal	Mean		93.7500
Parameters(a,b)	Std. Deviation		11.30668
Most	Extreme	Absolute	.460
Differences	Positive		.290
	Negative		-.460
Kolmogorov-Smirnov Z			1.593
Asymp. Sig. (2-tailed)			.013

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.



Lampiran 6. Perhitungan Statistik Kelulushidupan (SR) Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	r	Rata-Rata
	1	2	3			
A	75	75	100	250	3	83,33
B	75	100	100	275	3	91,67
C	100	100	100	300	3	100
D	100	100	100	300	3	100
<b>Total</b>				<b>1125</b>	<b>12</b>	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n}$$

$$= \frac{1125^2}{12}$$

$$= 105468,75$$

JK Total

$$= A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + D_3^2 - FK$$

$$= 75^2 + 75^2 + 100^2 + \dots + 100^2 - 105468,75$$

$$= 106875 - 105468,75$$

$$= 1406,25$$

JK Perlakuan

$$= \frac{(\sum A^2)}{rA} + \frac{(\sum B^2)}{rB} + \frac{(\sum C^2)}{rC} + \frac{(\sum D^2)}{rD} - FK$$

$$= \frac{(250^2)}{3} + \frac{(275^2)}{3} + \frac{(300^2)}{3} + \frac{(300^2)}{3} - 105468,75$$

$$= 106041,7 - 105468,75$$

$$= 572,916667$$

JK Acak

$$= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 1406,25 - 572,916667$$

$$= 833,333333$$

Sidik Ragam Kelulushidupan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab. )

Sumber						
Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	572,92	191			
Acak	8	833,33	104,2	1,833 <sup>ns</sup>	4.07	7.59
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>1406,3</b>				

Keterangan : ns : tidak berbeda nyata



Lampiran 7. Data Hasil Pertumbuhan Bobot Total dan Bobot Rata-Rata Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) (gram) selama penelitian

perlakuan	Ulangan	Ket.	W0 (gram)	W10 (gram)	W20 (gram)	W30 (gram)
A	1	a	88,16	91,36	94,72	73,62
		b	22,04	22,84	23,68	24,54
	2	a	85,48	87,76	90,12	69,42
		b	21,37	21,94	22,53	23,14
	3	a	85,88	87,56	89,28	91
		b	21,47	21,89	22,32	22,75
<b>Biomasa</b>		<b>a</b>	<b>86,51</b>	<b>88,89</b>	<b>91,37</b>	<b>78,01</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>b</b>	<b>21,63</b>	<b>22,22</b>	<b>22,84</b>	<b>23,48</b>
B	1	a	92,4	97,88	103,64	82,32
		b	23,1	24,47	25,91	27,44
	2	a	89,64	95,2	101,12	107,4
		b	22,41	23,8	25,28	26,85
	3	a	84,96	89,76	94,84	100,2
		b	21,24	22,44	23,71	25,05
<b>Biomasa</b>		<b>a</b>	<b>89</b>	<b>94,28</b>	<b>99,87</b>	<b>96,64</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>b</b>	<b>22,25</b>	<b>23,57</b>	<b>24,97</b>	<b>26,45</b>
C	1	a	85,96	96,32	107,96	121
		b	21,49	24,08	26,99	30,25
	2	a	80,76	91,2	102,96	116,28
		b	20,19	22,8	25,74	29,07
	3	a	80,4	91,16	103,32	117,16
		b	20,1	22,79	25,83	29,29
<b>Biomasa</b>		<b>a</b>	<b>82,37</b>	<b>92,89</b>	<b>104,75</b>	<b>118,15</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>b</b>	<b>20,59</b>	<b>23,22</b>	<b>26,19</b>	<b>29,54</b>
D	1	a	87,72	93,12	98,84	104,92
		b	21,93	23,28	24,71	26,23
	2	a	89,72	94,32	99,2	104,28
		b	22,43	23,58	24,8	26,07
	3	a	81,36	85,36	89,56	93,96
		b	20,34	21,34	22,39	23,49
<b>Biomasa</b>		<b>a</b>	<b>86,27</b>	<b>90,93</b>	<b>95,87</b>	<b>101,05</b>
<b>Rata-rata</b>		<b>b</b>	<b>21,57</b>	<b>22,73</b>	<b>23,97</b>	<b>25,26</b>

Keterangan :

a : Bobot total

b : Bobot rata-rata

Lampiran 8. Data Hasil Perhitungan Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab. ) (%BB/hari)

Perlakuan	Ulangan	Bobot		In Wo	In Wt	SGR (%BB/hari)
		Wo (gram)	Wt (gram)			
A	1	22,04	24,54	3,09	3,20	0,37
	2	21,37	23,14	3,06	3,14	0,27
	3	21,47	22,75	3,07	3,12	0,17
B	1	23,10	27,44	3,14	3,31	0,57
	2	22,41	26,85	3,11	3,29	0,60
	3	21,24	25,05	3,06	3,22	0,53
C	1	21,49	30,25	3,07	3,41	1,13
	2	20,19	29,07	3,01	3,37	1,20
	3	20,10	29,29	3,00	3,38	1,27
D	1	21,93	26,23	3,09	3,27	0,60
	2	22,43	26,07	3,11	3,26	0,50
	3	20,34	23,49	3,01	3,16	0,50

$$\text{Rumus : SGR} = \frac{\ln \bar{W}_t - \ln \bar{W}_0}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

SGR : Laju Pertumbuhan Spesifik

Wt : Berat rata-rata individu pada waktu t (gr)

Wo : Berat rata-rata individu pada waktu t = 0 (gr)

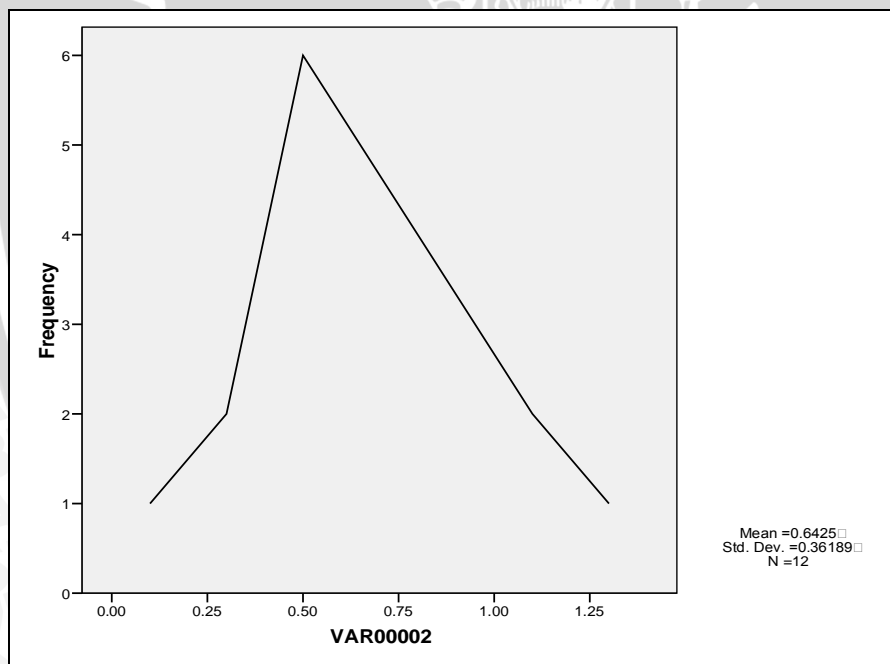
t : Waktu (hari)

Lampiran 9. Hasil Uji Normalitas Kolmogrof-Smirnov ( $p>0.05$ ) Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab. ) (%BB/hari)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR0000
		2
N		12
Normal	Mean	.6425
Parameters(a,b)	Std. Deviation	.36189
Most Extreme	Absolute	.297
Differences	Positive	.297
	Negative	-.161
Kolmogorov-Smirnov Z		1.028
Asymp. Sig. (2-tailed)		.241

- a Test distribution is Normal.
- b Calculated from data.





Lampiran 10. Perhitungan Statistik Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) (%BB/hari)

perlakuan	Ulangan			Total	r	Rata-Rata
	1	2	3			
A	0,37	0,27	0,17	0,81	3	0,27
B	0,57	0,60	0,53	1,70	3	0,57
C	1,13	1,20	1,27	3,60	3	1,20
D	0,60	0,50	0,50	1,60	3	0,53
<b>Total</b>				<b>7,71</b>	<b>12</b>	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n}$$

$$= \frac{7,71^2}{12}$$

$$= 4,95$$

JK Total

$$= A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + D3^2 - FK$$

$$= 0,37^2 + 0,27^2 + 0,17^2 + \dots + 0,5^2 - 4,95$$

$$= 6,3943 - 4,95$$

$$= 1,4443$$

JK Perlakuan

$$= \frac{(\sum A)^2}{rA} + \frac{(\sum B)^2}{rB} + \frac{(\sum C)^2}{rC} + \frac{(\sum D)^2}{rD} - FK$$

$$= \frac{0,81^2}{3} + \frac{1,7^2}{3} + \frac{3,6^2}{3} + \frac{1,6^2}{3} - 4,95$$

$$= 6,35 - 4,95$$

$$= 1,40$$

JK Acak

$$= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 1,4389 - 1,40$$

$$= 0,0389$$

### Lampiran 10. (Lanjutan)

#### Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	1.40	0.47	96,01**	4.07	7.59
Acak	8	0.04	0.0049			
Total	11	1.44				

Keterangan : \*\* : Berbeda Sangat Nyata

Berdasarkan hasil sidik ragam diatas ( $F_{1\%} > F_{hitung} > F_{5\%}$ ) dapat disimpulkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata (\*\*), sehingga dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

#### Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

$$SED = \sqrt{\frac{2 KT Acak}{Ulangan}}$$

$$= \sqrt{\frac{2(0,00486667)}{3}}$$

$$= 0,057$$

$$BNT 5\% = t_{5\%} \times SED$$

$$= 2,31 \times 0,057$$

$$= 0,131$$

$$BNT 1\% = t_{1\%} \times SED$$

$$= 3,36 \times 0,057$$

$$= 0,191$$



### Lampiran 10. (Lanjutan)

Tabel Hasil Uji BNT 5% dan BNT 1%

Rerata Perlakuan	A=0,27	D=0,533333	B=0,566667	C=1,2	Notasi
A=0,27	-	-	-	-	A
D=0,533333	0,263333**	-	-	-	B
B=0,566667	0,296667**	0,033334 <sup>ns</sup>	-	-	B
C=1,2	0,93**	0,666667**	0,633333**	-	C

Keterangan : ns : Tidak Berbeda Nyata

\* : Berbeda Nyata

\*\* : Berbeda Sangat Nyata

### Polinomial Ortogonal

Perlakuan (x)	Data (Ti)	Perbandingan (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
0	0,81	-3	1	-1
3,04	1,70	-1	-1	3
6,08	3,60	1	-1	-3
9,12	1,60	3	1	1
Q = $\sum (CiTi)$		4,27	-2,89	-4,91
Kr = rumus gag tahu		60	12	60
JK = $Q^2/Kr$		0,304	0,70	0,40

Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
<b>Perlakuan</b>	<b>3</b>	<b>1,40</b>	-	-	-	-
Linier	1	0,30	0,30	62,44**	5,32	11,26
Kuadratik	1	0,70	0,70	143,02**	-	-
Kubik	1	0,40	0,40	82,56**	-	-
<b>Acak</b>	<b>8</b>	<b>0,04</b>	<b>0,005</b>	-	-	-

Keterangan : ns : Tidak Berbeda Nyata

\* : Berbeda Nyata

\*\* : Berbeda Sangat Nyata

### Lampiran 10. (Lanjutan)

$$R^2 \text{ Linear} = \frac{JK \text{ Linier}}{JK \text{ Linier} + JK \text{ Acak}}$$

$$= \frac{0,30}{0,30 + 0,04}$$

$$= 0,89$$

$$\text{Koefisien korelasi } (r) = \sqrt{0,89}$$

$$= 0,943$$

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \frac{JK \text{ Kuadratik}}{JK \text{ Kuadratik} + JK \text{ Acak}}$$

$$= \frac{0,70}{0,70 + 0,04}$$

$$= 0,95$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{JK \text{ Kubik}}{JK \text{ Kubik} + JK \text{ Acak}}$$

$$= \frac{0,40}{0,40 + 0,04}$$

$$= 0,91$$

Dari hasil perhitungan  $R^2$  Kubik <  $R^2$  kuadratik >  $R^2$  Linier sehingga regresi kuadratik sesuai untuk kurva respon.

UJ	-1,5	-0,5	0,5	1,5	Rerata
Perlakuan	0	3,04	6,08	9,12	4,56
Xrata	456,0%				
Perlakuan	0	3,04	6,08	9,12	
n= 12	0,37	0,57	1,13	0,60	
	0,27	0,60	1,20	0,50	
	0,17	0,53	1,27	0,50	Total
Yij	0,81	1,7	3,6	1,6	7,71
UJ	-1,5	-0,5	0,5	1,5	0
Uj <sup>2</sup>	2,25	0,25	0,25	2,25	5
Uj <sup>4</sup>	5,063	0,063	0,062	5,062	10,25
∑ujYij	-1,215	-0,85	1,8	2,4	2,135
∑uj <sup>2</sup> Yij	1,823	0,425	0,9	3,6	6,748

$$y = b_0 + b_1 x_j + b_2 x_j^2$$

untuk mencari koefisien  $b_0$ ,  $b_1$  dan  $b_2$  digunakan persamaan normal :

$$\sum \sum Y_{ij} = b_0 n + b_2 r \sum U_j^2$$

$$\sum \sum u_j Y_{ij} = b_1 r \sum U_j^2$$

$$\sum \sum u_j^2 Y_{ij} = b_0 r \sum U_j^2 + b_2 r \sum U_j^4$$

Keterangan :

$Y_{ij}$  : nilai pengamatan

$X_j$  : nilai taraf dari pada faktor

$N$  : banyaknya pengamatan

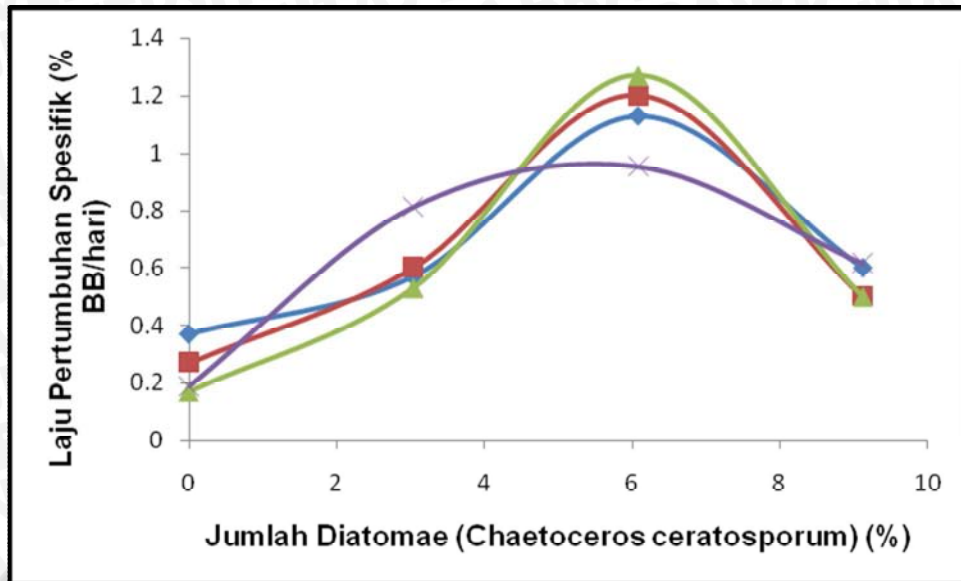
Persamaan :  $Y = 0,18817 + 0,37190X - 0,0261X^2$

Dari Persamaan diperoleh Y:

X	Y
0	0,19
3,04	0,81
6,08	0,95
9,12	0,61

Untuk Membuat Grafik Trend Line Berdasar Seri 4 dari Y

Sumbu X	Sumbu Y			
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rerata
0	0,37	0,27	0,17	0,19
3,04	0,57	0,60	0,53	0,81
6,08	1,13	1,20	1,27	0,95
9,12	0,60	0,50	0,50	0,61



Keterangan :

- ◆ : Ulangan 1
- : Ulangan 2
- ▲ : Ulangan 3
- × : Hasil analisis polinomial ortogonal



Lampiran 11. Data Hasil Perhitungan Rasio Konversi Pakan (FCR) pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan	Jumlah Pakan (gram) Hari Ke-			$\Sigma$ Pakan	Wt - Wo	FCR
		0	10	20			
A	1	6,62	6,85	7,10	20,57	2,50	8,22
	2	6,41	6,58	6,76	19,75	1,77	11,18
	3	6,44	6,56	6,70	19,70	1,28	15,39
B	1	6,93	7,34	7,77	22,04	4,34	5,08
	2	6,73	7,14	7,58	21,45	4,44	4,83
	3	6,37	6,73	7,12	20,22	3,81	5,30
C	1	6,45	7,22	8,10	21,77	8,76	2,49
	2	6,06	6,84	7,72	20,62	8,88	2,32
	3	6,03	6,84	7,75	20,62	9,19	2,24
D	1	6,58	6,99	7,41	20,98	4,30	4,88
	2	6,73	7,07	7,44	21,24	3,64	5,84
	3	6,10	6,40	6,72	19,22	3,15	6,11

$$\text{Rumus : FCR} = \frac{F}{Wt - Wo}$$

Keterangan :

FCR : Rasio konversi pakan

F : Jumlah pakan yang diberikan

Wt : Berat rata-rata pada waktu t (gr)

Wo : Berat rata-rata pada waktu t : 0 (gr)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





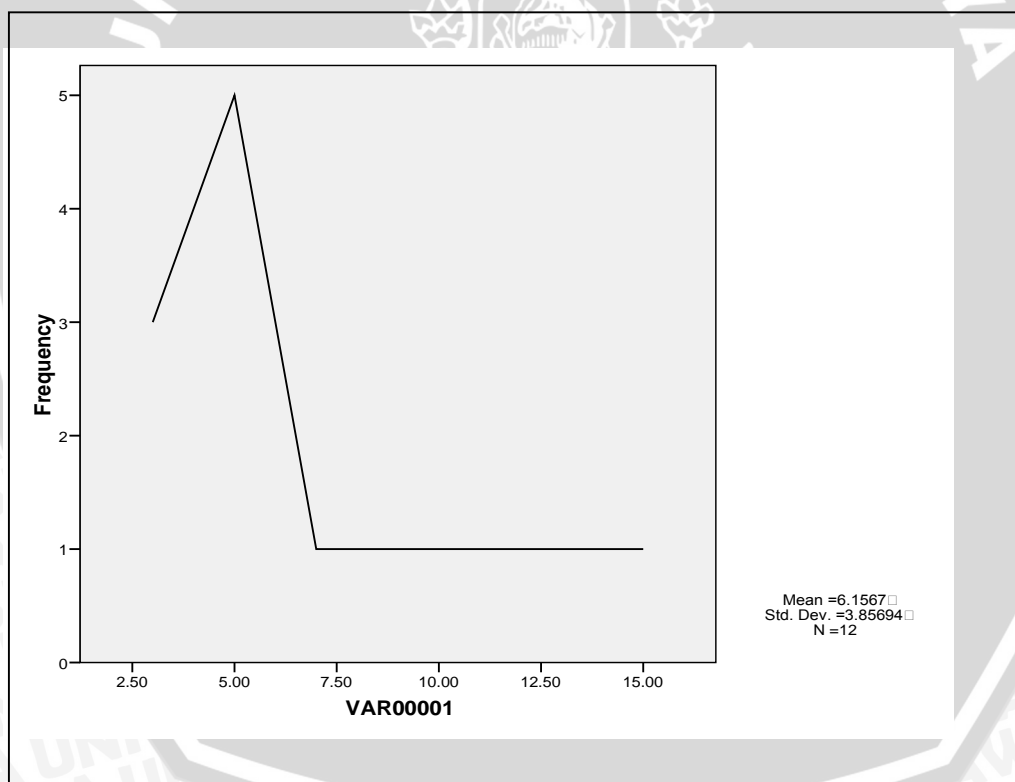
Lampiran 12. Hasil Uji Normalitas Kolmogorof-Smirnov ( $p > 0,05$ ) Rasio Konversi Pakan (FCR) pada Udang Windu (*Penaus monodon* Fab.)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

			VAR0000 1
N			12
Normal	Mean		6.1567
Parameters(a,b)	Std. Deviation		3.85694
Most Extreme Differences	Absolute		.255
	Positive		.255
	Negative		-.155
Kolmogorov-Smirnov Z			.883
Asymp. Sig. (2-tailed)			.417

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.



Lampiran 13. Perhitungan Statistik Rasio Konversi Pakan (FCR) pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Perlakuan	Ulangan			Total	r	Rata-Rata
	1	2	3			
A	8,23	11,16	15,39	34,78	3	11.59
B	5,08	4,83	5,31	15,22	3	5.07
C	2,49	2,32	2,24	7,05	3	2.35
D	4,88	5,84	6,10	16,82	3	5.61
	Total			73,87	12	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK):

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n}$$

$$= \frac{73,87^2}{12}$$

$$= 454,73$$

JK Total

$$= A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + D3^2 - FK$$

$$= 8,23^2 + 11,16^2 + 15,39^2 + \dots + 6,10^2 - 454,73$$

$$= 163,46$$

JK Perlakuan

$$= \frac{(\sum A)^2}{rA} + \frac{(\sum B)^2}{rB} + \frac{(\sum C)^2}{rC} + \frac{(\sum D)^2}{rD} - FK$$

$$= \frac{(34,79)^2}{3} + \frac{(15,21)^2}{3} + \frac{(7,05)^2}{3} + \frac{(16,83)^2}{3} - 454,73$$

$$= 136,57$$

JK Acak

$$= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 163,46 - 136,57$$

$$= 26,89$$

**Sidik ragam rasio konversi pakan pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)**

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	136,57	45,52	13,54**	4,07	7,59
Acak	8	26,89	3,36			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>163,64</b>				

Keterangan : \*\* : Berbeda Sangat Nyata

Berdasarkan hasil sidik ragam diatas (F 1% > F hitung > F 5%) dapat disimpulkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata (\*\*), sehingga dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

**Hasil Uji Beda Nyata Terkecil**

$$\begin{aligned}
 \text{SED} &= \sqrt{\frac{2 \text{KT Acak}}{\text{Ulangan}}} \\
 &= \sqrt{\frac{2(3,36)}{3}} \\
 &= 1,497
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t 5\% \times \text{SED} \\
 &= 2,31 \times 1,497 \\
 &= 3,458
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 1\%} &= t 1\% \times \text{SED} \\
 &= 3,36 \times 1,497 \\
 &= 5,03
 \end{aligned}$$

**Tabel Hasil Uji BNT 5% dan 1%**

Rerata Perlakuan	C=2,35	B=5,073333	D=5,606667	A=11,59333	Notasi
C=2,35	-	-	-	-	a
B=5,073333	2,723333 <sup>ns</sup>	-	-	-	a
D=5,606667	3,256667 <sup>ns</sup>	0,533334 <sup>ns</sup>	-	-	a
A=11,59333	9,243333**	6,519997**	5,986663**	-	b

Keterangan : ns: Tidak Berbeda Nyata

\* : Berbeda Nyata

\*\* : Berbeda Sangat Nyata

## Polinomial Orthogonal

Perlakuan (x)	Data (Ti)	Perbandingan (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
0	34,78	-3	1	-1
3,04	15,22	-1	-1	3
6,08	7,05	1	-1	-3
9,12	16,82	3	1	1
$Q = \sum (CiTi)$		-62,05	29,33	6,55
Kr = rumus gag tahu		60	12	60
$JK = Q^2/Kr$		64,170	71,69	0,72

Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
<b>Perlakuan</b>	<b>3</b>	<b>136,57</b>	-	-	-	-
Linier	1	64,17	64,17	19,09**	5,32	11,26
Kuadratik	1	71,69	71,69	21,33**	-	-
Kubik	1	0,72	0,72	0,21 <sup>ns</sup>	-	-
<b>Acak</b>	<b>8</b>	<b>26,89</b>	<b>3,36</b>	-	-	-

Keterangan : ns : Tidak Berbeda Nyata

\* : Berbeda Nyata

\*\* : Berbeda Sangat Nyata

$$R^2 \text{ Linear} = \frac{JK \text{ Linier}}{JK \text{ Linier} + JK \text{ Acak}}$$

$$= \frac{64,17}{64,17 + 26,89}$$

$$= 0,70$$

$$\text{Koefisien Korelasi } (r) = \sqrt{0,70}$$

$$= 0,837$$

$$R^2 \text{ Kuadrat} = \frac{JK \text{ Kuadrat}}{JK \text{ Kuadrat} + JK \text{ Acak}}$$

$$= \frac{71,69}{71,69 + 26,89}$$

$$= 0,73$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{JK \text{ Kubik}}{JK \text{ Kubik} + JK \text{ Acak}}$$

$$= \frac{0,72}{0,72 + 26,89}$$

$$= 0,03$$

Dari hasil perhitungan  $R^2 \text{ Kubik} < R^2 \text{ kuadrat} > R^2 \text{ Linier}$  sehingga regresi kuadrat sesuai untuk kurva respon.

UJ	-1,5	-0,5	0,5	1,5	Rerata
Perlakuan	0	3,04	6,08	9,12	4,56
Xrata	456,0%				
Perlakuan	0	3,04	6,08	9,12	
n= 12	0,37	0,57	1,13	0,60	
	0,27	0,60	1,20	0,50	
	0,17	0,53	1,27	0,50	Total
Yij	0,81	1,7	3,6	1,6	7,71
UJ	-1,5	-0,5	0,5	1,5	0
Uj <sup>2</sup>	2,25	0,25	0,25	2,25	5
Uj <sup>4</sup>	5,063	0,063	0,062	5,062	10,25
∑ujYij	-1,215	-0,85	1,8	2,4	2,135
∑uj <sup>2</sup> Yij	1,823	0,425	0,9	3,6	6,748

$$y = b_0 + b_1 x_j + b_2 x_j^2$$

untuk mencari koefisien  $b_0$ ,  $b_1$  dan  $b_2$  digunakan persamaan normal :

$$\sum \sum Y_{ij} = b_0 n + b_2 r \sum U_j^2$$

$$\sum \sum u_j Y_{ij} = b_1 r \sum U_j^2$$

$$\sum \sum u_j^2 Y_{ij} = b_0 r \sum U_j^2 + b_2 r \sum U_j^4$$

Keterangan :

$Y_{ij}$  : nilai pengamatan

$X_j$  : nilai taraf dari pada faktor

$N$  : banyaknya pengamatan

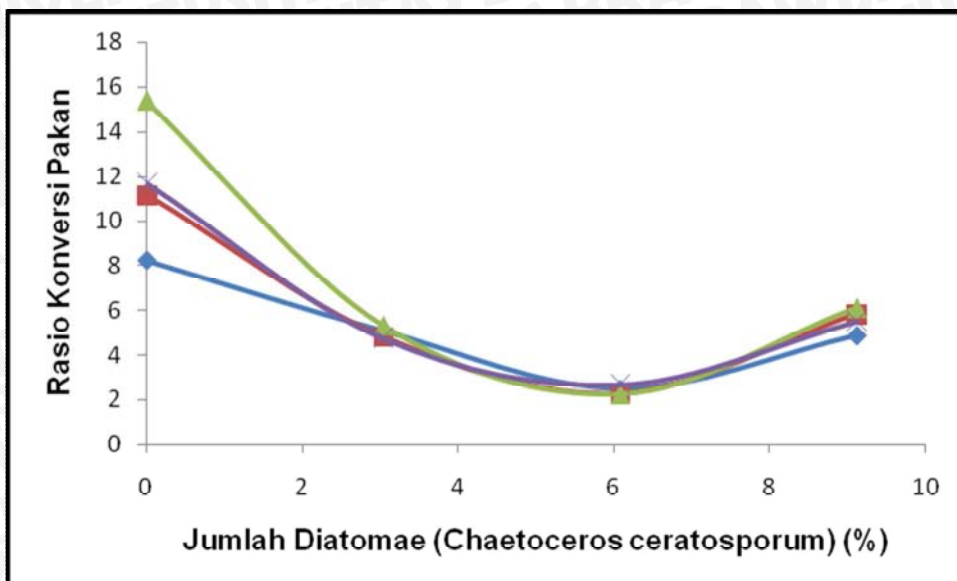
$$\text{Persamaan : } Y = 11,70250 - 3,09238X + 0,2645X^2$$

Dari persamaan diperoleh Y:

X	Y
0	11,70
3,04	4,75
6,08	2,68
9,12	5,50

Untuk Membuat Grafik Trend Line Berdasar Seri 4 dari Y

Sumbu X	Sumbu Y			
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rerata
0	8.23	11.16	15.39	11.70
3,04	5.08	4.83	5.31	4.75
6,08	2.49	2.32	2.24	2.68
9,12	4.88	5.84	6.10	5.50



Keterangan :

- ◆ : Ulangan 1
- : Ulangan 2
- ▲ : Ulangan 3
- × : Hasil analisis polinomial orthogonal







Lampiran 14. Data Hasil Perhitungan Rasio Efisiensi Protein (PER) pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan	Jumlah Pakan (gram) Hari Ke-			Σ Pakan	Pf	Wt - Wo	PER
		0	10	20				
A	1	6,62	6,85	7,10	20,57	0,39	2,50	0,31
	2	6,41	6,58	6,76	19,75	0,39	1,77	0,23
	3	6,44	6,56	6,70	19,70	0,39	1,28	0,16
B	1	6,93	7,34	7,77	22,04	0,40	4,34	0,50
	2	6,73	7,14	7,58	21,45	0,40	4,44	0,52
	3	6,37	6,73	7,12	20,22	0,40	3,81	0,47
C	1	6,45	7,22	8,10	21,77	0,39	8,76	1,04
	2	6,06	6,84	7,72	20,62	0,39	8,88	1,12
	3	6,03	6,84	7,75	20,62	0,39	9,19	1,15
D	1	6,58	6,99	7,41	20,98	0,39	4,30	0,53
	2	6,73	7,07	7,44	21,24	0,39	3,64	0,44
	3	6,10	6,40	6,72	19,22	0,39	3,15	0,42

Rumus :  $PER = \frac{\overline{Wt} - \overline{Wo}}{F \times Pf}$

Keterangan :

- PER : Rasio efisiensi protein
- $\overline{Wt}$  : Berat rata-rata pada waktu t (gr)
- $\overline{Wo}$  : Berat rata-rata pada waktu t = 0 (gr)
- F : Jumlah pakan yang diberikan
- Pf : Protein dalam pakan

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



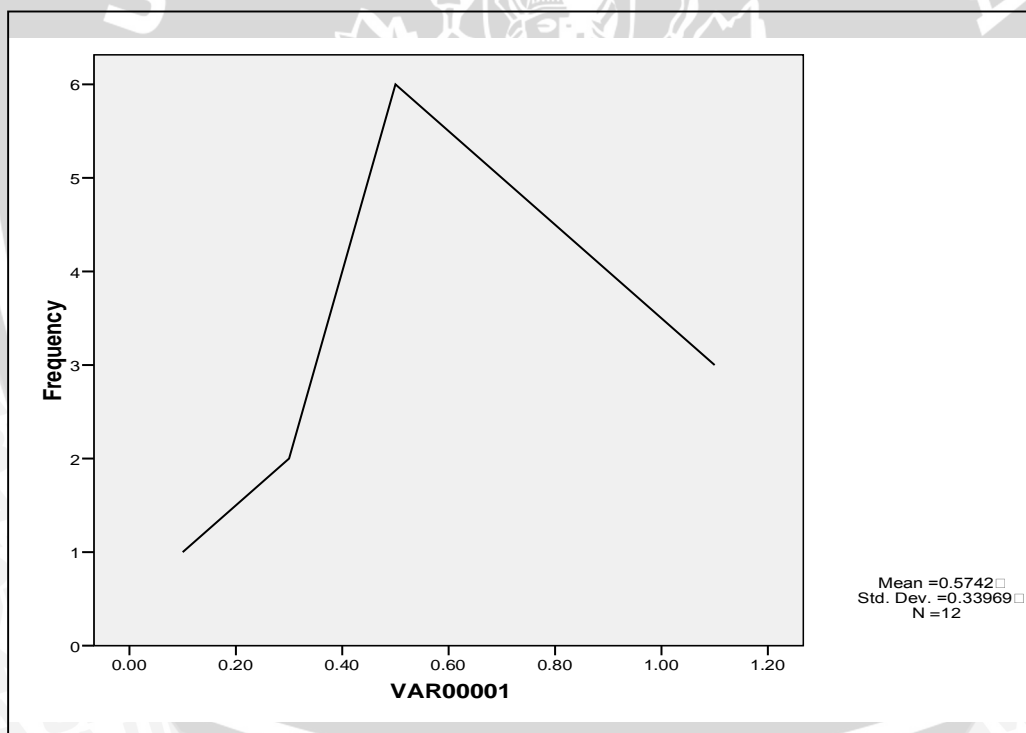
Lampiran 15. Hasil Uji Normalitas Kolmogorof-Smirnov ( $p > 0,05$ ) Rasio Efisiensi Protein (PER) pada Udang Windu (*Penaus monodon* Fab.)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR0000
		1
N		12
Normal	Mean	.5742
Parameters(a,b)	Std. Deviation	.33969
Most Extreme Differences	Absolute	.302
	Positive	.302
	Negative	-.165
Kolmogorov-Smirnov Z		1.045
Asymp. Sig. (2-tailed)		.225

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.



**Lampiran 16. Perhitungan Statistik Rasio Efisiensi Protein (PER) pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)**

Perlakuan	Ulangan			Total	r	Rata-Rata
	1	2	3			
A	0,31	0,23	0,16	0,70	3	0,23
B	0,50	0,52	0,47	1,49	3	0,50
C	1,04	1,12	1,15	3,31	3	1,10
D	0,53	0,44	0,42	1,39	3	0,46
Total				6,89		

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{G^2}{n}$$

$$= \frac{6,89^2}{12}$$

$$= 3,96$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + D3^2 - FK \\ &= 0,31^2 + 0,23^2 + 0,16^2 + \dots + 0,42^2 - 3,96 \\ &= 1,27 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\sum A)^2}{rA} + \frac{(\sum B)^2}{rB} + \frac{(\sum C)^2}{rC} + \frac{(\sum D)^2}{rD} - FK \\ &= \frac{(0,70)^2}{3} + \frac{(1,49)^2}{3} + \frac{(3,31)^2}{3} + \frac{(1,39)^2}{3} - 3,96 \\ &= 1,24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 1,27 - 1,24 \\ &= 0,03 \end{aligned}$$

**Sidik ragam rasio efisiensi protein pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)**

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	1,24	0,41	128,19**	4,07	7,59
Acak	8	0,03	0,00375			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>1,27</b>				

Keterangan : \*\* : Berbeda Sangat Nyata  
**Lampiran 16. (Lanjutan)**

Berdasarkan hasil sidik ragam diatas ( $F_{1\%} > F_{hitung} > F_{5\%}$ ) dapat disimpulkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh berbeda sangat nyata (\*\*), sehingga dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

### Hasil Uji Beda Nyata Terkecil

$$\begin{aligned} SED &= \sqrt{\frac{2KT Acak}{Ulangan}} \\ &= \sqrt{\frac{2(0,003)}{3}} \\ &= 0,046 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 5\% &= t_{5\%} \times SED \\ &= 2,31 \times 0,046 \\ &= 3,458 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 1\% &= t_{1\%} \times SED \\ &= 3,36 \times 0,046 \\ &= 0,156 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Uji BNT 5% dan 1%

Rerata Perlakuan	A=0,233333	D=0,463333	B=0,496667	C=1,103333	Notasi
A=0,233333	-	-	-	-	a
D=0,463333	0,23**	-	-	-	b
B=0,496667	0,263334**	0,033334 <sup>ns</sup>	-	-	b
C=1,103333	0,87**	0,64**	0,606666**	-	c

Keterangan : ns : Tidak Berbeda Nyata

\* : Berbeda Nyata

\*\* : Berbeda Sangat Nyata

Lampiran 16. (Lanjutan)

Polinomial Orthogonal

Perlakuan (x)	Data (Ti)	Perbandingan (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
0	0,70	-3	1	-1
3,04	1,49	-1	-1	3
6,08	3,31	1	-1	-3
9,12	1,39	3	1	1
Q = $\sum (CiTi)$		3,89	-2,71	-4,77
Kr = rumus gag tahu		60	12	60
JK = $Q^2/Kr$		0,252	0,61	0,38

Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
<b>Perlakuan</b>	<b>3</b>	<b>1,24</b>	-	-	-	-
Linier	1	0,25	0,25	78,00**	5,32	11,26
Kuadratik	1	0,61	0,61	189,28**	-	-
Kubik	1	0,38	0,38	117,28**	-	-
<b>Acak</b>	<b>8</b>	<b>0,03</b>	<b>0,005</b>	-	-	-

Keterangan : ns : Tidak Berbeda Nyata

\* : Berbeda Nyata

\*\* : Berbeda Sangat Nyata

$$R^2 \text{ Linear} = \frac{\text{JK Linier}}{\text{JK Linier} + \text{JK Acak}}$$

$$= \frac{0,25}{0,25 + 0,03}$$

$$= 0,91$$

$$\text{Koefisien Korelasi } (r) = \sqrt{0,91}$$

$$= 0,95$$

Lampiran 16. (Lanjutan)

$$R^2 \text{ Kuadrat} = \frac{\text{JK Kuadrat}}{\text{JK Kuadrat} + \text{JK Acak}}$$

$$= \frac{0,61}{0,61 + 0,03}$$

$$= 0,96$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{\text{JK Kubik}}{\text{JK Kubik} + \text{JK Acak}}$$

$$= \frac{0,38}{0,38 + 0,03}$$

$$= 0,94$$

Dari hasil perhitungan  $R^2$  Kubik <  $R^2$  kuadrat >  $R^2$  Linier sehingga regresi kuadrat sesuai untuk kurva respon.

Uj	-1,5	-0,5	0,5	1,5	Rerata
Perlakuan	0	3,04	6,08	9,12	4,56
Xrata	456,0%				
Perlakuan	0	3,04	6,08	9,12	
n= 12	0,31	0,50	1,04	0,53	
	0,23	0,52	1,12	0,44	
	0,16	0,47	1,15	0,42	Total
Yij	0,7	1,49	3,31	1,39	6,89
Uj	-1,5	-0,5	0,5	1,5	0
Uj <sup>2</sup>	2,25	0,25	0,25	2,25	5
Uj <sup>4</sup>	5,063	0,063	0,062	5,062	10,25
∑ujYij	-1,05	-0,745	1,655	2,085	1,945
∑uj <sup>2</sup> Yij	1,575	0,373	0,828	3,128	5,9025

$$y = b_0 + b_1 x_j + b_2 x_j^2$$

untuk mencari koefisien  $b_0$ ,  $b_1$  dan  $b_2$  digunakan persamaan normal :

$$\sum \sum Y_{ij} = b_0 n + b_2 r \sum U_j^2$$

$$\sum \sum u_j Y_{ij} = b_1 r \sum U_j^2$$

$$\sum \sum u_j^2 Y_{ij} = b_0 r \sum U_j^2 + b_2 r \sum U_j^4$$

Keterangan :

$Y_{ij}$  : nilai pengamatan

$X_j$  : nilai taraf dari pada faktor

$N$  : banyaknya pengamatan

Persamaan :  $Y = 0,15383 + 0,26552X - 0,0244X^2$

Dari persamaan diperoleh Y :

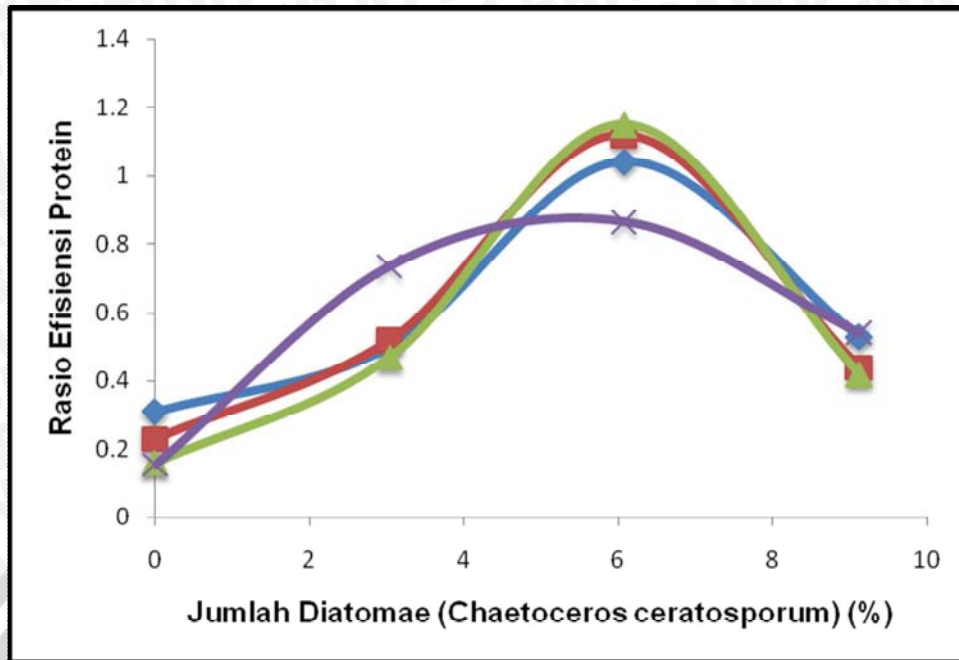
X	Y
0	0,15
3,04	0,74
6,08	0,86
9,12	0,54

Untuk Membuat Grafik Trend Line Berdasar 4 Seri dari Y

Sumbu X	Sumbu Y			
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rerata
0	0.31	0.23	0.16	0.15
3,04	0.50	0.52	0.47	0.74
6,08	1.04	1.12	1.15	0.86
9,12	0.53	0.44	0.42	0.54







Keterangan :

- ◆ : Ulangan 1
- : Ulangan 2
- ▲ : Ulangan 3
- × : Hasil analisis polinomial orthogonal





**Lampiran 17. Data Pengukuran Suhu Media Pemeliharaan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Selama Penelitian**

Data Suhu Pagi Hari (°C)

PERLAKUAN	HARI KE-									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A <sub>1</sub>	29	29	28,5	29	28	28	28	28,5	28,5	28
A <sub>2</sub>	29	28,5	28	28	28	28	28,5	28	28	28
A <sub>3</sub>	29	29	29	29	28	28	29	29	28	28
B <sub>1</sub>	29	28,5	28	28	28	28	28,5	28	28	28
B <sub>2</sub>	29	29	28	29	28	28	28,5	28	28	28
B <sub>3</sub>	29	29	28,5	29	28	28,5	28,5	28,5	28,5	28
C <sub>1</sub>	29	29	28,5	29	28	28,5	29	29	28	28,5
C <sub>2</sub>	29	28,5	28	28	28	28	28,5	28	28	28
C <sub>3</sub>	29	28,5	28	28,5	28	28	28,5	28	28	28
D <sub>1</sub>	29	28,5	28	28	28	28	28,5	28	28	28
D <sub>2</sub>	29	29	28,5	29	28	28	29	28,5	28	28,5
D <sub>3</sub>	29	28,5	28	28	28	28	28,5	28	28	28

PERLAKUAN	HARI KE-									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A <sub>1</sub>	28,5	28	28	28	28,5	28,5	28	28	29	29
A <sub>2</sub>	28	28	28	28	28	28	28,5	28	28	29
A <sub>3</sub>	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29
B <sub>1</sub>	28	28	28	28	28	28	28	28	28,5	29
B <sub>2</sub>	28	28	28	28	28,5	28,5	28,5	28	29	29
B <sub>3</sub>	28	28	28	28	28,5	28	28	28	29	29
C <sub>1</sub>	28	28	28	28	28,5	28	28	28	29	29
C <sub>2</sub>	28	28	28	28,5	28	28	28	28	28,5	29
C <sub>3</sub>	28	28	28	28	28,5	28	28,5	28	29	29
D <sub>1</sub>	28	28	28	28	28	28	28	28	28	29
D <sub>2</sub>	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29
D <sub>3</sub>	28	28	28	28	28,5	28	28	28	28,5	29

Dilanjutkan

## Lampiran 17. Lanjutan

PERLAKUAN	HARI KE-									
	21	22	23	24	25	28	28	28	29	29
A <sub>1</sub>	29	28,5	29	29	29	29	29	29	28,5	29
A <sub>2</sub>	29	28,5	29	29	29	28,5	29	29	28	29
A <sub>3</sub>	29	28,5	29	29	29	29	29	29	28,5	29
B <sub>1</sub>	29	28,5	29	29	29	29	29	29	28	29
B <sub>2</sub>	29	28,5	29	29	29	29	29	29	28,5	29
B <sub>3</sub>	29	28,5	29	29	29	29	29	29	28,5	29
C <sub>1</sub>	29	28,5	29	29	29	29	29	29	28,5	29
C <sub>2</sub>	29	28,5	29	29	29	28,5	29	29	28	29
C <sub>3</sub>	29	28,5	29	29	29	29	29	29	28	29
D <sub>1</sub>	28,5	28,5	29	29	29	28,5	29	29	28	29
D <sub>2</sub>	29	28,5	29	29	29	29	29	29	28,5	29
D <sub>3</sub>	29	28,5	29	29	29	29	29	29	28	29

Data Suhu Sore Hari (°C)

PERLAKUAN	HARI KE-									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A <sub>1</sub>	29	28,5	28,5	29	28	28	28,5	28,5	28	28
A <sub>2</sub>	29	28,5	28	29	28	28	28	28	28	28
A <sub>3</sub>	29	28	28	29	28	28,5	28,5	28	28	28
B <sub>1</sub>	28,5	28	28	29	28	28	28	28	28	28
B <sub>2</sub>	29	28,5	28,5	29	28	28	28,5	28,5	28	28
B <sub>3</sub>	29	28,5	28	29	28	28,5	28,5	28,5	28	28
C <sub>1</sub>	29	28,5	28,5	29	28	28	28,5	28	28	28,5
C <sub>2</sub>	29	28	28	29	28	28	28,5	28	28	28
C <sub>3</sub>	28,5	28	28,5	29	28	28	28,5	28	28	28
D <sub>1</sub>	29	28	28,5	29	28	28	28	28	28	28
D <sub>2</sub>	29	28	29	29	28	28	29	28	28	29
D <sub>3</sub>	28,5	28	28	29	28	28	28	28	28	28

Dilanjutkan

Lampiran 17. Lanjutan

PERLAKUAN	HARI KE-									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A <sub>1</sub>	28	28	28	28,5	29	28	28,5	29	29	29
A <sub>2</sub>	28	28	28	28	28,5	28	28	29	29	29
A <sub>3</sub>	28	28	28	28	28,5	28	28	29	29	29
B <sub>1</sub>	28	28	28	28,5	29	28	28	29	29	29
B <sub>2</sub>	28	28	28	28,5	29	28,5	28,5	29	29	29
B <sub>3</sub>	28	28	28	28,5	29	28	28	29	29	29
C <sub>1</sub>	28	28	28	28,5	28,5	28	28,5	29	29	29
C <sub>2</sub>	28	28	28	28,5	28	28	28	29	29	29
C <sub>3</sub>	28	28	28	28,5	28,5	28	28	29	29	29
D <sub>1</sub>	28	28	28	28,5	28	28	28	29	29	28,5
D <sub>2</sub>	28	28	28	28	28	28	29	29	29	29
D <sub>3</sub>	28	28	28	29	28,5	28	28,5	29	29	29

PERLAKUAN	HARI KE-									
	21	22	23	24	25	28	28	28	29	29
A <sub>1</sub>	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
A <sub>2</sub>	29	28,5	29	29	29	29	29	29	29	28,5
A <sub>3</sub>	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
B <sub>1</sub>	29	28,5	29	29	29	29	29	29	29	28,5
B <sub>2</sub>	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
B <sub>3</sub>	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
C <sub>1</sub>	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
C <sub>2</sub>	29	28,5	29	29	29	29	29	29	29	28,5
C <sub>3</sub>	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
D <sub>1</sub>	29	28,5	29	29	29	29	29	29	29	28,5
D <sub>2</sub>	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
D <sub>3</sub>	29	28,5	29	29	29	29	29	29	29	29



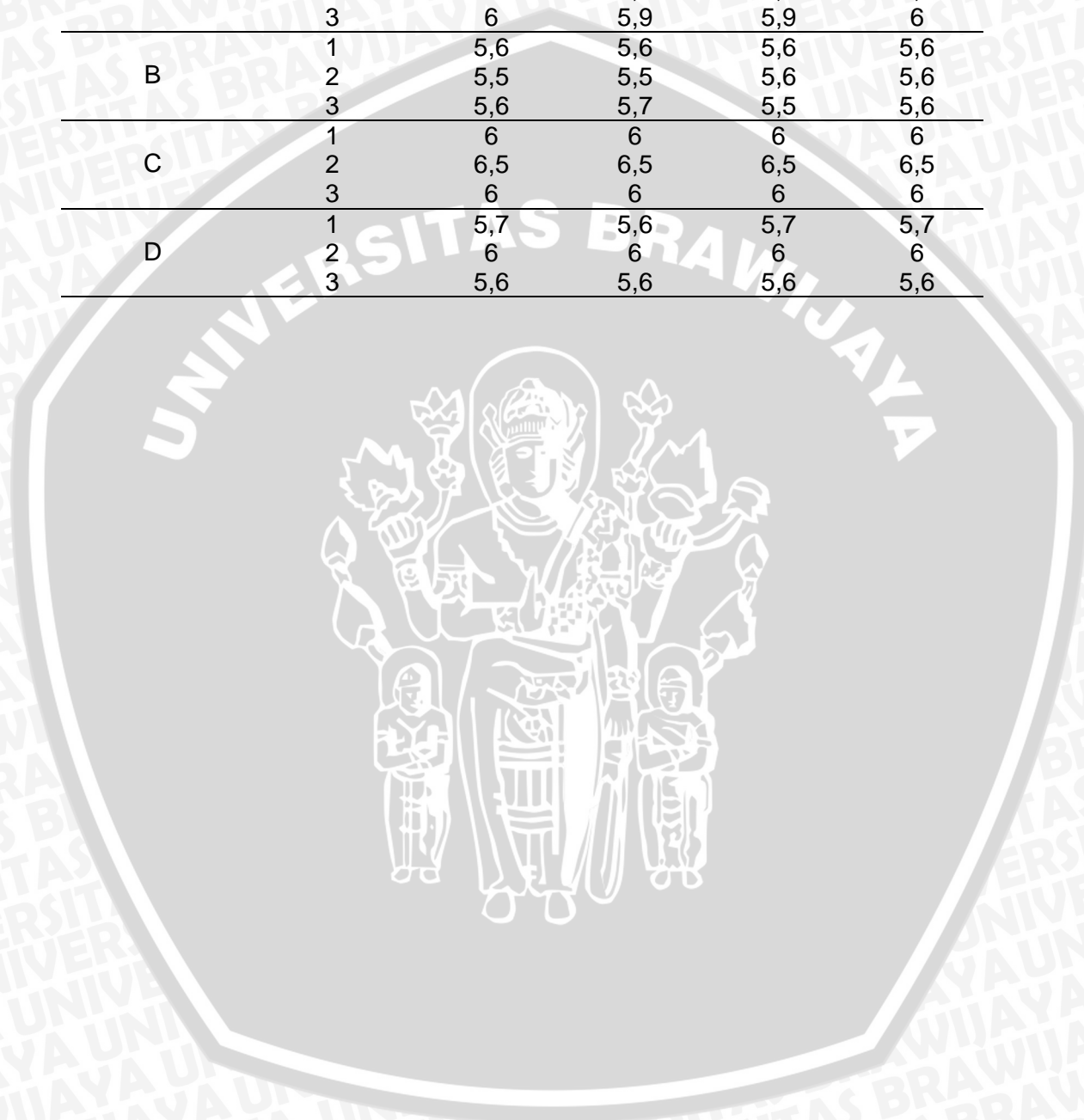
Lampiran 18. Data Pengukuran pH Media Pemeliharaan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Selama Penelitian

PERLAKUAN	ULANGAN	Pengamatan Hari			
		0	10	20	30
A	1	8,44	7,93	7,92	7,87
	2	8,35	7,95	7,87	7,84
	3	8,44	7,95	7,91	7,87
B	1	8,37	7,93	7,87	7,81
	2	8,4	7,9	7,84	7,87
	3	8,45	7,95	7,91	7,84
C	1	8,21	8,03	7,85	7,85
	2	8,24	8,05	7,77	7,81
	3	8,25	8	7,78	7,79
D	1	7,67	8,21	7,94	7,77
	2	7,7	8,2	7,97	7,84
	3	7,72	8,18	7,82	7,71



Lampiran 19. Data Pengukuran DO Media Pemeliharaan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Selama Penelitian

PERLAKUAN	ULANGAN	Sampling Ke-			
		0	10	20	30
A	1	6,5	6,5	5,4	5,4
	2	6	5,6	5,6	5,6
	3	6	5,9	5,9	6
B	1	5,6	5,6	5,6	5,6
	2	5,5	5,5	5,6	5,6
	3	5,6	5,7	5,5	5,6
C	1	6	6	6	6
	2	6,5	6,5	6,5	6,5
	3	6	6	6	6
D	1	5,7	5,6	5,7	5,7
	2	6	6	6	6
	3	5,6	5,6	5,6	5,6





Lampiran 20. Data Pengukuran Amonia (NH<sub>3</sub>) Media Pemeliharaan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Selama Penelitian

PERLAKUAN	ULANGAN	Pengamatan Hari Ke-			
		0	10	20	30
A	1	0,018	0,035	0,035	0,038
	2	0,021	0,031	0,03	0,033
	3	0,018	0,035	0,034	0,035
B	1	0,018	0,041	0,043	0,042
	2	0,018	0,043	0,041	0,042
	3	0,022	0,041	0,042	0,044
C	1	0,012	0,019	0,02	0,021
	2	0,014	0,023	0,022	0,021
	3	0,012	0,025	0,024	0,026
D	1	0,014	0,042	0,042	0,044
	2	0,014	0,041	0,042	0,041
	3	0,015	0,043	0,043	0,042

