

**PENGARUH PEMANFAATAN DIATOMAE (*Chaetoceros ceratosporum*)
DALAM FORMULA PAKAN TERHADAP AKTIVITAS VIBRIOCIDAL PADA
UDANG WINDU (*Penaeus monodon* Fab.)**

**SKRIPSI
BUDIDAYA PERAIRAN
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :

YAYUK RETNO WULAN

0710850021

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



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

**PENGARUH PEMANFAATAN DIATOMAE (*Chaetoceros ceratosporum*)
DALAM FORMULA PAKAN TERHADAP AKTIVITAS VIBRIOCIDAL PADA
UDANG WINDU (*Penaeus monodon* Fab.)**

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

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana

Oleh:

YAYUK RETNO WULAN

0710850021



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

SKRIPSI
PENGARUH PEMANFAATAN DIATOMAE (*Chaetoceros ceratosporum*)
DALAM FORMULA PAKAN TERHADAP AKTIVITAS VIBRIOCIDAL PADA
UDANG WINDU (*Penaeus monodon* Fab.)

Oleh:

YAYUK RETNO WULAN

0710850021

Telah dipertahankan di depan penguji pada tanggal 19 Juli 2011 dinyatakan
telah memenuhi syarat

Menyetujui

Dosen Penguji I

(Dr. Ir. Maftuch, M.Si.)

NIP. 19660825 199203 1 001

Tanggal :

Dosen Penguji II

(Ir. Ellana Sanoesi, MP)

NIP. 19630924 199803 2 002

Tanggal :

Dosen Pembimbing I

(Ir. Arning Wilujeng E., MS)

NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

(Yunita Maimunah, S.Pi, M. Sc)

NIP. 19780625 200501 2 002

Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Jurusan MSP

(Dr. Ir. Happy Nursyam, MS)

NIP. 19600322 198601 1 001

Tanggal :

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, 19 Juli 2011

Yayuk retno wulan



UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- ♥ ALLAH SWT, Tuhan semesta alam dan MUHAMMAD SAW, Rasul junjungan kita.
- ♥ Kedua orang tuaku tersayang dan tercinta, yang telah memberikan kasih sayang, doa, dukungan, nasehat dan semangat. Beserta Semua keluargaqu yang juga selalu mendoakan dan memberikan memotivasi buatqu.
- ♥ Ibu Ir. Arning Wilujeng E., MS. Selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak-banyak masukan, ilmu dan begitu sabar dalam membimbing selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan hingga terselesaikannya laporan skripsi ini.
- ♥ Ibu Yunita Maimunah, S.Pi, M. Sc selaku dosen pembimbing II yang begitu penuh kesabaran dalam membimbing dan memberikan banyak masukan hingga dapat terselesaikannya laporan skripsi ini.
- ♥ Bapak Dr. Ir. Maituch, M.Si dan Ibu Ir. Ellana Sanoesi, MP selaku dosen penguji yang telah membimbing dan memberi arahan dalam menyempurnakan laporan ini.
- ♥ Keluarga besar BBAP (Balai Budidaya Air Payau) yang telah memberikan dukungan sarana prasarana dan motivasi sehingga penelitian ini dapat berjalan lancar.

♥ Mbak Devi dan mbak heni yang telah banyak membantu dalam penelitian ini dengan penuh kesabaran dan ketelatenannya. Tak lupa pak Slamet kedokteran yang mau meluangkan waktunya dalam membantu terselesaikannya penelitian ini.

♥ Situbondo Crew's (Mbak bohai, Moty, Bisul dan Bang mai'il) yang selalu bersama-sama dalam susah dan senang selama penelitian hingga terselesaikannya laporan skripsi ini.

♥ Sahabat tercinta dan tersayang Six's Angel (Ruwet, Moty, Keceng, Bohai, & Bisul) yang selalu menemani & memberikan semangat hingga akhir skripsi.

♥ Bee "Umam Versianto" yang selalu memberi semangat, motivasi dan doa buatku.

♥ Keluarga besar BP '07, keluarga besar Kersen 29, dan semua pihak yang telah memberi banyak dukungan baik moril maupun materil sehingga dapat tersusunnya laporan Skripsi ini.



KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala anugerah dan karunia-Nya, penulis dapat menyajikan Skripsi yang berjudul **“Pengaruh Pemanfaatan Diatome (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam Formula Pakan terhadap Aktivitas Vibriocidal Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)”**. Laporan 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, 19 Juli 2011

Penulis

RINGKASAN

Yayuk Retno Wulan. Pengaruh Pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam Formula Pakan terhadap Aktivitas Vibriocidal pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.). Di bawah bimbingan **Ir. Arning Wilujeng, E., MS dan Yunita Maimunah S. Pi, MSc.**

Hasil produksi perikanan di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun, terutama jenis udang-udangan (*Crustacea*). Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) merupakan salah satu produk unggulan perikanan Indonesia yang termasuk dalam sektor non migas. Permintaan pasar terhadap udang windu sangat tinggi, baik di dalam negeri maupun dari luar negeri. Namun banyak memiliki kendala dalam budidayanya, salah satunya adalah masalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri *V. harveyi*, sehingga menyebabkan penurunan produksi Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.). Oleh sebab itu perlu adanya alternatif penanggulangan penyakit tersebut dengan memanfaatkan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) sebagai imunostimulan yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) terutama terhadap serangan *Vibrio harveyi*.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan terhadap daya tahan tubuh udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dan dosis yang terbaik dengan pengukuran parameter aktivitas vibriocidal.

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Situbondo pada tanggal 22 Desember 2010 - 28 Februari 2011, di Laboratorium Sentral Biomedik Fakultas Kedokteran, Laboratorium Mikrobiologi FKUB dan Laboratorium Workshop Universitas Brawijaya Malang pada tanggal 01 Maret 2011- 08 Maret 2011.

Metode yang digunakan yaitu metode eksperimen 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 aktivitas vibriocidal dengan parameter penunjangnya yaitu kualitas air meliputi; suhu, oksigen terlarut/*Dissolved Oxygen* (DO), pH dan amonia (NH₃).

Dari hasil penelitian ini didapatkan hasil bahwa pemanfaatan Diatomae *Chaetoceros ceratosporum* dalam formula pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap aktivitas vibriocidal pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dengan pemanfaatan terbaik adalah pada dosis 6,20% dengan nilai aktivitas vibriocidal sebesar 87,76%.

Berdasarkan hasil tersebut dapat di sarankan bahwa perlu adanya pembuatan formulasi pakan dengan memanfaatkan Diatomae (*Chaetoceros*

ceratosporum) dengan dosis 6,20% dalam formula pakan untuk meningkatkan daya tahan tubuh khususnya pada budidaya udang sehingga dapat menekan kematian yang disebabkan oleh penyakit.



DAFTAR ISI

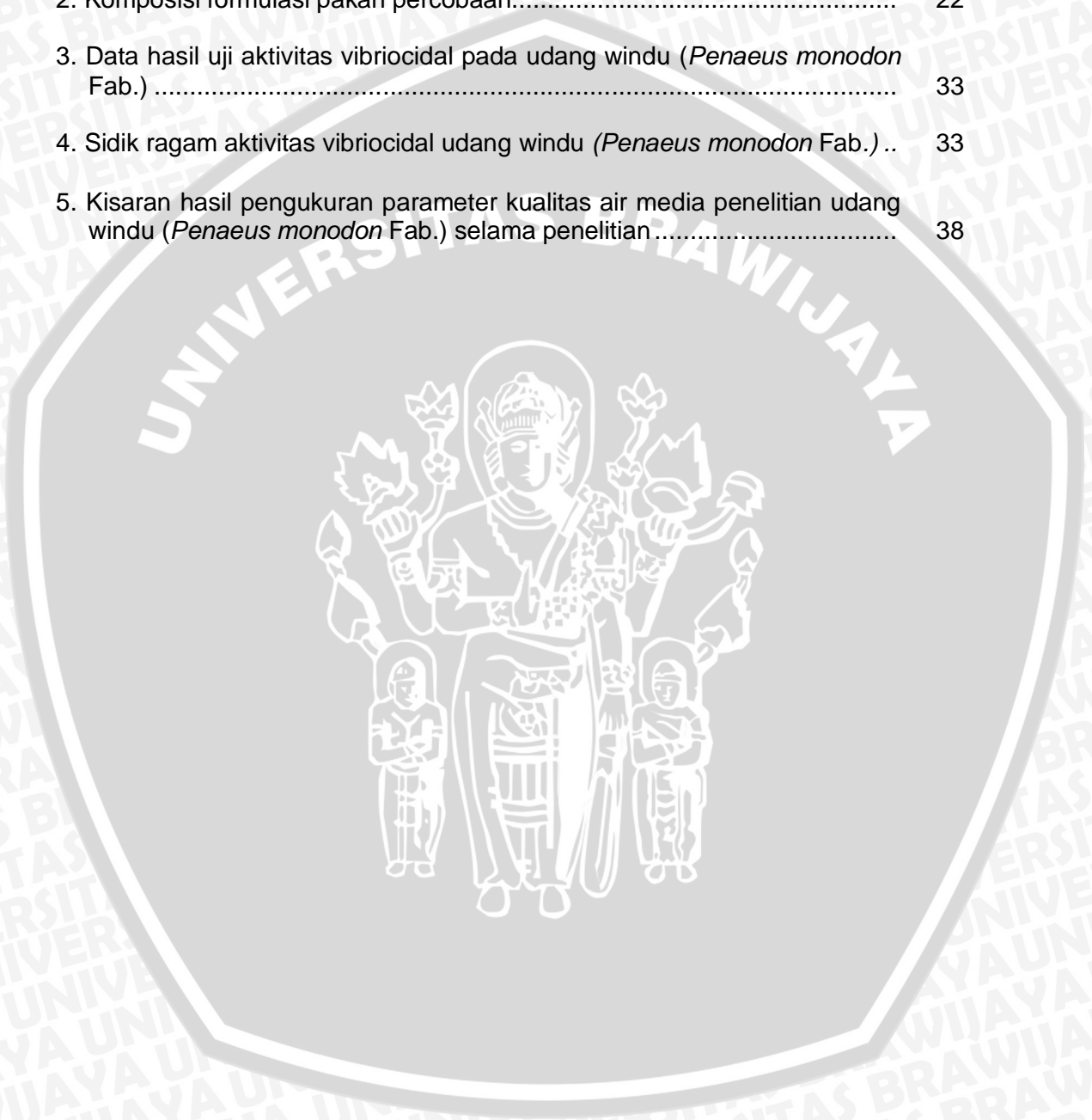
	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Hipotesis	4
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Biologi 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 Siklus Hidup	8
2.2 <i>Chaetoceros ceratosporum</i>	11
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi <i>Chaetoceros ceratosporum</i>	11
2.2.2 Habitat dan Perkembangbiakan <i>Chaetoceros ceratosporum</i>	12
2.3 <i>Vibrio Harveyi</i>	13
2.3.1 Klasifikasi dan Morfologi	13
2.3.2 Habitat dan Perkembangbiakan	14
2.3.3 Infeksi dan Tanda-Tanda Penyerangannya	15
2.4 Sistem Pertahanan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	16
2.5 Imunostimulan	16
2.6 Aktivitas Vibriocidal	18
III. MATERI DAN METODE PENELITIAN	19
3.1 Materi Penelitian	19
3.1.1 Peralatan Penelitian	19
3.1.2 Bahan Penelitian	20
3.2 Metode dan Rancangan Penelitian	23
3.2.1 Metode Penelitian	23
3.2.2 Rancangan Percobaan	23
3.3 Prosedur Penelitian	25
3.3.1 Persiapan Penelitian	25
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	25
1. Formulasi Pakan	25
2. Persiapan udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	26

3.3.3 Percobaan Pakan terhadap Daya Tahan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.).....	27
3.3.3.1 Pembuatan Media Kultur bakteri <i>Vibrio harveyi</i> selama Penelitian	27
3.3.3.2 Pembuatan biakan murni bakteri <i>Vibrio harveyi</i>	28
3.3.3.3 Uji Respon Imun Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	29
3.4 Parameter Uji	31
3.4.1 Parameter Utama	31
3.4.2 Parameter Penunjang	31
3.5 Analisis Data	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Uji Aktivitas Vibriocidal pada Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	33
4.2 Pembahasan	35
4.3 Kualitas Air	37
V. KESIMPULAN DAN SARAN	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	45



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia bahan penyusun pakan percobaan.....	21
2. Komposisi formulasi pakan percobaan.....	22
3. Data hasil uji aktivitas vibriocidal pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	33
4. Sidik ragam aktivitas vibriocidal udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) ..	33
5. Kisaran hasil pengukuran parameter kualitas air media penelitian udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) selama penelitian	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ujung Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	6
2. Morfologi udang <i>penaeid</i>	8
3. Siklus hidup udang udang laut <i>Penaeidae</i>	10
4. <i>Chaetoceros ceratosporum</i> dengan perbesaran 1.000x.....	11
5. <i>V. harveyi</i>	13
6. Denah / tata letak akuarium percobaan.....	24
7. Hubungan pemanfaatan Diatomae (<i>Chaetoceros ceratosporum</i>) dalam formula pakan udang windu (<i>Peneaus monodon</i> Fab.) terhadap aktivitas vibriocidal diantara pelakuan dengan dosis yang berbeda	34



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Gambar Alat dan Bahan Penelitian	45
2. Pembuatan Pakan.....	48
3. Bagan Uji Respon imun udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.).....	49
4. Data Hasil Perhitungan Persentase Hambatan Aktivitas Vibriocidal Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) (%).....	51
5. Data Aktivitas Vibriocidal Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) (%) dan Uji Normalitas data	52
6. Perhitungan Statistik Aktivitas Vibriocidal Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) (%)	54
7. Perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Aktivitas Vibriocidal Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) (%)	56
8. Perhitungan Polinomial Orthogonal Aktivitas Vibriocidal Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) (%)	57
9. Data Pengukuran Suhu Media Pemeliharaan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) selama Penelitian	61
10. Data Pengukuran pH Media Pemeliharaan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) selama Penelitian.....	64
11. Data Pengukuran DO Media Pemeliharaan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) selama Penelitian.....	65
12. Data Pengukuran Amonia (NH ₃) Media Pemeliharaan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) selama Penelitian.....	66

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hasil produksi perikanan di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun, terutama jenis udang-udangan (krustasea). Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) merupakan salah satu produk unggulan perikanan Indonesia yang termasuk dalam sektor non migas. Permintaan pasar terhadap udang windu sangat tinggi, baik di dalam negeri maupun dari luar negeri (Agung, 2007). Pada tahun 1984, budidaya udang *penaeid* hanya berkisar 20% dari total produksi *penaeid*. Data yang dihimpun sejak tahun 1984 sampai 1999 menunjukkan produksi budidaya udang meningkat lebih dari enam kali lipat (Astirin dan Sutiman, 2006).

Udang windu banyak diekspor dalam bentuk udang beku. Negara tujuan ekspor terbesar adalah Jepang dan Amerika Serikat (Abun, 2006). Berdasarkan data Dirjen Perikanan 2006, pada saat permintaan udang dunia terus meningkat, terjadi penurunan produksi udang di Indonesia dari 133.836 ton tahun 2003, dan 127.119 ton tahun 2004 menjadi 100.000 ton pada tahun 2005. Penurunan produksi udang di Indonesia mulai tahun 2003 hingga sekarang. Pada saat ini, ada beberapa penyakit pada udang yang sudah mulai meresahkan masyarakat pembudidaya udang, misalnya penyakit *white spot* yang menyerang udang putih atau penyakit vibriosis yang menyerang udang windu (Agung, 2007).

Menurut Prajitno (2007) Salah satu kendala dalam budidaya udang windu adalah masalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri *V. harveyi*, *V. fisheri* dan *V. parahaemoliticus* (Prajitno, 2007).

Penelitian penanggulangan penyakit pada budidaya perikanan masih terbatas pada penggunaan bahan-bahan kimia seperti formalin, *malachite green* serta beberapa jenis antibiotik seperti *chloramfenicol*, *oxytetracyclin* dan *prefuran*. Akan tetapi penggunaan antibiotik di bidang perikanan juga masih mengalami kendala yang sangat serius (Setyaningsih, 2004). Menurut Ellis (1988), penggunaan antibiotik sebagai agen terapi pengobatan memang telah banyak membantu, namun ternyata juga menimbulkan dampak yang negatif, diantaranya yang paling berbahaya adalah timbulnya jenis penyakit baru yang bersifat kebal terhadap pengobatan konvensional, selain itu antibiotik juga tidak efektif digunakan untuk penyakit yang disebabkan oleh virus.

Alternatif lain penanganan penyakit adalah dengan menggunakan imunostimulan. Imunostimulan adalah zat kimia, obat-obatan, stressor, atau aksi yang meningkatkan respon imun non-spesifik atau bawaan (*innate immune response*) yang berinteraksi secara langsung dengan sel dari sistem yang mengaktifkan respon imun bawaan tersebut. Imunostimulan adalah zat-zat yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh terhadap infeksi penyakit, bukan meningkatkan respon imun spesifik (*acquired immune response*), tetapi meningkatkan respon imun non-spesifik baik melalui mekanisme pertahanan humoral maupun pertahanan seluler (Sakai, 1999 dalam Anonymous, 2010^a).

Udang windu seperti halnya krustasea lainnya hanya memiliki respon kekebalan non spesifik, sehingga diperlukan cara untuk menginduksi kekebalan udang terhadap kemungkinan serangan patogen. Beberapa substansi diketahui mampu meningkatkan respon kekebalan seperti Lipopolisakarida dan β -glukan (Scombes, 1994). Untuk itu perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan jenis imunostimulan yang lebih baik dan mampu untuk memacu dan mengoptimalkan respon imun non spesifik udang.

Menurut Setyaningsih (2004), Bahan-bahan aktif sebagian besar terdistribusi dalam organisme laut. Mikroalga merupakan salah satu jenis biota laut yang potensial sebagai bahan antibiotik. Salah satunya adalah *Chaetoceros gracilis* yang menghasilkan senyawa antimikroba. Ekstrak kasar *Chaetoceros gracilis* ini bisa menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas* sp, *Escherichia coli*, serta *Bacillus subtilis* dengan daerah hambatan berturut-turut 7-8 mm, 6-7 mm dan 7-30 mm.

Chaetoceros ceratosporum merupakan salah satu dari beberapa jenis biota laut yang ada. Belum banyak penelitian yang dilakukan khususnya mengenai pemanfaatan jenis ini sebagai kandidat imunostimulan yang dapat menghambat dan mematikan pertumbuhan bakteri vibriosis pada udang windu (*Penaeus monodon*). Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukannya penelitian mengenai pemanfaatan *Chaetoceros ceratosporum* sebagai salah satu bahan imunostimulan untuk mencegah penyakit *V. harveyi* pada udang windu (*Penaeus monodon*).

1.2 Rumusan Masalah

Udang windu seperti halnya krustasea lainnya hanya memiliki respon kekebalan non spesifik, sehingga diperlukan cara untuk menginduksi kekebalan udang terhadap kemungkinan serangan patogen. Beberapa substansi diketahui mampu meningkatkan respon kekebalan seperti Lipopolisakarida dan β -glukan yang diduga Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) mengandung β -glukan yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) Apakah pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) akan berpengaruh terhadap daya tahan tubuh yang dapat diukur dengan parameter aktivitas vibriocidal?

1.3 Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) terhadap daya tahan tubuh dengan pengukuran parameter aktivitas vibriocidal.
- Untuk mengetahui dosis yang terbaik pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) terhadap daya tahan tubuh dengan pengukuran parameter aktivitas vibriocidal.

1.4 Kegunaan Penelitian

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan terhadap perubahan sistem imun udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dengan pengukuran parameter aktivitas vibriocidal.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan salah satu solusi pencegahan penyakit pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dengan memanfaatkan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dengan pengukuran parameter aktivitas vibriocidal.

1.5 Hipotesis

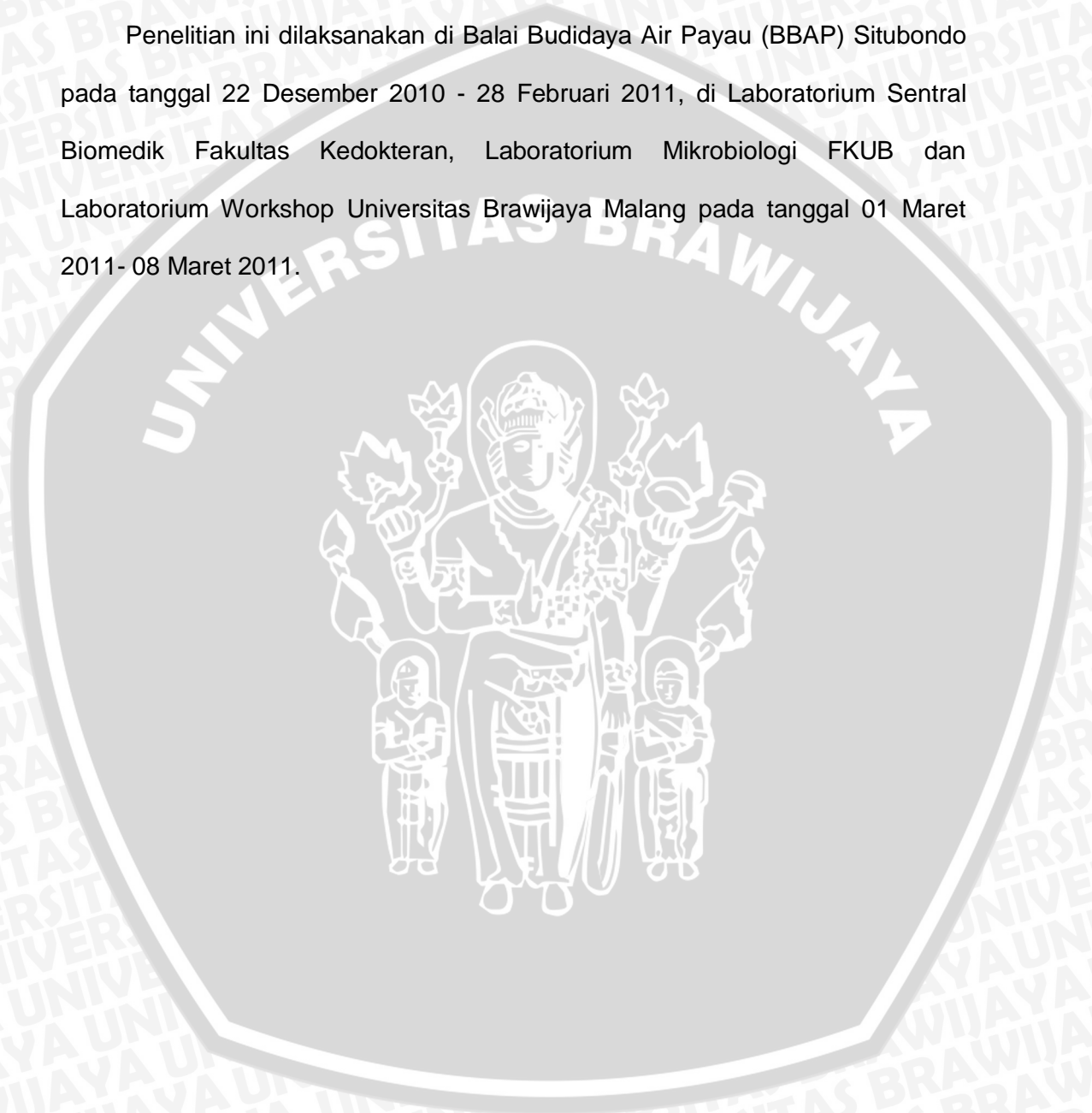
H_0 : Diduga bahwa pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan tidak dapat meningkatkan daya tahan tubuh udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dengan pengukuran parameter aktivitas vibriocidal.

H_1 : Diduga bahwa pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan dapat meningkatkan daya tahan tubuh udang windu

(*Penaeus monodon* Fab.) dengan pengukuran parameter aktivitas vibriocidal.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Situbondo pada tanggal 22 Desember 2010 - 28 Februari 2011, di Laboratorium Sentral Biomedik Fakultas Kedokteran, Laboratorium Mikrobiologi FKUB dan Laboratorium Workshop Universitas Brawijaya Malang pada tanggal 01 Maret 2011- 08 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.)

Menurut (Abun, 2006), udang windu (*Penaeus monodon*) (Gambar 1), secara internasional dikenal sebagai *black tiger*, *tiger shrimp* atau *tiger prawn*. Istilah *tiger* ini muncul karena corak tubuhnya berupa garis-garis loreng mirip harimau, tetapi warnanya hijau kebiruan. Nama ilmiah udang windu adalah *Penaeus monodon* yang termasuk golongan udang-udangan (*Crustaceae*) dan dikelompokkan sebagai udang laut atau udang *penaidae*.

Taksonomi udang windu 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> Fab.



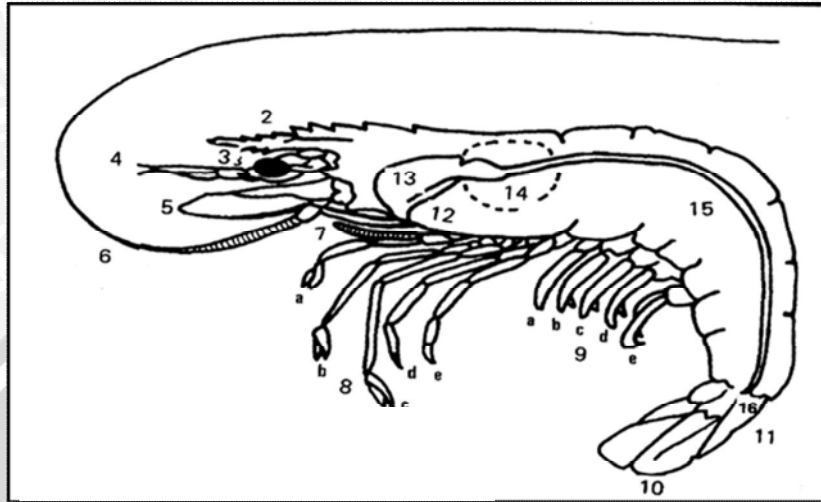
Gambar 1. Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) (Teamean, 2009)

Ditinjau dari morfologinya, tubuh udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) terbagi menjadi dua bagian, yakni bagian kepala yang menyatu dengan bagian dada (kepala-dada) disebut *cephalothorax* dan bagian perut (*abdomen*) yang terdapat ekor dibagian belakangnya. Semua bagian badan beserta anggota-anggotanya terdiri dari ruas-ruas (segmen). Kepala-dada terdiri dari 13 ruas, yaitu kepalanya sendiri 5 ruas dan dadanya 8 ruas, sedangkan bagian perut terdiri atas 6 segmen dan 1 telson. Tiap ruas badan mempunyai sepasang anggota badan yang beruas-ruas pula (Abun, 2006).

Pada bagian kepala-dada terdapat anggota-anggota tubuh lainnya yang berpasang-pasangan. Berturut-turut dari muka ke belakang adalah sungut kecil (*antennula*), sirip kepala, sungut besar (*antenna*), rahang (*mandibula*), alat-alat pembantu rahang (*maxilla*), dan kaki jalan (*pereiopoda*). Di bagian perut terdapat lima pasang kaki renang (*pleopoda*). Ujung ruas ke-6 arah belakang membentuk ujung ekor (*telson*). Di bawah pangkal ujung ekor terdapat lubang dubur (anus). Seluruh tubuh tertutup oleh kerangka luar yang disebut eksoskeleton, yang terbuat dari zat kitin. Bagian kepala ditutupi oleh cangkang kepala (karapaks) yang ujungnya meruncing disebut *rostrum*. Kerangka tersebut mengeras, kecuali pada sambungan-sambungan antara dua ruas tubuh yang berdekatan. Hal ini memudahkan mereka untuk bergerak. Udang betina lebih cepat tumbuh daripada udang jantan, sehingga pada umur yang sama tubuh udang betina lebih besar daripada udang jantan (Agung, 2007).

Jenis kelamin udang windu betina dapat diketahui dengan adanya telikum diantara kaki jalan ke-4 dan ke-5. Telikum berupa garis yang tipis dan akan melebar setelah terjadi fertilisasi. Sementara, jenis kelamin udang windu jantan dapat diketahui dengan adanya pentasma, yakni tonjolan diantara kaki renang

pertama (Murtidjo, 2003). Morfologi udang windu (*Penaeus monodon*) dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Morfologi udang penaeid (Motoh, 1981)

Keterangan:

- | | |
|---------------------|-------------------|
| 1 = cangkang kepala | 9 = kaki renang |
| 2 = cucuk 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 |

2.1.2 Habitat dan Siklus Hidup

Habitat udang berbeda-beda tergantung dari jenis dan persyaratan hidup dari tingkatan-tingkatan dalam daur hidupnya. Udang windu bersifat *euryhaline* yakni bisa hidup di laut yang berkadar garam tinggi hingga perairan payau yang berkadar garam rendah. Udang windu juga bersifat bentik, hidup pada permukaan dasar laut yang lumer (*soft*) terdiri dari campuran lumpur dan pasir terutama perairan berbentuk teluk dengan aliran sungai yang besar dan pada stadium post larva ditemukan di sepanjang pantai dimana pasang terendah dan tertinggi berfluktuasi sekitar 2 meter dengan aliran sungai kecil, dasarnya berpasir atau pasir lumpur (Lamadi, 2009).

Menurut Motoh (1981) dalam Lamadi (2009), membagi daur hidup udang windu menjadi enam tahap, yaitu sebagai berikut:

1. Tahap embrio

Dimulai pada saat pembuahan sampai penetasan.

2. Tahap larva

Terdiri dari stadia nauplius, zoea, mysis dan pasca larva. Akhir dari tahap ini ditandai oleh ruas abdomen ke enam yang lebih panjang dari panjang cangkang dan warna tubuh yang transparan yang ditutupi oleh pita berwarna coklat gelap memanjang dari pangkal antena hingga telson.

3. Tahap juvenil

Pada stadia awal ditandai oleh warna tubuh yang transparan dengan pita coklat gelap di bagian sentral. Tahap ini ditandai dengan fluktuasi perbandingan ukuran tubuh mulai stabil, yang berarti telah menginjak tahap udang muda.

4. Tahap udang muda

Pada tahap ini ukuran tubuh mulai stabil dan tumbuh tanda-tanda seksual dimana alat kelamin pada udang jantan yaitu pentasma mulai terlihat setelah panjang cangkang 30 mm, sedangkan pada betina telikum mulai terlihat setelah panjang cangkang mencapai 37 mm.

5. Tahap sebelum dewasa

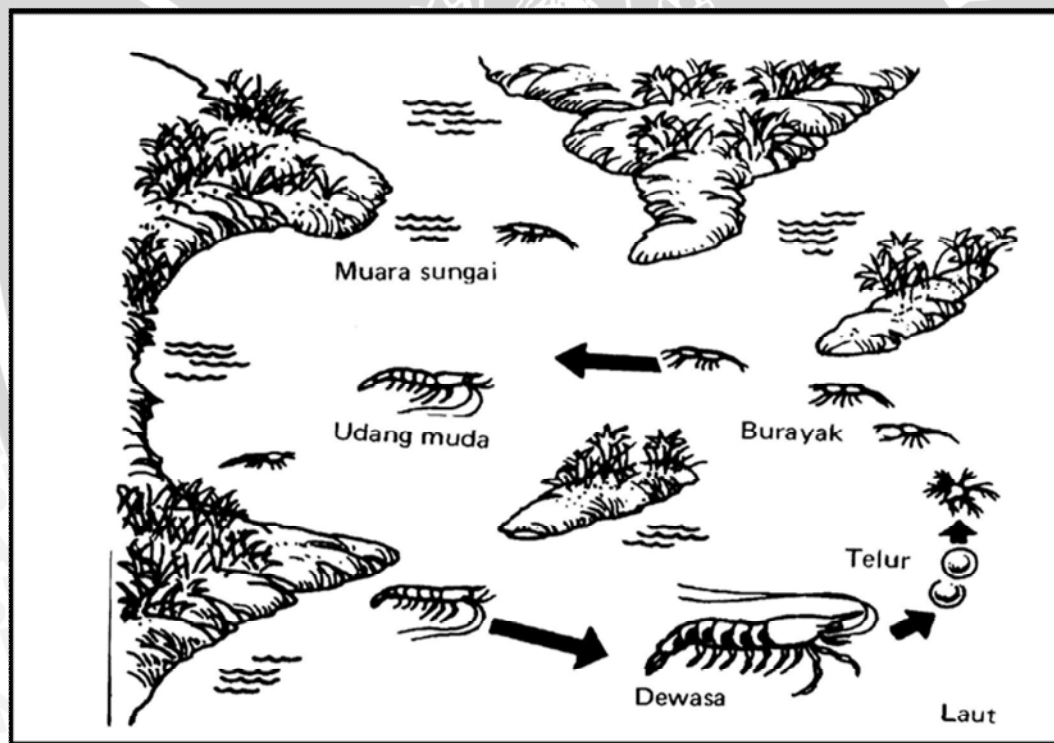
Ditandai dengan adanya kematangan seksual

6. Tahap dewasa

Udang windu dewasa ditandai dengan kematangan gonad yang sempurna. Pada udang jantan mempunyai spermatozoa pada pasangan *ampula terminalis* dan pada udang betina mempunyai *ovoctus* yang telah berkembang di dalam ovariumnya.

Udang windu daur hidupnya terdiri dari beberapa tahap. Tahap pertama dimulai sejak udang tumbuh menjadi dewasa dan matang gonad dan bergerak ke laut dalam. Disini udang akan melakukan perkawinan, memijah dan bertelur. Telur akan menetas dan berkembang menjadi nauplius, protozoa dan mysis. Kemudian tahap kedua dimulai dengan perubahan mysis menjadi pasca larva yang mulai bergerak ke daerah pantai dan mencapai estuaria, disini udang tumbuh 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.



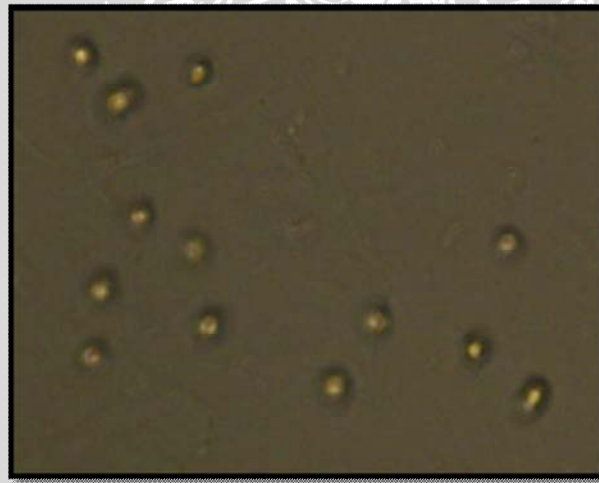
Gambar 3. Siklus hidup udang laut *Penaeidae* (Motoh, 1981)

2.2 *Chaetoceros ceratosporum*

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi *Chaetoceros ceratosporum*

Menurut Anonymous^b (2010), klasifikasi *Chaetoceros ceratosporum* adalah sebagai berikut:

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



Gambar 4. *Chaetoceros ceratosporum* dengan perbesaran 1.000x

Chaetoceros ceratosporum termasuk dalam golongan diatomae, mempunyai bentuk seperti silinder dan sebagian besar hidup di laut. Merupakan organisme bersel tunggal dan mempunyai dinding sel yang mengandung silikat (SiO_2). Perkembangbiakannya dengan pembelahan sel. Salah satu sel anak

mendapatkan bagian tutup kotak sementara sel anak yang lainnya mendapatkan bagian dasar kotak (Djarajah, 1995).

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. Populer sebagai pakan rotifer, kerang-kerangan, tiram dan larva udang (Tghnul, 2008).

2.2.2 Habitat dan Perkembangbiakan *Chaetoceros ceratosporum*

Pada umumnya diatomae jenis *Chaetoceros ceratosporum* dalam pustaka masih sangat terbatas namun secara umum genus *Chaetoceros* sp. memiliki habitat dan perkembangbiakan yang relatif sama. Menurut Taghnul (2008), *Chaetoceros* sp. merupakan organisme yang memiliki kemampuan adaptasi terhadap suhu tinggi. 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.

Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), bahwa *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.

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

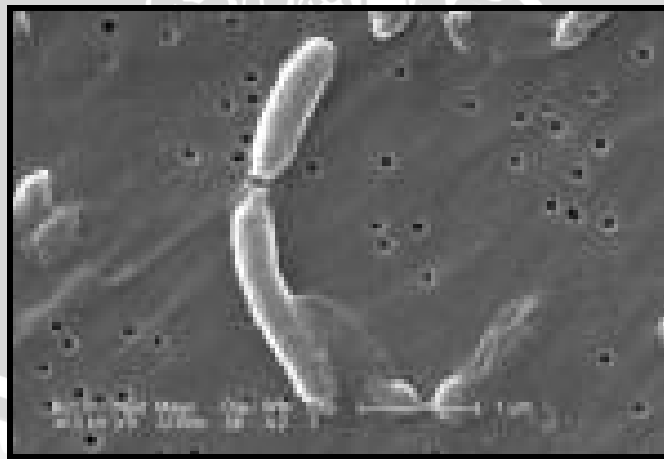
untuk menunjang ketersediaan unsur hara baik makro maupun mikro. Salah satu unsur hara makro (nutrien utama) yang sangat menunjang pertumbuhan *Chaetoceros* sp. adalah ketersediaan unsur nitrogen (N). Pada umumnya nitrogen yang dibutuhkan untuk media kultur yaitu dalam bentuk senyawa nitrat (Zulkifli,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

2.3 *Vibrio Harveyi*

2.3.1 Klasifikasi dan Morfologi

Berdasarkan Breed *et al.* (1948) dalam Agung (2007), *Vibrio harveyi* diklasifikasikan sebagai berikut :

- Divisi : Protophyta
- Kelas : Schizomycetes
- Ordo : Eubacteriales
- Famili : Pseudomonadaceae
- Genus : *Vibrio*
- Spesies : *Vibrio harveyi*



Gambar 5. *V. harveyi* (Biolib, 2007)

Secara umum ciri-ciri *Vibrio* sp. yaitu berbentuk koma atau batang pendek, bengkok atau lurus, bersel tunggal, mempunyai alat gerak berupa flagela kutub tunggal (*monotoric flagel*), termasuk gram negatif, ukuran sel

1-4 mm, tidak membentuk spora, oksidase positif, serta proses fermentasi karbohidratnya tidak membentuk gas (Agung, 2007).

Menurut Naiborhu (2002), bakteri *Vibrio* sp. merupakan bakteri gram negatif, berbentuk sel tunggal, berbentuk batang pendek yang bengkok (koma), atau lurus, bersifat motil, ukuran sel 1-4 mikron, berpendar dan mempunyai flagela disalah satu kutubnya.

2.3.2 Habitat dan Perkembangbiakan

Bakteri *Vibrio* sp. selain didapatkan di air laut juga ditemukan di air payau, hal ini dibuktikan dengan ditemukannya penyakit vibriosis pada ikan air payau. *Vibrio* sp. juga termasuk bakteri yang bersifat *halofil*, yaitu tumbuh dengan rentang toleransi salinitas 5-80 ppt dan tumbuh optimal pada salinitas 20-40 ppt (Agung, 2007).

Menurut Dwijoseputro (2003), pada umumnya bakteri hanya mengenal satu macam pembiakan saja, yaitu pembiakan secara aseksual atau vegetatif. Pembentukan ini berlangsung sangat cepat, jika faktor-faktor luar menguntungkan. Pelaksanaan pembiakan yaitu dengan pembelahan diri atau *devisio*. Pembelahan diri dapat dibagi menjadi 3 fase, yaitu fase pertama, dimana sitoplasma terbelah oleh sekat yang tumbuh tegak lurus pada arah memanjang. Sekat tersebut diikuti oleh suatu dinding yang melintang. Dinding melintang ini tidak selalu merupakan penyekat yang sempurna, ditengah-tengah sering ketinggalan suatu lubang kecil. Dimana protoplasma kedua sel baru masih tetap berhubungan. Hubungan protoplasma itu disebut *plasmodesmida*. Fase terakhir adalah terpisahnya kedua sel. Ada bakteri yang segera berpisah, yaitu yang satu terlepas sama sekali daripada yang lain, setelah dinding melintang menyekat secara sempurna. Bakteri yang semacam ini merupakan koloni yang merata, jika dipelihara pada medium padat. Sebaliknya, bakteri-bakteri yang dindingnya lebih

kokoh itu tetap bergandeng-gandengan setelah pembelahan. Bakteri merupakan koloni yang kasar permukaannya.

2.3.3 Infeksi dan Tanda-Tanda Penyerangannya

Bakteri *Vibrio* sp. merupakan bakteri patogen yang berbahaya bagi udang windu. Bakteri patogen dapat dibedakan atas dua tipe yaitu bakteri *obligate* dan bakteri *non obligate*. *Pathogen obligate* yaitu patogen yang dapat menimbulkan penyakit setiap kali kontak dengan inangnya atau dengan kata lain bakteri ini dapat hidup dan berkembangbiak jika mendapat inang. Sedangkan bakteri *non obligate* yaitu patogen yang dapat hidup dan berkembang, baik di dalam inang maupun bebas di luar inang, seperti *Vibrio* sp. (Naiborhu, 2002).

Vibrio sp. merupakan penyebab utama penyakit udang menyala dan dapat berperan sebagai patogen primer ataupun patogen sekunder. Sebagai patogen primer, *Vibrio* sp. masuk melalui kontak langsung dengan organisme, sedangkan sebagai patogen sekunder, *Vibrio* sp. menginfeksi organisme yang telah terlebih dahulu terinfeksi penyakit lain. Menurut Rheinheimer (1985) dalam Taslihan (1988), *Vibrio* sp. menyerang dengan merusak lapisan kutikula yang mengandung kitin dikarenakan *Vibrio* sp. memiliki kitinase, lipase, dan protease. Penyakit udang menyala ini pada umumnya menyerang udang pada stadia mysis sampai awal pasca larva.

Tanda vibriosis adalah serupa pada banyak penyakit bakterial ikan lainnya. Gejala umumnya dimulai dengan kelesuan dan hilangnya selera makan. Penyakit vibriosis juga ditandai dengan kulit menjadi buram (*discolored*), merah dan *necrotic* (mati), sakit seperti melepuh dapat terlihat pada permukaan tubuh, adakalanya pecah pada permukaan kulit menghasilkan luka terbuka. Bintik-bintik darah (*Erythema*) yang umum terjadi di sekitar sirip dan mulut (Fahri, 2009).

Bakteri *Vibrio* sp. melakukan infeksi ke dalam cairan tubuh larva dan udang dewasa dengan tanda-tanda kelainan warna pada udang karena ekspansi kromatofor, erosi eksoskeleton dan bentuk tubuh tidak normal. Kematian pada udang saat stadia larva sampai pasca larva ditandai dengan ciri-ciri: larva kelihatan lemah, tidak aktif berenang, nafsu makan kurang, tubuh dan antena berwarna merah, dan larva udang kelihatan menyala seperti yang disebabkan oleh bakteri *V. harveyi* (Naiborhu, 2002).

2.4 Sistem Pertahanan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Sistem pertahanan tubuh udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) tidak mempunyai kemampuan mengingat antigen dan merupakan sistem kekebalan non spesifik. Seperti halnya hewan-hewan avertebrata yang lain, udang tidak memiliki antibodi dan karena itu mekanisme pertahanan tubuhnya sangat mengandalkan sistem imunitas bawaan (*innate immunity*) dalam membasmi patogen yang masuk ke dalam tubuhnya (Sritunyaluksana, 2001).

Sistem pertahanan tubuh utama pada udang terdiri dari dua bagian yaitu sistem pertahanan tubuh seluler dan sistem pertahanan humoral. Sistem pertahanan seluler meliputi fagosit sel-sel hemosit, nodulasi dan enkapsulasi. Sistem pertahanan humoral mencakup phenoloxidase (PO), prophenoloxidase (ProPO), lectin dan aglutinin. Kedua sistem pertahanan ini bekerja sama memberikan perlindungan tubuh terhadap infeksi organisme patogen dari lingkungan (Johansson *et. al*, 1989).

2.5 Immunostimulan

Imunostimulan adalah senyawa tertentu yang dapat meningkatkan mekanisme pertahanan tubuh baik secara spesifik maupun non spesifik, dan terjadi induksi non spesifik baik mekanisme pertahanan seluler maupun humoral.

Pertahanan non spesifik terhadap antigen ini disebut paramunitas, dan zat yang berhubungan dengan penginduksi disebut paraimunitas (Usman, 2010).

Imunostimulan adalah zat kimia, obat-obatan, stressor, atau aksi yang meningkatkan respon imun non spesifik atau bawaan (*innate immune response*) yang berinteraksi secara langsung dengan sel dari sistem yang mengaktifkan respon imun bawaan tersebut. Imunostimulan adalah zat-zat yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh terhadap infeksi penyakit, bukan meningkatkan respon imun spesifik (*acquired immune response*), tetapi meningkatkan respon imun non spesifik baik melalui mekanisme pertahanan humoral maupun pertahanan seluler (Sakai, 1999 dalam Anonymous^a, 2010).

Menurut Syamhudi (2005), Sistem imun non spesifik merupakan bagian tubuh terdepan dalam menghadapi serangan berbagai mikroorganisme, oleh karena dapat memberikan respon langsung terhadap antigen walaupun sebelumnya tubuh tidak pernah terpapar dengan zat tersebut. Disebut non spesifik karena tidak ditunjukkan langsung mikroorganisme tertentu, telah ada dan berfungsi sejak lahir. Sistem imun spesifik merupakan imunitas yang didapat yang timbul akibat respon terhadap antigen tertentu yang pernah terpapar sebelumnya, sistem imun ini mempunyai kemampuan untuk mengenal benda yang dianggap asing. Benda asing yang pertama kali terpapar dalam tubuh segera dikenal oleh sistem imun spesifik sehingga bila bertemu kembali akan lebih cepat dikenal dan kemudian dihancurkannya.

Penggunaan imunostimulan sebagai pakan suplemen dapat meningkatkan pertahanan alami udang sehingga resisten terhadap patogen selama periode stres. Imunostimulan mengaktifkan mekanisme non spesifik dan sel perantara imunitas. imunostimulan dapat meningkatkan daya tahan tubuh terhadap infeksi, serta dapat meningkatkan mekanisme pertahanan non spesifik (Pebrianto, 2009).

2.6 Aktivitas Vibriocidal

Antigen yang terlibat dalam reaksi *in vitro* vibriocidal diselidiki bahwa aktivitas vibriocidal diyakini bertanggung jawab dalam kekebalan anti bakterial, (Hee, *et al.*, 1971). Hal ini diperkuat dengan pernyataan Setyaningsih (2004), bahwa Mekanisme kerja bakterisidal adalah mencegah pertumbuhan dan menyebabkan kematian bakteri.

Menurut Devaraja *et al.* (1998), aktivitas vibriocidal diukur dengan modifikasi prosedur Adams (1991), secara singkat, *V. harveyi* dikultur semalam dalam *Tryptic Soy Broth* (TSB) pada suhu 30 °C. Bakteri disentrifuse dan dicuci dengan *Phosphate Buffered Saline* (PBS) dan diresuspensi di dalamnya sampai volume aslinya. Untuk 100µl *Plasma Supernatant* (PS) atau *Hemocyte Lysate Supernatant* (HLS), suspensi bakteri 1µl ditambahkan dan diinkubasikan selama 1 jam. Selanjutnya dilakukan pengenceran sepuluh kali dalam PBS dan di kultur pada *Tryptic Soy Agar* (TSA). Setelah 24 jam pada 30 °C, koloni yang tumbuh dihitung. Persentase penghambatan dihitung dengan rumus Adams (1991), sebagai berikut:

$$\% \text{ Hambatan} = 100 - \frac{\text{cfu/ml pada udang yang telah mendapat perlakuan}}{\text{cfu/ml pada udang yang tidak mendapat perlakuan}} \times 100$$

BAB III. MATERI PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan selama penelitian ini dapat dan dibedakan sebagai berikut :

a. Peralatan Pemeliharaan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

- Akuarium yang berukuran 45 x 45 x 45 cm³ sebanyak 12 buah beserta perlengkapannya
- Bak fiber dengan diameter 150 cm dan tinggi 80 cm
- Bak tandon air
- Timbangan digital "HIMATZU" ketelitian 0,01 gram
- Selang penyiponan
- Sesar
- Thermometer
- pH meter
- Refraktometer
- DO meter

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan pakan antara lain :

- | | |
|-------------------|--------------------|
| - Oven | - Alas seng |
| - Timbangan | - Sarung tangan |
| Digital "HIMATZU" | - Pengaduk |
| - Mangkok | - Penggiling pakan |
| - Ember plastik | |

b. Peralatan Uji Aktivitas Vibriocidal

- Eppendorft 1,5 ml
- Falkon 15 cc
- Syringe 1 ml
- Mikropipet 1.000 μ l dan 100 μ l
- Yellow tip dan Blue tip
- Rak tabung reaksi
- Petridish
- Autoklaf
- Inkubator
- Lemari pendingin
- Jarum ose
- Pembakar Bunsen
- Sprayer
- Sentrifuge mikro 22R
- Handtally counter
- Camera digital
- Cool box

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan selama penelitian ini dapat dibedakan sebagai berikut:

a. Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang diperoleh dari petani yang berada di Dusun Keperan, Desa Pecinan, Kecamatan Mangaran, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Udang windu yang digunakan dengan umur berkisar 3-5 bulan dan bobot rata-rata 21,51 \pm 0,95 gram/ekor.

b. Media Pemeliharaan

Media pemeliharaan 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 45 x 45 x 45 cm³ sebanyak 12 buah dengan ketinggian air 30 cm. Media percobaan sebelumnya telah diberi aerasi untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut. 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

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

Tabel 1. Komposisi kimia bahan penyusun pakan percobaan

Analisis	Tepung Rebon	Tepung Plankton	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 = (4 X %Protein)+(9 X % Lemak)+(4 X BETN)

Tabel 2. Komposisi formulasi pakan percobaan

Bahan %	Perlakuan(% Tepung Plankton terhadap Formula Pakan)			
	A (0)	B (3,04)	C (6,09)	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	9,13
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	1,02
Total	100	100	100	100

d. Pembuatan Pakan

- Tepung rebon
- Tepung tapioka
- Tepung plankton (*Chaetoceros ceratosporum*)
- Minyak ikan
- Minyak jagung
- Vitamin miks
- Mineral miks
- CMC

e. Uji Aktivitas Vibriocidal

- Bakteri *Vibrio harveyi* 10⁶ sel/ml
- Hemolim udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)
- Aluminium foil
- TSA (*Triptic Soya Agar*)

- TCBSA (*Thiosulphat Citrate Bilesalt Sucrose Agar*)
- TSB+ (*Triptic Soya Broth*)
- PBS (*Phosphate Buffered Saline*)
- Kertas label
- Tissue
- Alkohol 70%
- Spirtus

Adapun beberapa peralatan dan bahan yang digunakan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar Lampiran 1.

3.2 Metode dan Rancangan Penelitian

3.2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Menurut Natzir (1983), penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol. Tujuan dari penelitian eksperimental adalah untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta seberapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyediakan kontrol untuk penelitian.

3.2.2 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan 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:

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

Keterangan:

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

μ : Nilai rata-rata

α_i : Pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} : Pengaruh gallet percobaan dari perlakuan ke-l dan ulangan ke-j

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Keempat perlakuan tersebut adalah sebagai berikut:

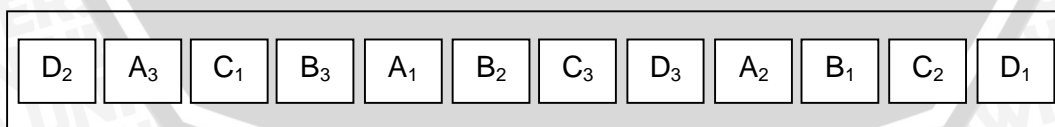
Pakan A :Pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) 0% dalam formula pakan

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

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

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

Adapun denah untuk penelitian seperti terlihat pada Gambar 6 sebagai berikut :



Gambar 6. Denah / tata letak akuarium percobaan

Keterangan : A, B, C, D : Perlakuan
1, 2, 3 : Ulangan

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian yang akan dicapai maka persiapan penelitian yang dilakukan yaitu:

- Formula pakan untuk udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dengan pemanfaatan *Chaetoceros ceratosporum* yang telah diketahui komposisi kimianya dengan berbagai dosis perlakuan dapat terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.
- Uji formula pakan skala Laboratorium untuk daya tahan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) melalui parameter pengukuran aktivitas vibriocidal dengan menggunakan metode eksperimen dan rancangan acak lengkap.
- Persiapan Hewan Uji

Udang windu diperoleh dari tambak tradisional di dusun Keperan, desa Pecinan, kecamatan Mangaran, kabupaten Situbondo, dengan berat rata-rata $21,5 \pm 0,95$ gr. Untuk proses aklimatisasi, udang diadaptasikan dalam 3 bak fiber dengan kepadatan udang pada masing-masing bak adalah 80 ekor/bak selama 48 jam kemudian dipindahkan ke dalam masing-masing aquarium berisi 4 ekor udang untuk masa pemeliharaan selama 30 hari.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari:

1. Formulasi Pakan

- Mempersiapkan bahan yang terdiri dari: *Chaetoceros ceratosporum* kering hasil kultur, tepung rebon, minyak ikan, minyak jagung, tepung tapioka, vitamin miks, mineral miks, dan CMC. Dibuat formula pakan dengan

memanfaatkan *Caetoceros ceratosporum* sebagai pakan percobaan dengan komposisi kimia bahan penyusun pakan percobaan.

- Membuat pakan sesuai dengan formula pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) seperti tampak pada Lampiran 2. Dimulai dengan pencampuran bahan pakan mulai dari berat bahan pakan yang paling sedikit hingga ke berat bahan pakan terbesar agar pakan tercampur secara rata.

2. 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 diberikan dengan jumlah pakan 3% dari berat badan biomas/hari dengan pemberian pakan pagi 30%, sore 30% dan malam 40% dari jumlah pakan sehari
- pakan diberikan dengan frekuensi 3 kali sehari yaitu pukul 08.00 WIB, 16.00 WIB dan 21.00 WIB
- Sebelum pemberian pakan, terlebih dahulu dilakukan penyiponan sisa-sisa pakan dan pergantian air sebanyak $\pm 30\%$ /hari dari volume media pemeliharaan
- Pengukuran suhu dan derajat keasaman (pH) dilakukan setiap hari pada pagi dan sore hari (pukul 06.00 dan 16.00 WIB)
- Pengukuran kandungan amonia dan oksigen terlarut dilakukan setiap 10 hari sekali pada pagi hari sebelum dilakukan sampling

- Pada akhir penelitian setelah 30 hari dilakukan uji respon imun pada udang windu (*penaeus monodon* Fab.) terhadap parameter aktivitas vibriocidal.

3.3.3 Percobaan Pakan terhadap Daya Tahan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

3.3.3.1 Pembuatan Media Kultur Bakteri *Vibrio harveyi* selama Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan media untuk kultur bakteri *Vibrio harveyi* sebagai berikut:

a. Media TCBSA

1. Ditimbang 88 gram bubuk medium TCBSA
2. Dimasukkan erlemeyer volume 2 liter
3. Ditambahkan aquades sedikit-sedikit sambil digoyang sampai 1 liter
4. Dimasukkan dalam *waterbath* suhu 100 °C selama 15 menit
5. Selama pemanasan di *waterbath* sesekali erlemeyer digoyang untuk membantu pelarutan supaya homogen
6. jika sudah larut sempurna dengan tidak adanya agar yang menempel pada dinding erlemeyer, medium dituangkan pada cawan steril ± 20 ml , tutup cawan dibiarkan sedikit terbuka untuk mengeluarkan uap panas
7. Jika sudah mengeras medium dalam cawan tersebut diinkubasi 37 °C selama 24 jam untuk uji sterilitas medium

b. Media TSA

- 1 Ditimbang 40 gram bubuk medium TSA
- 2 Dimasukkan erlemeyer volume 2 liter
- 3 Ditambahkan aquades sedikit-sedikit sambil digoyang sampai 1 liter
- 4 Dimasukkan dalam *waterbath* suhu 100 °C selama 15 menit
- 5 Selama pemanasan di *waterbath* sesekali erlemeyer digoyang untuk membantu pelarutan supaya homogen

- 6 jika sudah larut sempurna dengan tidak adanya agar yang menempel pada dinding erlemeyer, medium dalam erlemeyer tersebut disterilisasi dalam autoklaf suhu 121°C tekanan 2 Atm selama 15 menit
- 7 Setelah disterilisasi medium didinginkan sampai suhu $\pm 45^{\circ}\text{C}$
- 8 Medium dituangkan pada cawan steril ± 20 ml per cawan petri
- 9 Jika sudah mengeras medium dalam cawan tersebut diinkubasi 37°C selama 24 jam untuk uji sterilitas medium

c. Media Tryptone Soya Broth (TSB+)

- 1 Ditimbang 40 gram bubuk medium TSB+
- 2 Masukkan ke dalam erlemeyer volume 1 liter
- 3 Ditambahkan aquades sedikit-sedikit sambil digoyang sampai 1 liter
- 4 Dimasukkan dalam *waterbath* suhu 100°C selama 15 menit
- 5 Selama pemanasan di *waterbath* sesekali erlemeyer digoyang untuk membantu pelarutan supaya homogen
- 6 jika sudah larut sempurna dengan tidak adanya agar yang menempel pada dinding erlemeyer, medium dalam erlemeyer tersebut disterilisasi dalam autoklaf suhu 121°C tekanan 2 Atm selama 15 menit
- 7 Jika telah melewati uji sterilitas medium siap untuk digunakan

3.3.3.2 Pembuatan biakan murni bakteri *Vibrio harveyi*

a. Prosedur Kultur *Vibrio harveyi*

1. Sterilisasi jarum ose lengkung dengan pemanasan diatas bunsen
2. Setelah jarum ose dipastikan dingin ambil bakteri vibrio dari stock dengan cara menyentuhkan ujung ose pada stock
3. Goreskan dipermukaan media TCBSA, dengan metode streaking kuadran untuk mendapatkan koloni terpisah
4. Inkubasikan media pada suhu 30°C selama 24 jam.

5. Koloni murni yang tumbuh diidentifikasi ulang untuk memastikan spesies bakteri.
6. Setelah terbukti spesies *Vibrio harveyi*, dilakukan kultur pengayaan untuk memproduksi dalam jumlah yang besar.

b. Prosedur kultur Pengayaan *Vibrio harveyi*

1. Dengan ose steril ambil koloni murni, masukkan ke dalam erlemeyer yang berisi media cair TSB+
2. Tutup erlenmeyer kembali dengan kapas steril, masukkan ke dalam *shaker waterbath*
3. Inkubasikan media pada suhu 30 °C dengan kecepatan shaking 100 rpm selama 2 x 24 jam
4. Diamati hasil kultur pastikan tidak ada kontaminasi dengan pewarnaan gram dan dilihat di bawah mikroskop
5. Kemudian kepadatan bakteri kultur dibaca dengan menggunakan Spektrofotometer.
6. Dari hasil pengukuran OD (*Optical Density*) dilakukan pengenceran sesuai dengan kepadatan bakteri yang diinginkan.

3.3.3.3 Uji Respon Imun Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Pada penelitian ini uji respon imun dilakukan secara *in vitro* dengan beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

- Pengambilan darah udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Darah udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) diambil dari darah udang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang telah mendapat perlakuan selama penelitian. Darah udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) diambil dengan menggunakan spuit 1 ml yang disuntikkan pada kaki

jalan ketiga dengan perbandingan anti koagulan (Natrium sitrat 10% pH 7,2) dan darah yaitu 1:1.

➤ Pembuatan Plasma Supernatan (PS)

Pembuatan Plasma Supernatan (PS) yaitu dari darah udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang telah diambil, selanjutnya disentrifuse dengan kecepatan 2.300 rpm, selama 10 menit, dengan suhu 4 °C. Sentrifuse ini bertujuan untuk memisahkan antara pelet dengan supernatan. Setelah sentrifuse selesai diambil supernatan sebagai plasma supernatan.

➤ Uji aktivitas vibriocidal

Pada uji aktivitas vibriocidal yang dilakukan dalam penelitian yaitu pertama dilakukan kultur bakteri *Vibrio harveyi* pada media TCBSA, selanjutnya dilakukan pengkayaan bakteri *Vibrio harveyi* pada media TSB+, kemudian dilakukan uji aktivitas vibriocidal dengan menggunakan modifikasi dari prosedur Adam (1991) yang selanjutnya dimodifikasi dengan melakukan pengenceran seratus kali dalam PBS yaitu sebagai berikut:

- *V. harveyi* 10⁶ sel/ml yang didapat dari kultur pada media TSB suhu 30 °C.
- Bakteri disentrifuse dengan kecepatan 4.000 rpm, selama 20 menit pada suhu 4 °C. Didapatkan pelet dan supernatan.
- Pelet yang didapatkan diambil dan dicuci dengan menambahkan 1 ml *Phosphate Buffered Saline* (PBS), selanjutnya disentrifuse dengan kecepatan 4.000 rpm, selama 20 menit pada suhu 4 °C.
- Dilakukan pipeting pada bakteri.

- Untuk 1µl suspensi bakteri ditambahkan ke 100µl PS diinkubasikan pada suhu 30 °C selama 1 jam.
- Dilakukan pengenceran seratus kali dalam PBS dan di kultur pada TSA.
- Setelah 24 jam pada suhu 30 °C, koloni yang tumbuh dihitung. Persentase penghambatan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Hambatan} = 100 - \frac{\text{cfu/ml pada udang yang telah mendapat perlakuan}}{\text{cfu/ml pada udang yang tidak mendapat perlakuan}} \times 100$$

Untuk lebih jelasnya mengenai prosedur Uji respon imun udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dapat dilihat pada bagan Uji Respon imun udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) Lampiran 3.

3.4 Parameter Uji

3.4.1 Parameter Utama

Parameter Utama dalam penelitian ini adalah pengamatan pada aktivitas vibriocidal. Dalam pengamatan aktivitas vibriocidal ini koloni bakteri *vibrio* sp. yang tumbuh dapat dilakukan perhitungan Persentase penghambatan dengan rumus sebagai berikut:

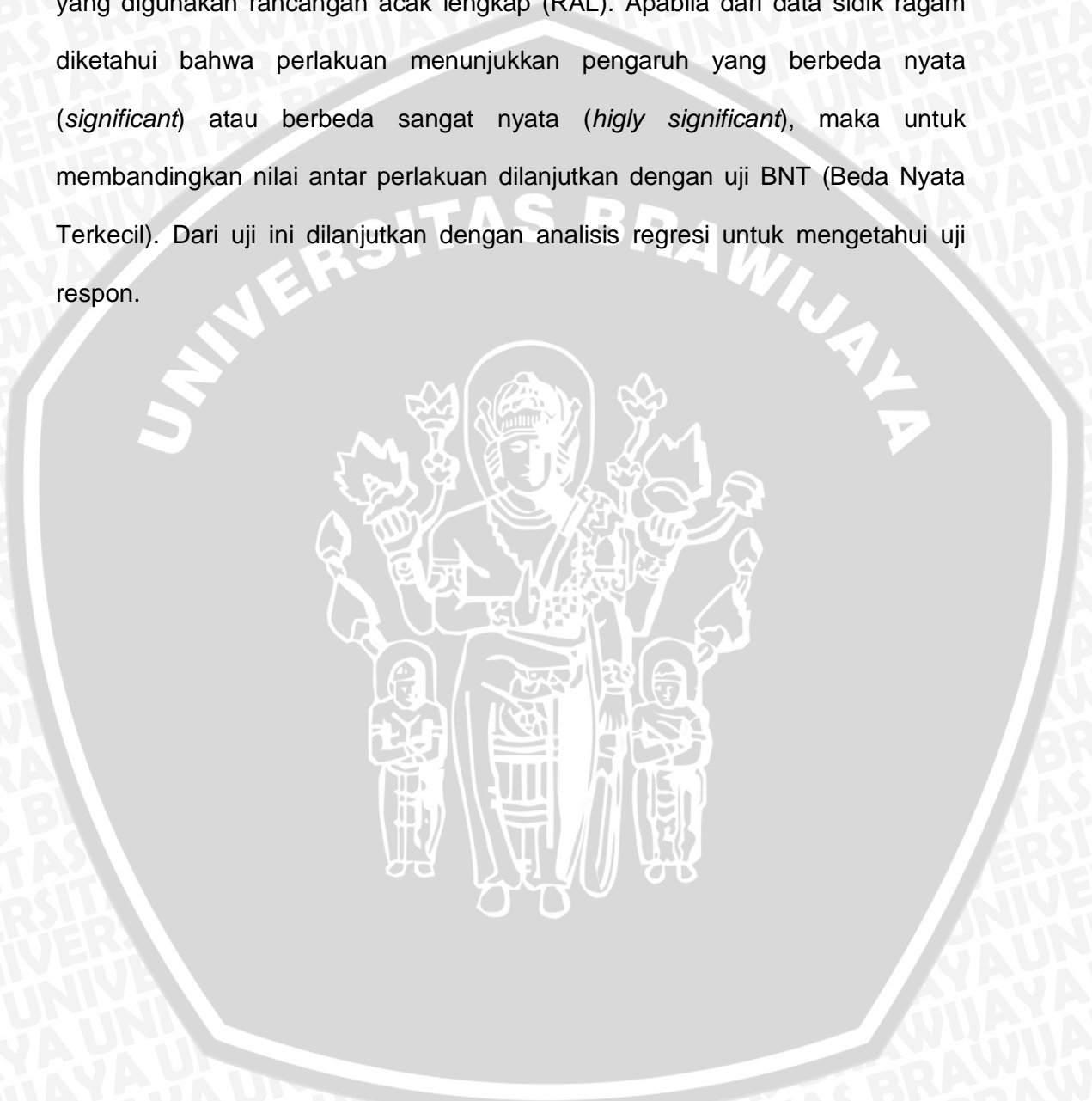
$$\% \text{ Hambatan} = 100 - \frac{\text{cfu/ml pada udang yang telah mendapat perlakuan}}{\text{cfu/ml pada udang yang tidak mendapat perlakuan}} \times 100$$

3.4.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang yang diamati dalam penelitian ini adalah pengamatan parameter kualitas air media budidaya yaitu suhu yang diukur dengan menggunakan thermometer, oksigen terlarut/*Dissolved Oxygen* (DO) dengan menggunakan DO meter, pH diukur dengan pH meter dan Amonia (NH₃).

3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian, akan di analisis 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*), 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

4.1 Uji Aktivitas Vibriocidal pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Aktivitas vibriocidal diyakini bertanggung jawab dalam kekebalan anti bakterial. Hasil perhitungan pengukuran aktivitas vibriocidal pada hemosit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) seperti terlihat pada Tabel 3 dan Lampiran 4.

Tabel 3. Data hasil uji aktivitas vibriocidal pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Perlakuan	Konsentrasi	Aktivitas vibriocidal (%)
A	0%	0
B	3,04%	68,11667 ± 0,96257
C	6,08%	84,85 ± 3,1069
D	9,12%	69,38667 ± 1,47127

Berdasarkan data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai rerata hambatan yang diperoleh dari perlakuan A (kontrol) sampai dengan perlakuan D (pakan yang mengandung *Chaetoceros ceratosporum* 9,12%) yaitu berkisar antara 0%-84,8%. Dimana rerata hambatan yang tertinggi yaitu pada perlakuan C (pakan yang mengandung *Chaetoceros ceratosporum* 6,08%).

Data pada Tabel 3 di analisis menggunakan SPSS 15 untuk menunjukkan data menyebar normal, dapat dilihat pada Lampiran 5. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap nilai aktivitas vibriocidal maka dilakukan perhitungan statistik Lampiran 6 dan didapatkan hasil sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 4.

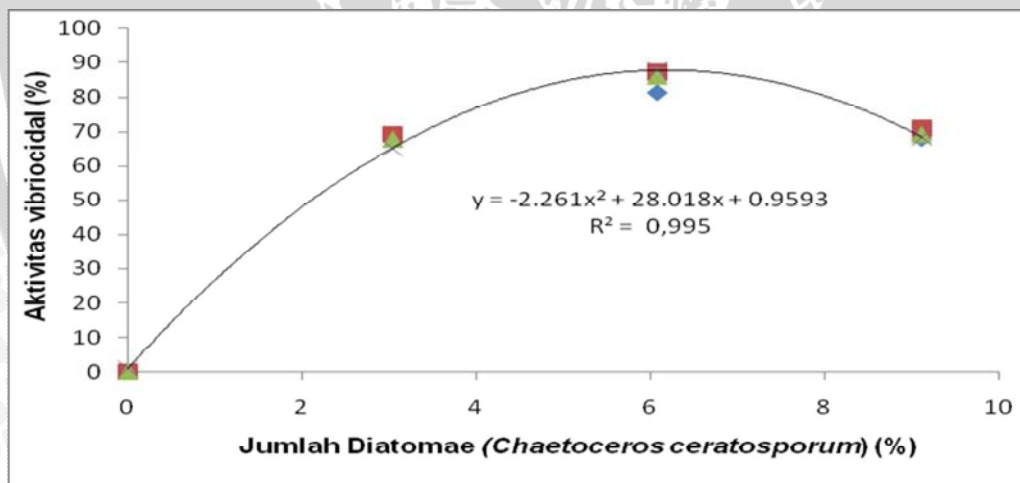
Tabel 4. Sidik ragam aktivitas vibriocidal udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	12880,98	4293,66	1347,67**	4,07	7,59
Acak	8	25,49	3,19			
Total	11	12906,47				

Keterangan : ** : Berbeda Sangat Nyata

Berdasarkan hasil sidik ragam pada Tabel 5 menunjukkan bahwa pemanfaatan *Chaetoceros ceratosporum* sangat berpengaruh yang nyata terhadap nilai aktivitas vibriocidal pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dimana F hitung lebih besar dari F tabel 5% dan F tabel 1 %. Maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada Lampiran 7 untuk 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 uji BNT dilanjutkan dengan analisis regresi untuk mengetahui uji respon. Hubungan antara pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan terhadap aktivitas vibriocidal pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) diantara perlakuan dengan dosis yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan udang windu (*Peneaus monodon* Fab.) terhadap aktivitas vibriocidal diantara perlakuan dengan dosis yang berbeda.

Keterangan :

- ◆ A : Ulangan 1
- B : Ulangan 2
- ▲ C : Ulangan 3
- ✕ D : Hasil analisis polinomial orthogonal

Hubungan antara pemanfaatan Diatomae (*Chaetoceros ceratosporum*) dalam formula pakan terhadap aktivitas vibriocidal pada udang windu (*Peneaus monodon* Fab.) diantara perlakuan dengan dosis yang berbeda menunjukkan persamaan kuadrat $y = -2,261X^2 + 28,018X + 0,9593$ dengan nilai R^2 yaitu 0,995, hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai aktivitas vibriocidal pada udang windu (*Peneaus monodon* Fab.) sangat ditentukan oleh variabel penambahan imunostimulan. Dari hasil persamaan tersebut didapatkan nilai perlakuan maksimum pada dosis *Chaetoceros ceratosporum* 6,20 % dengan nilai aktivitas vibriocidal 87,76%.

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai maksimum terdapat pada perlakuan C dengan nilai aktivitas vibriocidal 87,76%. Akan tetapi, terdapat penurunan nilai aktivitas vibriocidal dari perlakuan pakan yang mengandung *Chaetoceros ceratosporum* 6,08% dalam formula pakan ke perlakuan pakan yang mengandung *Chaetoceros ceratosporum* 9,12% dalam formula pakan. Hal ini mungkin disebabkan di dalam tubuh mahluk hidup termasuk udang bersifat homeostatis.

4.2 Pembahasan

Pada pengamatan aktivitas vibriocidal dapat diambil kesimpulan bahwa berdasarkan hasil uji Anova (*Analysis of Variance*) dan polynomial orthogonal nilai rerata persentase hambatan yang diperoleh dari uji aktivitas vibriocidal terjadi peningkatan dibandingkan dengan kontrol, dengan dosis yang terbaik yaitu terdapat pada perlakuan C (pakan dengan kandungan *Chetoceros ceratosporum* 6,08 %), namun nilai antara perlakuan dosis 6,08% dengan 9,12% mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Devaraja, *et al.* (1988) yang membuktikan bahwa pemanfaatan 0,2 % glucan dari yeast dan 10 %

bacterin melalui pakan dapat meningkatkan aktivitas vibriocidal pada udang windu, namun pada dosis yang lebih tinggi hasilnya menurun.

Aktivitas vibriocidal ini dapat mencegah pertumbuhan atau mematikan suatu organisme. Peningkatan rerata persentase hambatan tersebut dikarenakan adanya kerja imunostimulan dari *Chaetoceros ceratosporum* sehingga *Chaetoceros ceratosporum* sangat berpengaruh terhadap daya tahan tubuh udang windu (*Penaeus monodon* Fab). *Chaetoceros ceratosporum* ini diduga mengandung β -glukan. Menurut Storseth *et.al.* (2003), bahwa *chaetoceros mulleri* telah ditemukan adanya β -(1 \rightarrow 3) glukan. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Storseth *et.al.* (2006), bahwa *chaetoceros debilis* mengandung β -glukan dengan rantai panjang yaitu dari β -(1 \rightarrow 6) yang memiliki percabangan.

Itami *et al.* (1994) dalam Devaraja, *et al.* (1988) mengemukakan bahwa pemberian β -glukan dapat meningkatkan ketahanan terhadap penyakit udang Kuruma, *P. japonicus*. Mereka mencatat aktivitas fagositosis tinggi di hemosit dari *P. japonicus* diobati dengan glukan 0,01% selama 3 hari atau 0,005% glukan selama 10 hari. Hasil studi ini menunjukkan bahwa glukan 0,1% untuk satu hari dapat menimbulkan aktivitas vibriocidal di keduanya baik dari hemosit maupun plasma.

Cang *et al.* (2000) dalam Pebrianto (2009), bahwa resistensi krustasea terhadap patogen karena adanya pemberian β -glukan sehingga memicu terjadinya aktifitas phenoloxidase, selanjutnya meningkatkan fagositosis, sel adhesi, dan produk superoxide dalam hemosit.

Berdasarkan Fontaine dan Lightner (1974) dalam Pebrianto (2009), meningkatnya ketahanan tubuh udang dapat diketahui dengan meningkatnya aktifitas sel fagosit dari hemosit. Fagositosis merupakan mekanisme pertahanan non spesifik yang secara umum dapat melindungi infeksi patogen. Mekanisme

aktifitas hemosit pada udang terdiri dari mekanisme penjeratan (*encapsulasi*) terhadap suatu materi asing, mekanisme fagositosis gabungan terbentuk dari beberapa hemosit yang membentuk kumpulan lebih besar.

Nilai rerata aktivitas vibriocidal pada perlakuan D (pakan dengan kandungan *Chetoceros ceratosporum* 9,12%) justru mengalami penurunan dari perlakuan C (pakan dengan kandungan *Chetoceros ceratosporum* dengan konsentrasi 6,08%), hal ini mungkin disebabkan tubuh mahluk hidup termasuk udang bersifat homeostatis, dimana tubuh akan menerima asupan dari luar seperti pakan sesuai kondisi dalam tubuh, jika asupan dari luar berlebih maka tubuh akan sulit untuk menerima asupan tersebut yang akibatnya tidak akan direspon oleh tubuh. Menurut Siagian (2004), bahwa homeostatis pada dasarnya adalah untuk menstabilkan cairan di sekitar 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.

4.3 Kualitas Air

Pengamatan kualitas air dilakukan sebagai data penunjang dalam penelitian. Kualitas air berkaitan erat dengan kondisi kesehatan udang. Hal itu berhubungan dengan faktor stres udang akibat perubahan parameter kualitas air. Parameter kualitas air sebagai penunjang yang diukur pada penelitian ini adalah suhu, pH, DO dan NH₃. Selama penelitian parameter kualitas air berusaha dijaga kondisinya agar tetap stabil dan hasilnya tersaji pada Lampiran 9,10, 11, 12. dan Tabel 5.

Tabel 5. 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 ₃ 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

Dari Tabel 5 dapat diketahui bahwa kisaran suhu pada waktu pagi dan sore hari antara 28-29°C, untuk nilai pH berkisar antara 7,67-8,45. 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 biasa 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.

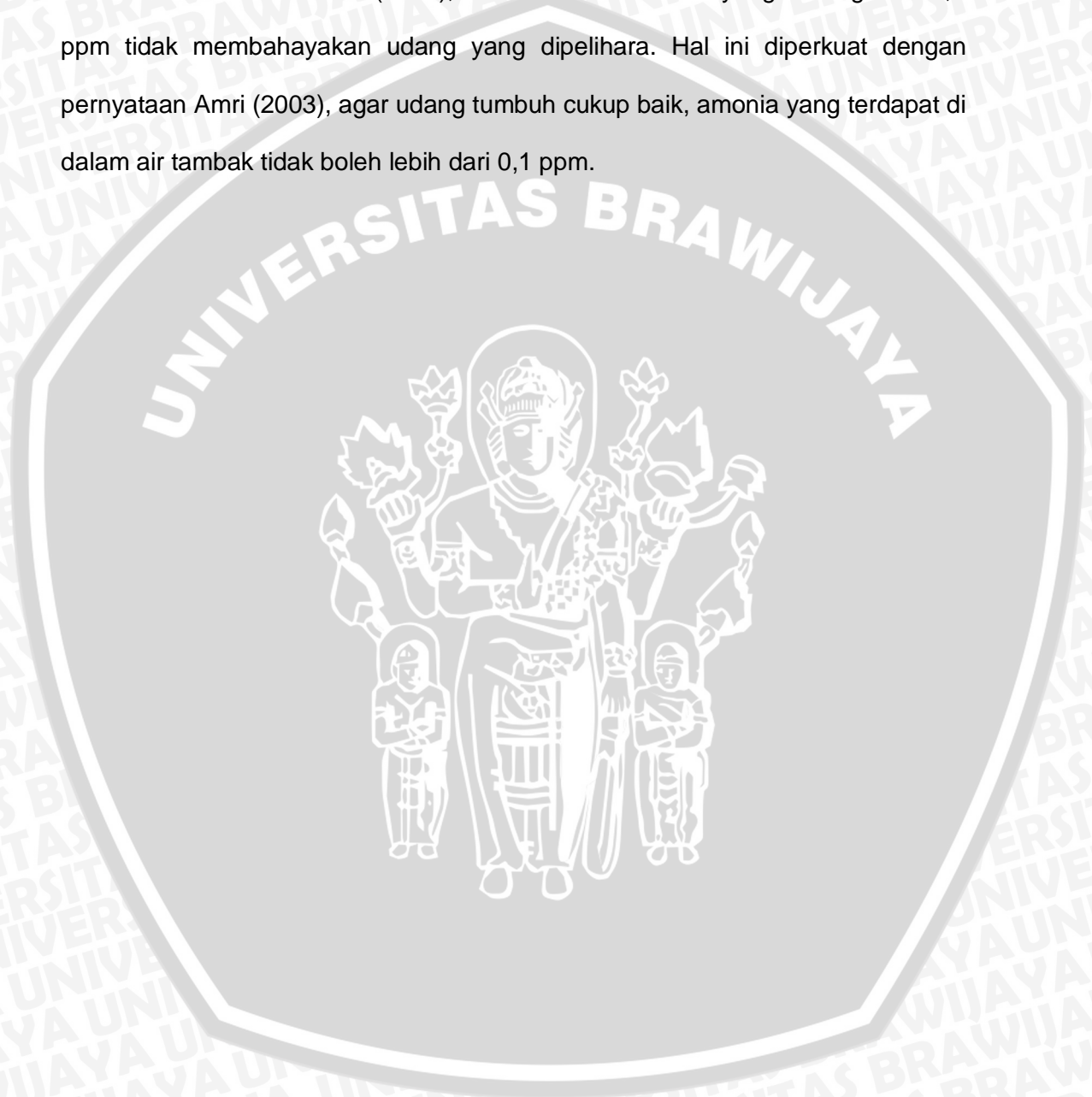
Menurut Amri (2003), nilai pH normal untuk tambak udang windu adalah 6-9. Nilai pH di atas 10 dapat membunuh udang, sementara nilai pH di bawah 5 mengakibatkan pertumbuhan udang terhambat. Hal tersebut diperkuat dengan pernyataan Sumeru dan Suzy (2005), untuk pertumbuhan udang windu memerlukan kisaran pH 7,4 – 8,5 dan akan mematikan bila pH mencapai angka terendah 6 dan tertinggi 9.

Pada Tabel 5 tersebut juga dapat dilihat nilai kisaran untuk DO dan NH₃ yaitu 5,4-6,5 mg/L dan 0,012-0,044 mg/L. Menurut Lamadi (2009), konsentrasi oksigen terlarut minimum untuk menunjang pertumbuhan optimal udang adalah 4 ppm. Konsentrasi oksigen terlarut yang rendah adalah faktor yang paling lazim menyebabkan mortalitas dan kelambatan pertumbuhan udang. Kelarutan oksigen

repository.ub.ac.id

dalam air dipengaruhi oleh suhu dan kadar garam. Kelarutan oksigen akan menurun jika suhu dan kadar garam meningkat. Berdasarkan pernyataan tersebut, media pemeliharaan berada pada kisaran yang baik.

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.



BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

- Pemanfaatan *Diatomae Chaetoceros ceratosporum* dalam formula pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap aktivitas vibriocidal pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.).
- Pemanfaatan *Diatomae Chaetoceros ceratosporum* dalam formula pakan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) terhadap daya tahan tubuh dengan pengukuran parameter aktivitas vibriocidal yang terbaik adalah pada dosis 6,20% dengan nilai aktivitas vibriocidal sebesar 87,76%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat di sarankan bahwa perlu adanya pembuatan formulasi pakan dengan memanfaatkan *Diatom* (*Chaetoceros ceratosporum*) dengan dosis 6,20% dalam formula pakan untuk meningkatkan daya tahan tubuh khususnya pada budidaya udang sehingga dapat menekan kematian yang disebabkan oleh penyakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. a, 2010. Ekstrak jinten hitam (*Nigella sativa*) sebagai imunostimulan ikan lele dumbo yang terinfeksi *Aeromonas hydrophila*. <http://www.perikanan-budidaya.dkp.go.id>. Diakses tanggal 24 November 2010.
- _____. b, 2010. *Chaetoceros ceratosporum*. http://zipcodezoo.com/Chromista/C/Chaetoceros_ceratosporum. Diakses tanggal 20 November 2010.
- _____. c, 2010. *Chaetoceros*. www.google.com/pictures/caetoceros. Diakses tanggal 20 November 2010.
- Abun. 2006. Bioproses limbah udang windu melalui tahapan deproteinasi dan demineralisasi terhadap protein dan mineral terlarut. Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran. Jatinangor. 38 hal.
- Aulia, A. 2004. Sensitivitas *salmonella typhimurium* terhadap ekstrak daun *psidium guajava*. Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Lambung, Mangkurat. 1: 31-38.
- Adams A. 1991. Response of *peneid* shrimp to exposure to *Vibrio* sp. species. fishand shellfish. Immunol. 1:5-70.
- Agung, M. U. K. 2007. Penelurusan efektifitas beberapa bahan alam sebagai kandidat antibakteri dalam mengatasi penyakit *vibrio* sp. pada udang windu. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjajaran. Jatinangor. 36 hal.
- Amri, K. 2003. Budidaya Udang Windu Secara Intensif. Agromedia Pustaka. Jakarta. 98 hal.
- Astirin, O. P dan Sutiman, B. S. 2006. Polimorfisme enzim isositrat dehidrogenase, laktat dehidrogenase dan α -glicerofosfat dehidrogenase pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) tahan hidrogen sulfida. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 7:3:203-207.
- Djarjah, A.S. 1995. Pakan Ikan Alami. Kanisius. Yogyakarta. 87 hal.
- Devaraja, T. N., S. K. Otta, G. Shubha, I. Karunasagar, P. Tauro, Iddya Karunasagar. 1998. Immunostimulation of shrimp through oral administration of vibrio sp. bacterin and yeast glucan. Department of Fishery Microbiology, University of Agricultural Sciences, College of Fisheries Mangalore. India. 002:575-168.
- Dwijoseputro, D. 2003. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Penerbit Djambatan. Jakarta. 214 hal.

- Ellis, A.E. 1988. Fish vaccinations. Academic Press. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers London:225 page.
- Fahri, M. 2009. Bakteri patogen pada budidaya perikanan *vibrio sp. alginolyticus*. Program Pasca Sarjana Budidaya Perikanan, Universitas Brawijaya Malang. <http://elfahrybima.blogspot.com/2009/01/bakteri-pathogen-pada-budidaya.html>. Diakses tanggal 20 November 2010.
- Garza, D. A. Y. 2009. Hatchery, nursery, nutrition and stock evaluation of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*. Dissertation. Auburn University. 135 page.
- Grandiosa, . 2010. Efektivitas penggunaan larutan filtrat jintan hitam (*nigella sativa*) dengan konsentrasi berbeda terhadap pertumbuhan bakteri *aeromonas hydrophila* secara *in-vitro* dan uji toksisitasnya terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio*) . Program studi perikanan, Fakultas perikanan dan ilmu kelautan, Universitas padjadjaran. Jatinangor. 17 hal.
- Hee. S., Neoh, B. Sc. 1971. The protective antigens of *vibrio cholerae*. Departement of Microbiologi. The Univercity of Adelaide. Adelaide South Australia. Abstracts 2 page.
- Isnansetyo, A dan kurniastuty. 1995. Teknik budidaya phytoplankton dan zooplankton. Kanisius. Yogyakarta. 111 hal.
- Johansson M. W and K. Soderhall 1989. Cellular immunity in crustaceans and the proPO system. Parasitology Today. 5 : 171-176.
- Lamadi, A. 2009. Pembenuhan udang windu (*Penaeus Monodon*) <http://limiadi.blogspot/pembenuhan-udang-windu-penaeus-monodon.html>. Diakses tanggal 28 November 2010.
- Murachman. 2001. Identifikasi pengaruh faktor lingkungan terhadap pelimpahan mikroorganisme patogen pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) selama pemeliharaan di tambak pantai selat Madura, provinsi Jawa Timur, Agritek. 9:912-924.
- 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.
- Murtidjo, B.A., 2003. Benih Udang Windu Skala Kecil. Kanisius. Yogyakarta. 75 hal.
- Naiborhu, P. E. 2002. Ekstrasi dan manfaat ekstrak mangrove (*sonneratia alba* dan *sonneratia caseolaris*) sebagai bahan alami anti bakterial: pada patogen udang windu *Vibrio harveyi*. Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 75 hal.
- Natzir. 1983. Metode Penelitian. Ghalia Indonesia. Jakarta. 216 hal.
- Prajitno, A. 2007. Penyakit Ikan-Udang Bakteri. Penerbit universitas Negeri Malang (UM Press). Malang. 107 hal.

- Pebrianto, C.A. 2009. Potensi *Trichoderma* sp. sebagai bahan antibakterial dan imunostimulan pada udang vaname, *Litopenaeus vannamei*. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 10 hal.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Kanisius. Yogyakarta. 276 hal.
- Scombes, C.J. 1994. Enhancement of fish phagocyte activity. *Fish and Shellfish Immunology*. 4 : 421-436.
- Setyaningsih, I. 2004. Resistensi bakteri dan antibiotik alami dari laut . Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 11 hal.
- Setyaningsih, I., Lily M. Panggabean, Bambang Riyanto dan Novita Nugraheny. 2006. Potensi antibakteri diatom laut *Skeletonema costatum* terhadap bakteri (*Vibrio* sp.). Teknologi Hasil Perairan FPIK-IPB. Bandung. 10 hal.
- Siagian, M. 2004. Homeostatis : Keseimbangan yang halus dan dinamis. Departemen Ilmu Faal. Universitas Indonesia. 4 hal. <http://staff.ui.ac.id-internal/130683855/materialhomeostatosmsho/pdf>. Diakses tanggal 28 juni 2011.
- Sritunyalucksana, K. 2001. Characteristic of some immune genes in the black tiger shrimp, *penaeus monodon*. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from The Faculty of Science and Technology. Uppsala University.Sweden. 91:3 : 3-4
- Storseth, T. R., Karina H., Jorunn S., and Jostein K. 2003. Characterization of a β -D-(1 \rightarrow 3) -glucan from the marine diatom *Chaetoceros mulleri* by high-resolution magic-angle spinning NMR spectroscopy on whole algal cells. Department of Bioresources, SINTEF Fisheries and Aquaculture, 7465 Trondheim, Norway and Department of Chemistry, Norwegian University of Science and Technology, 7491 Trondheim, Norway 421-424 page.
- Storseth, T. R., Stale K., Jorunn S., and Kjell I. R. 2006. A branched β -D-(1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 6)-glucan from the marine diatom *Chaetoceros debilis* (*Bacillariophyceae*) characterized by NMR. Department of Marine Resources Technology, SINTEF Fisheries and Aquaculture, N-7465 Trondheim, Norway and Department of Chemistry, Norwegian University of Science and Technology, N-7491 Trondheim, Norway. 2108-2114 page.
- Sumeru, S. U dan Suzy, A. 2005. Pakan Udang Windu (*Penaeus monodon*). Kanisius. Yogyakarta. 94 hal.
- Syamhudi, B. 2005. Peranan interleukin-1 β pada proses implantasi. Departemen Obstetri dan Ginekologi, Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya. Palembang. 21 hal.

Taslihan A. 1991. Jenis penyakit yang menyerang udang windu. makalah yang disampaikan pada workshop penetapan hama dan penyakit ikan karantina, Bogor 10-12 September 1991. Hal 7-17.

Teamean. 2009. Teknik pembenihan udang windu. <http://teamean.wordpress.com/2009/02/18/teknik-pembenihan-udang-windu>. Diakses tanggal 14 Desember 2010.

Tghnul, 2008. Mikroalga. <http://www.tghnul's-blogspot.com>. Diakses tanggal 20 November 2010.

Toro dan Sugiarto. 1979. Biologi udang windu. Proyek Penelitian Sumberdaya Ekonomi. Lembaga Oceanologi LIPI. Jakarta. 144 Hal.

Usman, B. 2010. Immunomodulator, Imunosupresan, Immunostimulan. <http://bertousman.blogspot.com/2010/05/immunomodulator-imunosupresan.html>. Diakses tanggal 24 November 2010.

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



LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Alat dan Bahan Penelitian

1. Gambar alat dan Bahan Penelitian dalam Pembuatan pakan



Timbangan Analitik



Cetakan Pakan (Pelet)



Gilingan Pakan



Oven



Ayakan



Bahan Pembuatan Pakan

Lampiran 1. Lanjutan



Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)



Tepung Plankton



Blender



Akuarium

2. Gambar Alat dan Bahan Penelitian pada Uji Aktivitas Vibriocidal

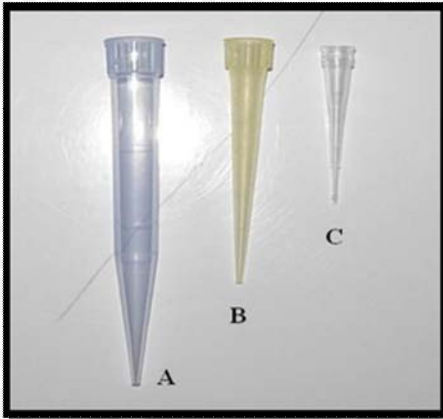


- A. Falcon 15 cc
- B. Ependorf 1,5 ml



Handtally counter

Lampiran 1. Lanjutan



- A. Blue tip
- B. Yellow tip
- C. White tip



Pipet Mikro



Sampel pada pengukuran aktivitas vibriocidal



Bunsen



Sentrifuse



Inkubator

Lampiran 2. Pembuatan Paka



Bahan formulasi pakan



Ditimbang



Digiling dan dikeringkan pada oven



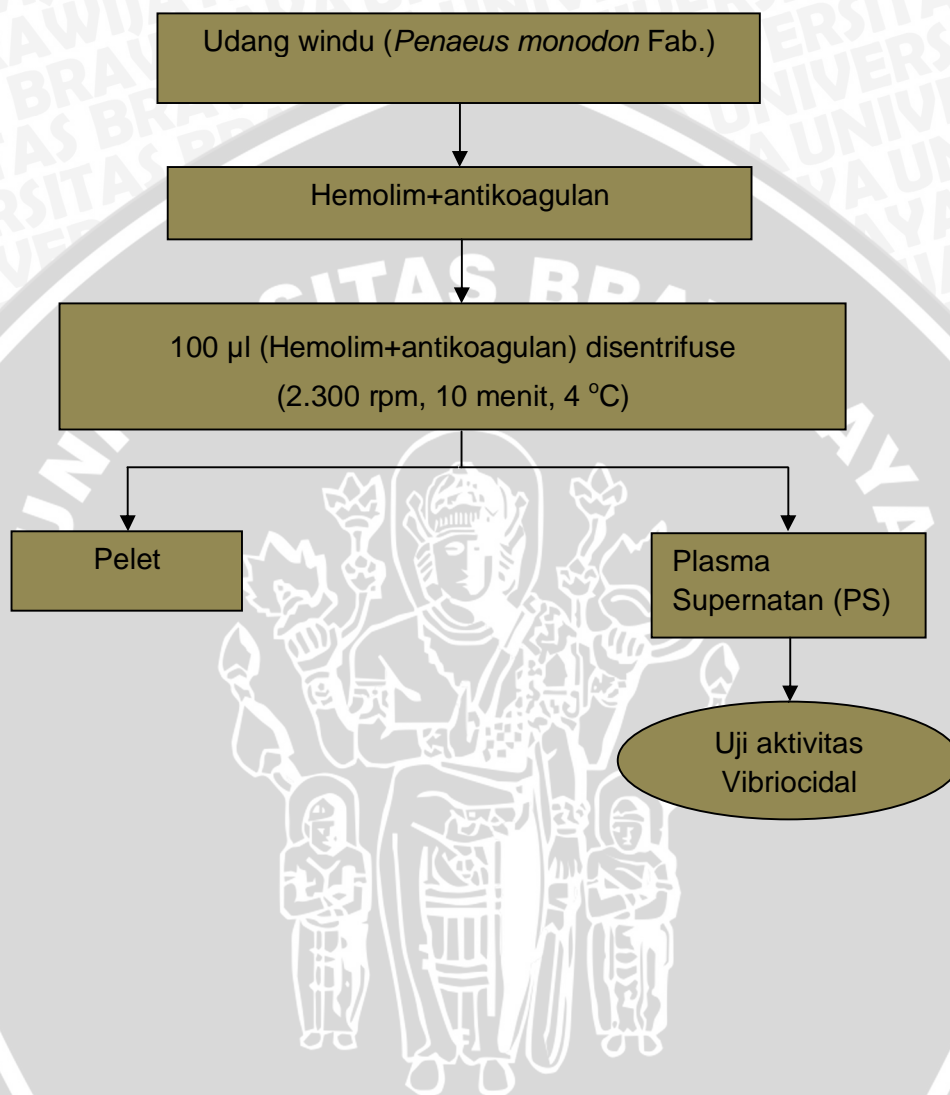
Bahan dicampurkan



Dihaluskan sesuai ukuran

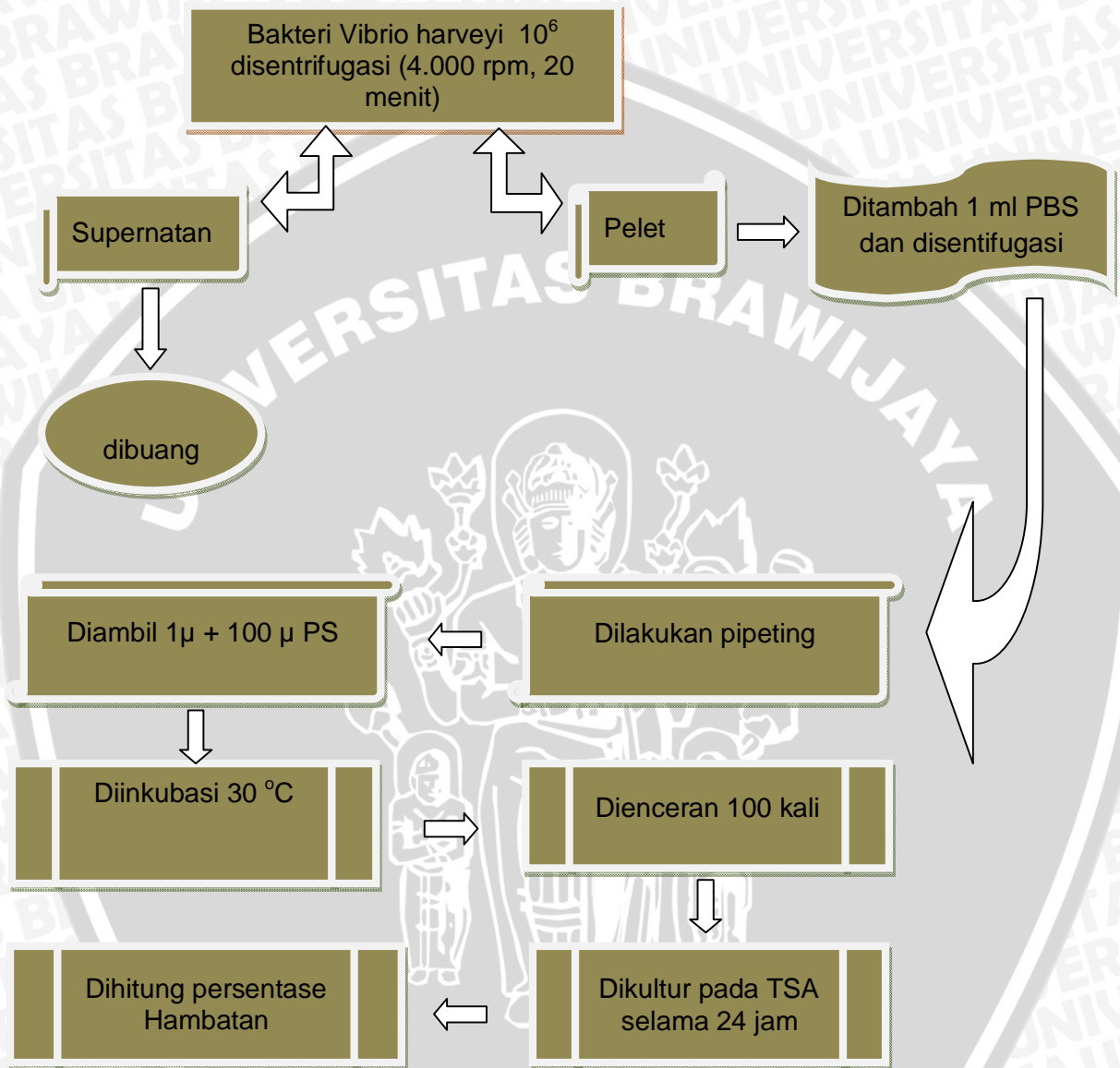
Lampiran 3. Bagan Uji Respon imun udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)

a. Pembuatan Plasma Supernatant



Lampiran 3. Lanjutan

b. Uji Aktivitas Vibriocidal



Lampiran 4. Data Hasil Perhitungan Persentase Hambatan Aktivitas Vibriocidal Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) (%)

Perlakuan	PS CFU	Hambatan
A1	150	0
A2	172	0
A3	143	0
B1	49	67,33
B2	53	69,19
B3	46	67,83
C1	28	81,33
C2	22	87,21
C3	20	86,01
D1	48	68,00
D2	50	70,93
D3	44	69,23

Keterangan:

$$\% \text{ Hambatan} = 100 - \frac{\text{cfu/ml pada udang yang telah mendapat perlakuan}}{\text{cfu/ml pada udang yang tidak mendapat perlakuan}} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{Contoh perhitungan : } \% \text{ Hambatan B1} &= 100 - \left[\left(\frac{49}{150} \right) \times 100 \right] \\ &= 67,33 \% \end{aligned}$$

Lampiran 5. Data Aktivitas Vibriocidal Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) (%) dan Uji Normalitas data

Perlakuan	PS CFU	Hambatan
A1	150	0
A2	172	0
A3	143	0
B1	49	67,33
B2	53	69,19
B3	46	67,83
C1	28	81,33
C2	22	87,21
C3	20	86,01
D1	48	68,00
D2	50	70,93
D3	44	69,23

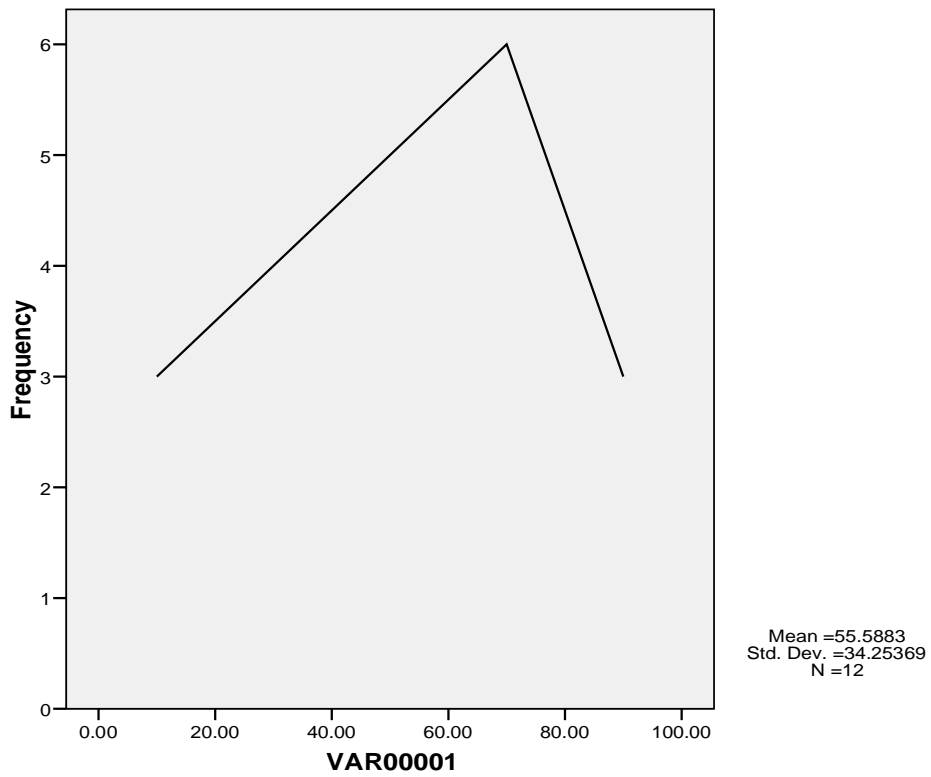
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		VAR00001
N		12
Normal Parameters(a,b)	Mean	55.5883
	Std. Deviation	34.25369
Most Extreme Differences	Absolute	.384
	Positive	.198
	Negative	-.384
Kolmogorov-Smirnov Z		1.331
Asymp. Sig. (2-tailed)		.058

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.

Lampiran 5. Lanjutan



Lampiran 6. Perhitungan Statistik Aktivitas Vibriocidal Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) (%)

Dosis	Perlakuan	Ulangan			Total		
		1	2	3	r	rata-rata	
0%	A	0	0	0	0	3	0
3,04%	B	67,33	69,19	67,83	204,35	3	68,11667
6,08%	C	81,33	87,21	86,01	254,55	3	84,85
9,12%	D	68	70,93	69,23	208,16	3	69,38667
Total					667,06	12	

Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK) :

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor Koreksi (FK)} &= \frac{\sigma^2}{n} \\
 &= \frac{667,06^2}{12} \\
 &= 37080,75363 \\
 \text{JK Total} &= A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + D3^2 - FK \\
 &= 0^2 + 0^2 + 0^2 + \dots + 69,23^2 - 37080,75363 \\
 &= 49987,2248 - 37080,75363 \\
 &= 12906,47117 \\
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{(\sum A^2)}{rA} + \frac{(\sum B^2)}{rB} + \frac{(\sum C^2)}{rC} + \frac{(\sum D^2)}{rD} - FK \\
 &= \frac{(0^2)}{3} + \frac{(204,35^2)}{3} + \frac{(254,55^2)}{3} + \frac{(208,16^2)}{3} - 37080,75363 \\
 &= 149885,2 - 37080,75363 \\
 &= 12880,98323 \\
 \text{JK Acak} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 12906,47117 - 12880,98323 \\
 &= 25,48793333
 \end{aligned}$$

Lampiran 6. Lanjutan

Sidik Ragam Aktivitas Vibriocidal Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	3	12880,9832	4293,661078	1347,66865**	4,07	7,59
2. Acak	8	25,4879333	3,185991667			
3. Total	11	12906,4712				

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).



Lampiran 7. Perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Aktivitas Vibriocidal Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) (%)

$$\begin{aligned} \text{SED} &= \sqrt{\frac{2KT \text{ Acak}}{\text{Ulangan}}} \\ &= \sqrt{\frac{2(3,185991667)}{3}} \\ &= 1,45739303 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t \text{ 5\%} \times \text{SED} \\ &= 2,31 \times 1,45739303 \\ &= 3,3665779 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 1\%} &= t \text{ 1\%} \times \text{SED} \\ &= 3,36 \times 1,45739303 \\ &= 4,896840581 \end{aligned}$$

Tabel Hasil Uji BNT 5% dan 1%

Rerata Perlakuan	A=0	B= 68.11666667	D=69.38666667	C=84.85	Notasi
A=0	-	-	-	-	a
B= 68,11666667	68,11666667**	-	-	-	b
D= 69,38666667	69,38666667**	1,27 ^{ns}	-	-	b
C=84,85	84,85**	16,73333333**	15,46333333**	-	c

Keterangan : ns : Tidak Berbeda Nyata

* : Berbeda Nyata

** : Berbeda Sangat Nyata

Lampiran 8. Perhitungan Polinomial Orthogonal Aktivitas Vibriocidal Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) (%)

Tabel Uji Polinomial Orthogonal

Perlakuan	Data (Ti)	Pembanding (Ci)		
		Linier	Kuadratik	Kubik
A	0	-3	1	-1
B	204.35	-1	-1	3
C	254.55	1	-1	-3
D	208.16	3	1	1
$Q = \sum (Ci Ti)$		674,68	-250,74	57,56
$Kr = \sum (Ci^2)r$		60	12	60
JK Reg. = Q^2/Kr		7586,55171	5239,2123	55,2192267

Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3					
Linear	1	7586,55171	7586,551707	2381,22145	5,32	11,26
Kuadratik	1	5239,2123	5239,2123	1644,45261		
Kubik	1	55,2192267	55,21922667	17,3318804		
Acak	8	25,4879333	3,185991667			
Total	11					

$$R^2 \text{ linear} = \frac{JK_{\text{Linear}}}{JK_{\text{Linear}} + JK_{\text{Acak}}}$$

$$= \frac{7586,55171}{7586,55171 + 25,4879333}$$

$$= 0,996651629$$

$$\text{Koefisien korelasi (r)} = \sqrt{0,996651629}$$

$$= 0,998324411$$

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

Lampiran 8. Lanjutan

$$= \frac{5239,2123}{5239,2123 + 25,4879333}$$

$$= 0,99515871$$

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

$$= \frac{55,2192267}{55,2192267 + 25,4879333}$$

$$= 0,684192414$$

UJ	-1,5	-0,5	0,5	1,5	Rerata
					4,56
Perlakuan	0	3,04	6,08	9,12	
xrata	4,6%				
Perlakuan	0,0%	3,0%	6,1%	9,1%	
	0	67,33	81,33	68	
	0	69,19	87,21	70,93	
n = 12	0	67,83	86,01	69,23	Total
					667,06
Yij	0	204,35	254,55	208,16	
Uj	-1,5	-0,5	0,5	1,5	0
Uj2	2,25	0,25	0,25	2,25	5
Uj4	5,0625	0,0625	0,0625	5,0625	10,25
$\sum u_j Y_{ij}$	0	-102,175	127,275	312,24	337,34
$\sum u_j^2 Y_{ij}$	0	51,0875	63,6375	468,36	583,085

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

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

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

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

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

Lampiran 8. Lanjutan

Keterangan :

- Y_{ij} : nilai pengamatan
X_j : nilai taraf dari pada faktor
N : banyaknya pengamatan

$$\text{Persamaan } Y = 0,95933 + 28,01787X - 2,2610X^2$$

$$X_{\text{max}} = 6,20$$

$$Y_{\text{max}} = 87,76$$

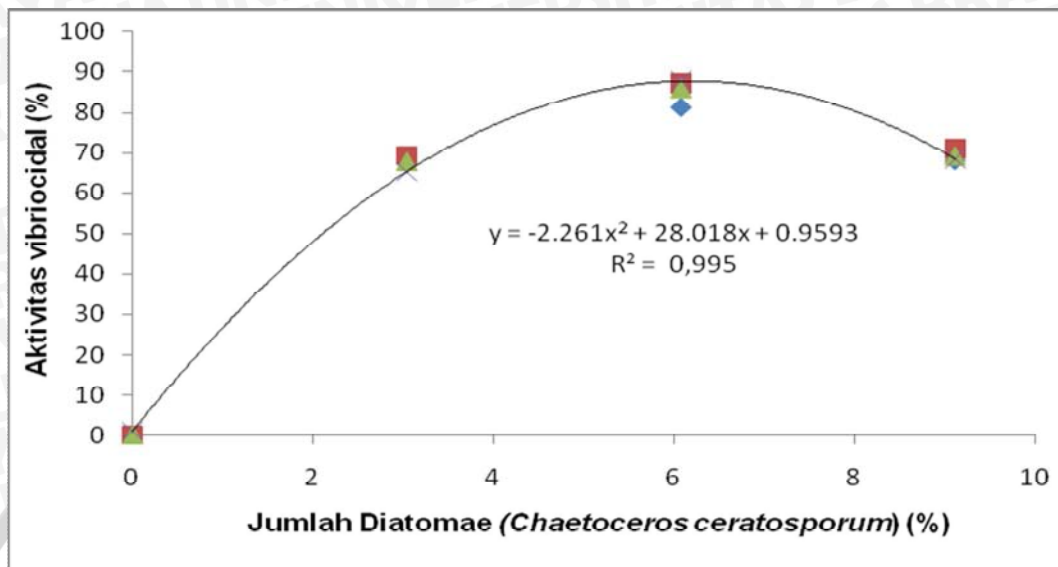
Dari Persamaan diperoleh Y =

X	Y
0	0,96
3,04	65,24
6,08	87,73
9,12	68,43

Grafik Trend line berdasar seri 4 dari Y

Sumbu X	Sumbu Y				Rata-rata
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
0	0	0	0	0	0,96
6	67,33	69,19	67,83		65,24
12	81,33	87,21	86,01		87,73
18	68	70,93	69,23		68,43

Lampiran 8. Lanjutan



Keterangan :

- ◆ A : Ulangan 1
- B : Ulangan 2
- ▲ C : Ulangan 3
- ✕ D : Rerata



Lampiran 9. 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 ₁	29	29	28,5	29	28	28	28	28,5	28,5	28
A ₂	29	28,5	28	28	28	28	28,5	28	28	28
A ₃	29	29	29	29	28	28	29	29	28	28
B ₁	29	28,5	28	28	28	28	28,5	28	28	28
B ₂	29	29	28	29	28	28	28,5	28	28	28
B ₃	29	29	28,5	29	28	28,5	28,5	28,5	28,5	28
C ₁	29	29	28,5	29	28	28,5	29	29	28	28,5
C ₂	29	28,5	28	28	28	28	28,5	28	28	28
C ₃	29	28,5	28	28,5	28	28	28,5	28	28	28
D ₁	29	28,5	28	28	28	28	28,5	28	28	28
D ₂	29	29	28,5	29	28	28	29	28,5	28	28,5
D ₃	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 ₁	28,5	28	28	28	28,5	28,5	28	28	29	29
A ₂	28	28	28	28	28	28	28,5	28	28	29
A ₃	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29
B ₁	28	28	28	28	28	28	28	28	28,5	29
B ₂	28	28	28	28	28,5	28,5	28,5	28	29	29
B ₃	28	28	28	28	28,5	28	28	28	29	29
C ₁	28	28	28	28	28,5	28	28	28	29	29
C ₂	28	28	28	28,5	28	28	28	28	28,5	29
C ₃	28	28	28	28	28,5	28	28,5	28	29	29
D ₁	28	28	28	28	28	28	28	28	28	29
D ₂	28	28	28	28	28	28	28	28	29	29
D ₃	28	28	28	28	28,5	28	28	28	28,5	29

Dilanjutkan

Lampiran 9. Lanjutan

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

Dilanjutkan

Lampiran 9. Lanjutan

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

Lampiran 10. 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 11. Data Pengukuran DO Media Pemeliharaan Udang Windu (*Penaes 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 12. Data Pengukuran Amonia (NH₃) 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

