

file . 8503



UJI TANTANG BAKTERI *Vibrio harveyi* TERHADAP UDANG

WINDU (*Penaeus monodon* Fab.) dengan PEMBERIAN

imunostimulan  $\beta$ -GLUCAN

## SKRIPSI

Oleh

SUHAE NI



PERPUSTAKAAN PUSAT UNIV. HASANUDDIN	
Tgl. terima	19 Ags 1999
Asal dari	fak. Perikanan
Jumlahnya	1 (satu) EKS
Harga	Hadiah
No. Inventaris	99 63804
No. Kias	

FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

UJUNG PANDANG

1999

## RINGKASAN

SUHARNI. Uji Tantang Bakteri *Vibrio harveyi* terhadap Udang Windu (*P. monodon*, Fabr.) dengan pemberian imunostimulan  $\beta$ -glucan. Di bawah bimbingan Bapak Ir. Alexander R. M.Fish.SC sebagai ketua, Ir. Gunarto Latama, MSc dan Ibu Prof.Dr.Drh. Lucia Muslimin, M.Sc. sebagai anggota.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Nopember 1998 sampai Januari 1999 di Hatchery Mini FIKP, UNHAS.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat patogenitas bakteri *V. harveyi* terhadap udang windu yang telah diberi imunostimulan  $\beta$ -glucan.

Wadah penelitian yang digunakan adalah stoples dan bak fiber. Masing-masing 12 buah. Sebelum uji tantang, terlebih dahulu udang dipelihara dalam bak fiber dengan sistem resirkulasi. Setiap unit pemeliharaan diberi 250 ekor. Selama jangka waktu penelitian, pemberian pakan yang mengandung  $\beta$ -glucan hanya diberikan satu kali dalam seminggu sesuai dengan konsentrasi yang diujikan (A : 0 gr/kg pakan, B : 5 gr/kg pakan, C : 10 gr/kg pakan dan D : 15 gr/kg pakan). Udang dipelihara selama dua bulan. Uji tantang dilakukan setiap dua minggu sekali (Minggu II, IV, VI dan VIII). Konsentrasi bakteri yang diekspos dalam wadah uji adalah  $5 \times 10^4$  sel/ml air yaitu dengan cara mengambil udang dari bak sebanyak 10 ekor yang dimasukkan dalam stoples. Selanjutnya diekspos dengan bakteri *V. harveyi* selama 96 jam.

Dari hasil analisa data, menunjukkan bahwa perbedaan perlakuan dosis memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap sintasan. Sintasan tertinggi diperoleh pada perlakuan B : 5 gr/kg pakan.

## ABSTRAC

SUHARNI. Challenge's test of *Vibrio harveyi* to Black Tiger Shrimp (*P. monodon*, Fabr) with treat imunostimulan  $\beta$ -glucan. Under supervision Ir. Alexander Rantetondok. M.Fish. SC as main supervisor Ir. Gunarto Latama, MSc and Prof.Dr.Drh. Lucia Muslimin, MSc as members. The study started on Nopember 1998 until Januari 1999 at mini hatchery FIKP UNHAS.

The study aimed to know the patogenity stage of *Vibrio harveyi* to black tiger shrimps that already treat by imunostimulan  $\beta$ -glucan.

Fiber glass and stoples used as test media. The shrimp cultured before challange test with circulation system. Each cultured unit added by 250 individu. Feed that contain  $\beta$ -glucan givent one time in a week acording to the concetrate that being test (A : 0 gr/kg food, B : 5 gr/kg food, C : 10 gr/kg food and D : 15 gr/kg food). The shrimp cultured in two moon. The challange test did one times each two weeks (II, IV, VI and VIII weeks). The volume of tests media are  $5 \times 10^4$  cell/ml waters with take 10 individu of shrimps into stoples and ther exposed by *Vibrio harveyi* during 96 hours.

From data analyse show that the difference of dose was significant to the survivar rate. Higer survival rate reached in B treatment : 5 gr/kg food.

" DAN DIA-LAH ALLAH YANG MENUNDUKKAN LAUTAN (UNTUKMU),  
AGAR KAMU DAPAT MEMAKAN DARIPADANYA DAGING YANG SEGAR DAN  
KAMU KELUARKAN DARI LAUTAN ITU PERHIASAN YANG KAMU PAKAI; DAN  
KAMU LIHAT BAHTERA BERLAYAR PADANYA DAN SUPAYA KAMU Mencari  
( KEUNTUNGAN ) DARI KARUNIA-NYA DAN SUPAYA KAMU BERSYUKUR  
( QS. AN-NAHL : 14 )

" YA RABBKU, BERILAH AKU ILHAM UNTUK TETAP MENSYUKURI  
NIKMATMU, YANG TELAH ENKKAU ANUGERAHKAN KEPADAKU DAN KEPADA  
KEDUA IBU BAPAKKU DAN UNTUK MENERJAKAN AMAL SHALIH YANG  
ENKKAU RIDHAI, DAN MASUKKANLAH AKU DENGAN RAHMAT-MU KE DALAM  
GOLONGAN HAMBAMU YANG SHALIH ( QS. AN-NAML ; 19 )

*Kupersembahkan untuk  
Ayabanda dan ibunda tercinta  
Kakak-kakak dan adik-adik tersayang*

## RIWAYAT HIDUP

SUHARNI. Lahir di Abeli Kabupaten Kendari, Sulawesi Tenggara pada tanggal 7 Agustus 1975 dari Ayah bernama Musuni dan Ibu Wa Ode Mbali, anak ke tiga tujuh bersaudara. Pada tahun 1981 memasuki jenjang pendidikan dasar di SDN Inpres Tobimeita dan tamat pada tahun 1987. Melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN Abeli dan tamat pada tahun 1990. Pada tahun 1990 sampai dengan tahun 1993 menempuh pendidikan di Sekolah lanjutan atas pada SMAN Anduonohu. Semua jenjang pendidikan tersebut diselesaikan di Kabupaten Kendari. Pada tahun 1993 di terima di Universitas Hasanuddin lewat jalur JPPB pada jurusan Perikanan: Fakultas Peternakan dan Perikanan yang sekarang telah berubah menjadi Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan.

Kegiatan selama mahasiswa : aktif di Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah (IMM) periode 1994 - 1996 sebagai Kabid Humas, Komisariat Fakultas Peternakan dan Perikanan. Pernah menjadi asisten pada beberapa mata kuliah diantaranya : Pakan dan Pemberian pakan, Parasit dan Penyakit Ikan serta Dasar-dasar Ilmu Tanah.

UJI TANTANG BAKTERI *Vibrio harveyi* TERHADAP UDANG  
WINDU (*Peneaus monodon* Fabr ) dengan PEMBERIAN  
IMUNOSTIMULAN  $\beta$ -GLUCAN

SKRIPSI

Oleh

SUHARNI

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

-- Pada

Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

Universitas Hasanuddin

JURUSAN PERIKANAN

FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

LIJUNGPANDANG

1999

Judul : Uji Tantang Bakteri *Vibrio harveyi* Terhadap Udang Windu  
(*Penaeus monodon* Fabr) Dengan Pemberian Imunostimulan  
 $\beta$ -Glucan  
Nama : Suharni  
Stambuk : L. 221 93 015

Skripsi Telah Diperiksa

Dan Disetujui Oleh :

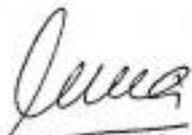


Ir. Alexander Rantetondok M.Fish.Sc  
Pembimbing Utama



Ir. Gunarto Latama, M.Sc

Pembimbing Anggota



Prof. Dr. Hj. Lucia Muslimin, M.Sc

Pembimbing Anggota

Diketahui Oleh



Dr. Ir. Rajuddin Syamsuddin, M.Sc

Ketua Program Studi  
Budidaya Perairan

Tanggal Lulus : 8 Juni 1999

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah Rabul'Alamin, penulis senantiasa panjatkan kehadiran Allah Subhanawataala atas segala limpahan rahmat dan karunia -Nya yang dicurahkan kepada penulis dalam menempuh hari-hari panjang sebuah perjalanan keilmuan. Sholawat dan salam atas junjungan kita Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa kita ke jalan yang benar.

Perjalanan panjang Tholabul'ilmu telah memberikan hikmah kepada penulis bahwa hanya dengan kesabaran dan ketabahan yang bermuara pada keikhlasan akan membuat kita tetap bertahan dalam menjalani lorong panjang perjalan hidup ini. Skripsi ini merupakan hasil yang diperoleh setelah mengalami banyak hambatan dan rintangan dalam merampungkan studi di Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Oleh karena itu pada hitungan yang tak terbilang dengan kesadaran penuh khusyu, penulis haturkan syukur yang tiada henti kehadiran Ilahi Rabbi.

Skripsi ini menilik bertakan pada pemberian imunostimulan  $\beta$ - glucan terhadap udang windu yang mana dapat menginduksi sistem kekebalan tubuh udang yang non spesifik sehingga udang dapat bertahan terhadap serangan organisme patogen.

Kesyukuran lain yang penulis perlu ucapkan adalah dukungan berbagai pihak yang telah membantu penulis baik dimasa-masa kuliah maupun pada proses penyusunan skripsi ini. Karena itu dalam kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih untuk :

- Bapak Ir. Alexander Rantetondok, M. Fish.Sc selaku pembimbing utama, Bapak Ir. Gunarto Latama, M.Sc dan Ibu Prof.Dr.drh.Lucia M, M.Sc selaku pembimbing anggota untuk segala tenaga dan waktu yang diberikan kepada penulis dalam proses

penyelesaian skripsi ini. Semoga rahmat Allah SWT tetap tercurah pada bapak dan ibu.

- Para pimpinan, dosen, pegawai di Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan berjuta muatan ilmu, bantuan dan dukungan selama penulis menempuh pendidikan, semoga semua pengabdian dan pengorbanan yang diberikan senantiasa mendapat balasan yang berlimpah disisi-Nya.
- Secara khusus penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tidak terhingga dan penghormatan yang sebesar-besarnya kepada Ayahanda Musuni dan Ibunda Wa Ode Mbali dimana dengan cinta yang tak pernah berakhir dan tak bertepi, doa penuh ikhlas telah membantu, membimbing dan mendorong penulis hingga penyelesaian penulisan skripsi ini. " Ya Allah ampunilah dosa ayah dan ibuku dan kasihanilah mereka sebagaimana mereka telah mengasihani aku semenjak kecil".
- Kepada kedua kakakku yang tersayang (Ida dan Idin) dan adik-adikku yang tercinta (Damin, Lis, Ojon dan Akko) terima kasih yang tak terhingga atas segala kesabaran, dukungan kalian baik moral maupun moril dan pengorbanan yang kalian berikan. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpai.
- Kepada rekan-rekan impast yang telah banyak membantu sampai penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Allah SWT melapangkan rezeki kita semua. Khusus untuk sahabat-sahabatku (Harma, Eni, Dinna, Ida dan Indra) jazakillah atas terjalannya persahabatan kita semua ini, semoga Allah SWT senantiasa menguatkan tali persaudaraan kita sampai kapanpun, walaupun jarak memisahkan kita semua. Untuk rekan-rekan penelitian : Yanti, Yuli, Rima, Yayi, Nita, Sahrul, Dandonk, Adi, Ifan, Arif dan Ipul

semoga kebersamaan kita selama ini senantiasa mendapat ridho dari Allah SWT. Pada Cicit, Erni, Redo dan Wawi syukron atas bantuannya.

- Yang special buat Ayu dan Lili serta teman-teman di Pondok Restu jazakillah Khairan Katsira atas semua dukungan dan ukhuwah yang terjalin indah semoga apa yang telah kita perbuat selama ini mendapatkan nilai ibadah disisi Allah SWT.

Dalam penulisan skripsi ini penulis telah mengerahkan segenap kemampuan, daya fikir, waktu dan tenaga untuk mencapai hasil yang terbaik namun penulis menyadari ketidaksempurnaan sebagai manusia biasa. Oleh karena itu kekurangan dan kelemahan yang ada dalam skripsi ini telah penulis sadari sehingga saran dan kritik yang sifatnya membangun dari para pembaca sangat didambakan.

Pada akhirnya, semua harapan muncul, kiranya segala kerja dan usaha yang telah kita jalani selama ini bermuatan ibadah dalam pandangan yang Khalik. Dan kiranya manfaat yang ada tidak saja untuk penulis tetapi juga untuk keluarga, lingkungan dan masyarakat. Amin .....

Ujungpandang, Juni 1999

**P e n u l i s**

## DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
PENDAHULUAN	
Latar Belakang.....	1
Tujuan dan Kegunaan.....	3
TINJAUAN PUSTAKA	
Sistematika Udang Windu.....	4
Biologi Udang Windu .....	4
Penyakit Bakteri <i>Vibrio</i> pada Udang Windu .....	5
Baktero <i>Vibrio sp</i> .....	9
Tinjauan Umum Tentang Imunitas .....	9
Imunostimulan.....	10
Kualitas Air.....	15
METODE PENELITIAN	
Waktu dan Tempat .....	15
Alat dan Bahan.....	15
Wadah Penelitian .....	15
Hewan Uji dan Padat Penebaran.....	15
Imunostimulan $\beta$ -glucan.....	16
Bahan Uji .....	17
Rancangan Penelitian.....	17

Prosedur Penelitian.....	17
Tahap Persiapan.....	17
Tahap kultur dan Infeksi Bakteri <i>Vibrio harveyi</i> .....	18
Pengukuran peubah.....	20
Pengamatan Populasi Bakteri <i>Vibrio harveyi</i> dalam wadah.....	20
Sintasan.....	20
Analisa Data.....	21

#### BASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Populasi Bakteri <i>Vibrio harveyi</i> .....	22
Patogenitas Bakteri <i>Vibrio harveyi</i> .....	23
Sintasan .....	26
Kualitas Air.....	32

#### KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.....	34
Saran.....	34

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN

11. Analisa Sidik Ragam Larva Udang Windu Minggu II.....	41
12. Analisa Sidik Ragam Larva Udang Windu Minggu IV .....	42
13. Analisa Sidik Ragam Larva Udang Windu Minggu VI .....	43
14. Analisa Sidik Ragam Larva Udang Windu Minggu VIII .....	44
15. Analisa Sidik Ragam Rata-rata Sintasan Udang Windu pada Minggu II, IV, VI dan VIII.....	45
16. Hasil Pengukuran Kualitas Air Selama Masa Penelitian.....	46

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Gambar Sistem Pro-Po dalam Tubuh Udang.....	11
2.	Tata Letak Unit Percobaan Setelah Pengacakan .....	17
3.	Nilai Sintasan Udang Windu Setelah 2 Kali Pemberian $\beta$ -Glucan.....	27
4.	Nilai Sintasan Udang Windu Setelah 4 Kali Pemberian $\beta$ -Glucan.....	28
5.	Nilai Sintasan Udang Windu Setelah 6 Kali Pemberian $\beta$ -Glucan.....	29
6.	Nilai Sintasan Udang Windu Setelah 8 Kali Pemberian $\beta$ -Glucan .....	29

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Udang windu merupakan salah satu komoditas andalan non-migas yang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Udang windu hingga saat ini masih merupakan produk ekspor unggulan dari sub sektor perikanan. Bahkan pada tahun 1991 Indonesia pernah menjadi produser udang dunia kedua setelah Cina dengan total produksi lebih dari 660.000 metrik ton (Anonymus 1991 dalam Pravitno 1997). Namun sukses tersebut tidak berlangsung lama karena kegagalan budidaya udang windu yang dimulai sejak tahun 1989 yang mencapai puncaknya pada tahun 1992, dimana produksi budidaya udang windu turun hanya mencapai 130.000 metrik ton, bahkan pada tahun 1994 hanya mencapai 100.000 metrik ton (Anonymus 1996). Kegagalan budidaya tersebut terutama disebabkan oleh serangan organisme patogen dan pengelolaan budidaya yang kurang baik.

Pengelolaan budidaya tambak dilakukan secara ekstensif maupun intensif. Pada usaha budidaya intensif bercirikan padat penebaran yang tinggi melampaui daya dukung tambak sehingga udang peliharaan sangat tergantung pada input yang diberikan kepada tambak itu seperti penggunaan kincir air, pompa, bahan kimia dan pakan (Buwono 1993). Pada budidaya intensif yang demikian diharapkan dapat meningkatkan produksi tambak udang windu, namun masih banyak ditemui masalah antara lain timbulnya penyakit yang dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan udang bahkan dapat menyebabkan kematian udang yang mengakibatkan gagalnya produksi.

Timbulnya masalah penyakit terutama disebabkan oleh pengelolaan lingkungan yang kurang baik sehingga terjadi akumulasi penyebab penyakit disekitar lokasi budidaya yang memungkinkan bakteri opportunistik seperti *Vibrio sp* akan berkembang sebagai agen sekunder dalam proses kematian udang windu (Atmomarsono dkk. 1993). Golongan bakteri *Vibrio sp* merupakan agen penyebab penyakit bakterial yang paling umum ditemukan.

Untuk mengendalikan penyakit, khususnya penyakit bakterial selama ini telah digunakan berbagai jenis antibiotik seperti kloramfenicol, ampisilin, neosin, tetracikline namun dilaporkan bahwa ternyata banyak dari antibiotik tersebut menimbulkan resistensi dari strain baru bakteri sehingga menimbulkan masalah baru dalam menanggulangi penyakit. Oleh karena itu perlu dicari metode-metode baru dalam usaha untuk mengendalikan penyakit. Salah satunya adalah dengan jalan meningkatkan daya pertahanan udang.

Langkah preventif yang dirasakan paling cocok untuk dikembangkan dewasa ini guna meningkatkan daya pertahanan udang adalah dengan penggunaan imunostimulan peroral karena dapat diberikan pada semua ukuran udang dan tidak menimbulkan stress dan pemberiannya cukup mudah, disamping keunggulan lainnya yaitu tidak berdampak negatif bagi lingkungan dan konsumen (Triyanto dkk. 1996). Aplikasi imunostimulan pada bidang budidaya tersebut masih berada dalam tahap pengembangan dan penyempurnaan. Imunostimulan ini sangat dibutuhkan dalam bidang budidaya udang karena udang hanya memiliki respon non spesifik (Tahir 1996). Oleh karena sifatnya yang non spesifik, maka udang windu tidak memiliki sistem memori terhadap patogen yang senantiasa tersedia secara melimpah di alam.

Penggunaan imunostimulan misalnya  $\beta$ -glucan, chitin dan lipopolisakarida dapat meningkatkan daya pertahanan non spesifik karena dapat meningkatkan aktifitas fagositosis dari pertahanan seluler, sekurang-kurangnya mempunyai efek terhadap aktivitas daya bunuh bakteri (bakterisidal) (Secombes 1994).

$\beta$ -glucan merupakan struktur utama polisakarida didalam dinding sel jamur (ragi).  $\beta$ -glucan dapat berfungsi sebagai stimulan untuk sistem pertahanan tubuh non spesifik sehingga merupakan suatu komponen yang penting untuk meningkatkan kekebalan yang non spesifik.

Penelitian mengenai penggunaan  $\beta$ -glucan sebagai imunostimulan untuk pencegahan penyakit khususnya penyakit bakterial masih dalam tahap pengembangan. Oleh karena itu penelitian tersebut perlu dilakukan untuk meningkatkan tingkat kelangsungan hidup udang yang pada gilirannya dapat meningkatkan produksi udang di tambak.

#### Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat patogenitas bakteri *Vibrio harveyi* yang diisolasi langsung dari tubuh udang yang terserang penyakit bakteri *Vibrio harveyi* terhadap udang yang telah diberi imunostimulan  $\beta$ -glucan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan sebagai acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Sistematika Udang Windu

Menurut taksonominya, udang windu diklasifikasikan sebagai berikut (Martosoedarmo dan Ranoemihardjo 1983) :

Filum	: Arthropoda
Klas	: Crustacea
Sub klas	: Malacostraca
Super ordo	: Eucarida
Sub ordo	: Natantia
Seksi	: Penaeidea
Famili	: Penaeidae
Sub famili	: Penaeinae
Genus	: <i>Penaeus</i>
Spesies	: <i>Penaeus monodon</i>

Sedangkan nama *Penaeus monodon* pertama kali digunakan oleh J.G Fabricius dalam satu monografinya pada tahun 1798 (Motoh 1978 dalam Rusaini 1996).

### Biologi Udang Windu

Tubuh udang secara morfologis dapat dibedakan dalam dua bagian yaitu : (1) cephalotorax atau bagian kepala dan dada, (2) abdomen atau perut. Bagian cephalotorax terlindungi oleh kulit chitin yang tebal dan dinamakan carapace. Secara anatomis baik cephalotorax maupun abdomen terdiri dari segmen-segmen atau ruas-ruas. Hanya karena

cephalotorax tertutup oleh carapace maka segmennya tidak terlihat dari luar, berbeda dengan bagian abdomen yang ruas-ruasnya terlihat dengan jelas. Jumlah keseluruhan ruas badan udang Penaeid pada umumnya ada 20 buah termasuk bagian badan dimana terletak mata bertangkai (Martosoedarmo dan Ranoemihardjo 1983).

Dalam siklus hidupnya, udang windu melalui beberapa stadia pertumbuhan mulai dari telur, nauplius, mysis, pasca larva dan juvenil sampai udang dewasa (Platon 1978 dalam Rusaini 1996).

Kelangsungan hidup merupakan komponen utama yang perlu diperhatikan dalam usaha budidaya perairan. Kelangsungan hidup udang ditentukan oleh dua faktor utama, yaitu sifat genetik dari udang itu sendiri sebagai faktor internal dan faktor lingkungan dimana udang itu hidup sebagai faktor eksternal (Dahril dan Ahmad 1988). Selanjutnya Effendie (1979) menyatakan bahwa pertumbuhan dan kelangsungan hidup dipengaruhi oleh dua faktor yaitu : (1) faktor dalam seperti keturunan, seks dan umur, (2) faktor luar diantaranya lingkungan perairan, makanan, penyakit dan parasit.

Sifat kanibal udang turut menentukan tingkat kelangsungan hidup. Sifat kanibal ini biasanya muncul pada saat udang lapar, maka udang lemah terutama yang mengalami pergantian kulit akan diserang oleh udang yang sehat (Pascual 1983)

#### Penyakit Bakteri Vibrio pada Udang Windu

Masalah yang sering muncul dan merupakan kendala bagi pengembangan budidaya udang umumnya dan pembenihan udang khususnya adalah sering munculnya wabah penyakit yang bisa menimbulkan kematian massal pada udang atau larva yang dipelihara (Sutaman 1993).

Penyakit pada udang dapat disebabkan oleh jasad patogen maupun karena lingkungan dan nutrisi. Faktor-faktor ini dapat mempengaruhi pertumbuhan udang (Ilyas 1988). Selanjutnya dikatakan bahwa perubahan lingkungan secara mendadak akan menyebabkan stress terhadap benur yang ditebar yang selanjutnya akan meningkatkan kerentanan benur tersebut terhadap berbagai jenis mikroba patogen dan dapat mengakibatkan kejang otot atau nekrosis.

Penyakit merupakan suatu keadaan patologis dari tubuh yang ditandai dengan adanya gangguan histologis dan patologis (Meyer 1983 dalam Rantetondok 1986). Selanjutnya menurut Taslihan (1988) penyakit akan timbul apabila keadaan lingkungan tidak stabil misalnya salinitas yang tiba-tiba menurun secara drastis, temperatur yang terlalu rendah sehingga udang mengalami stress.

Penyakit pada organisme diklasifikasikan menjadi dua bentuk yaitu : (1) penyakit infeksi/parasit, apabila penyakit disebabkan oleh mikroorganisme seperti virus, jamur, protozo dan cacing, (2) penyakit non infeksi/penyakit non parasiter, apabila penyebab penyakit bukan oleh mikroorganisme. Penyebab bisa berupa perubahan parameter lingkungan, defisiensi nutrisi, keracunan dan faktor genetik (Kobata 1985).

Infeksi bakteri tidak terjadi secara spontan tetapi adalah merupakan akumulasi dari sejumlah stress yang dialami oleh organisme budidaya. Bakteri sering menjadi penyebab terjadinya infeksi sekunder sehingga mempersulit pendugaan penyakit yang sebenarnya (Afrianto dan Liviawaty 1992).

Menurut Rukyani dkk. (1991), penyakit bakterial adalah penyakit yang disebabkan oleh organisme parasit seperti *Aeromonas* dan *Vibrio*. *Vibrio* yang terdiri dari beberapa spesies adalah yang paling sering disebut sebagai penyebab kematian udang, disamping

*Aeromonas*, *Pseudomonas* dan lain sebagainya. Selanjutnya Davis (1961) menyatakan bahwa bakteri menimbulkan penyakit bila masuk tubuh insang melalui sistem pencernaan makanan dan menimbulkan luka kecil pada tubuh atau insang.

Bakteri yang bersifat patogen pada udang windu dapat dibedakan menjadi dua, yaitu : patogen sejati dan patogen oportunistik. Patogen sejati dapat menimbulkan penyakitsetiap kali kontak dengan inangnya, sedangkan patogen oportunistik dapat menjadi patogen sejati apabila kondisi lingkungan memungkinkan (Sunaryanto dkk. 1987). Zafran dan Boer (1991) menyatakan bahwa pada kondisi normal, dimana udang, lingkungan dan patogen (dalam hal ini *Vibrio sp*) tidak akan merugikan udang. Tetapi bila udang dalam kondisi stress maka bakteri *Vibrio sp* akan menjadi patogen bagi udang karena *Vibrio sp* bersifat patogen oportunistik.

Bakteri *Vibrio sp* umumnya ditemukan pada lingkungan perairan laut maupun payau, bahkan dalam tubuh udang itu sendiri. Menurut Mulyani dkk. (1996) bakteri *Vibrio sp* merupakan bakteri gram negatif yang berbentuk batang (rods), bersifat aerobik dan aerobik fakultatif, katalase dan oksidase positif, dapat memanfaatkan gula dan menguraikan nitrat. Lighter (1988) menemukan bahwa bakteri *Vibrio sp* yang menginfeksi kutikula, anggota badan atau insang akan tampak berwarna coklat atau hitam yang disebabkan (melanin yang diproduksi oleh hemosit insang sebagai hasil akhir dari reaksi enzimatik) di tempat luka. Dampaknya pada inang akan mengakibatkan kematian pada larva, juvenil dan dewasa.

Penyakit udang menyala (*Luminescens vibriosis*) disebabkan oleh bakteri berpendar, *Vibrio harveyi* (Pitogo 1988). Selanjutnya menurut Rukyani dkk. (1991), penyakit ini menginfeksi udang mulai dari stadia benih sampai dewasa dan menyebabkan

kematian massal. Tubuh udang yang terinfeksi terlihat bercahaya pada malam hari, selain itu menurut Muliani dkk. (1996) tanda-tanda lainnya adalah kondisi udang melemah, tidak aktif berenang, nafsu makan berkurang, terlihat bercak-bercak merah atau kadang-kadang ditemukan udang mengalami perubahan warna menjadi biru.

Pada lingkungan laut dikenal enam spesies bakteri bercahaya, masing-masing adalah *Vibrio harveyi*, *V. splendidus*, *V. fischeri*, *Photobacterium phosphoreum* dan *P. leiognathi* serta dua spesies terrestrial yakni *V. cholerae* biotipe *Albensis* dan *Xenorhabdus luminescens*. Selanjutnya ditambahkan bahwa dari semua spesies bakteri bercahaya, yang pernah dilaporkan menjadi penyebab kunang-kunang adalah *V. harveyi*, *V. splendidus* dan *V. albensis*.

Bakteri *Vibrio* mempunyai kesempatan untuk dapat menimbulkan penyakit pada udang budidaya bila jumlahnya melebihi  $10^5$  sel/ml (Atmomarsono dkk. 1993). Lewis dkk. (1988) menyatakan bahwa dibutuhkan konsentrasi tertentu patogen oportunistik agar terjadi infeksi yang mematikan larva seperti pada *Vibrio sp* sebesar  $10^5$  sel/ml air. Selanjutnya Muliani dkk. (1996) menambahkan bahwa pada kepadatan melebihi  $10^6$  sel/ml air bakteri *Vibrio harveyi* akan menyebabkan kematian larva sebesar 90%. Sedangkan dari uji patogenisitas yang dilakukan Roza dkk (1993) terhadap larva udang windu diketahui bahwa bakteri ini tidak terlalu patogen, tetapi akan menjadi masalah bila kepadatannya dalam air pemeliharaan mencapai  $10^4$  sel/ml.

### Bakteri *Vibrio sp*

Genus *Vibrio sp* terdiri dari 33 spesies, beberapa diantaranya bersifat patogen terhadap organisme yang berperan dalam ekosistem akuatik, terutama pada lingkungan laut maupun perairan payau (Bauman *et al.* 1989 dalam Rusaini 1996).

Bakteri *Vibrio sp* berbentuk batang, kaku lurus atau melengkung. Termasuk bakteri gram negatif, tidak berspora, biasanya motil dengan satu polar flagelum atau pada beberapa spesies terdapat dua atau lebih flagelum dalam suatu kutub polar (Buchana and Gibson 1974 dalam Ranli 1991).

Bakteri *Vibrio sp* bersifat aerobik dan fakultatif anaerob, katalase positif, oksidase positif, tidak memproduksi gas, lisine dan ornitine didekarboksilase, arginin tidak dihidrolisis dan pada medium karbohidrat reaksi asam tanpa gas. Temperatur optimum berkisar antara 13<sup>o</sup> C sampai 18<sup>o</sup> C, pH antara 6,0 – 9,0, kadar optimum NaCl biasanya 3%. Beberapa strain tidak tumbuh bila tidak ada sodium klorida biasanya sensitif terhadap 2,4 – Diamino-7-Diispropilpteridin (0/129) dan novobiocin (Cowan 1985 dalam Rusaini 1996).

### Tinjauan Umum Tentang Imunitas

Istilah imun berasal dari bahasa latin “imunis” yang berarti bebas dari pajak atau bebas dari beban. Dalam penggunaan secara klasik, imunitas diartikan sebagai daya tahan relatif terhadap reinfeksi mikroba tertentu (Bellanti 1993). Lebih lanjut dijelaskan bahwa ada sejumlah faktor yang memodifikasi mekanisme imun (kekebalan) yaitu genetik, umur, lingkungan, antibiotik, fisiologik dan mikrobial.

Jawets dkk. (1986) mengemukakan bahwa ditinjau dari cara terbentuknya kekebalan tubuh dapat terbagi menjadi dua bagian yaitu kekebalan alami dan kekebalan perolehan. Kekebalan perolehan sendiri ada dua macam yaitu kekebalan perolehan aktif dan kekebalan perolehan pasif.

Pada hewan vertebrata tanggap kebal (imun response) diketahui bahwa sel tertentu harus dapat mengensali antigen dan menanggapi determinan antigen khusus. Tanggapan dari sel peka antigen ini tentu akan menghasilkan antibodi atau sel yang dapat berpartisipasi dalam tanggap kebal beperantara sel (sel efektor khusus). Selain itu harus dapat dihasilkan sel yang dapat menanggapi bahkan lebih efektif terhadap paparan kedua antigen yang sama dengan kata lain sel memori (Tizard 1988).

#### Imunostimulan

Sistem kekebalan pada udang masih primitif dibandingkan dengan vertebrata. Udang tidak mempunyai sistem kekebalan yang spesifik karena tidak mempunyai imunoglobulin limfosit T dan B dan hanya tergantung pada respon inflamasi (Alday-Sanz 1995). Pada udang windu yang produksi antibodi tidak diproduksi sel-sel humoral yang ada pada tulang punggung seperti pada vertebrata tetapi pada kenyataannya pada udang ditemukan sejenis "antibodi" yang mempunyai fungsi yang relatif sama yaitu aglutinin, bacteridine, lysine dan priciptine (Hadi 1997).

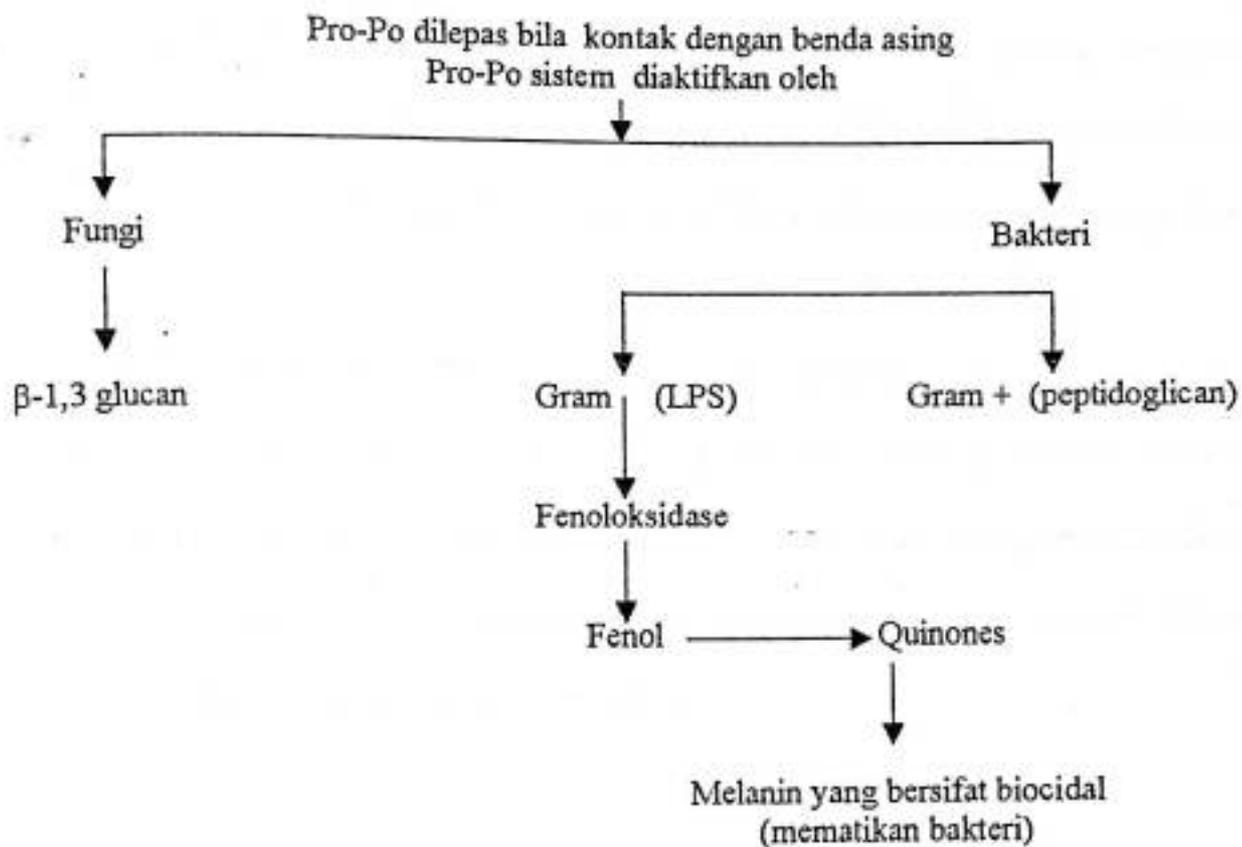
Pertahanan crustacea terhadap patogen berdasarkan pada tiga prinsip komponen yaitu : fagositosis, nodulasi dan enkapsulasi. Hemosit selalau memainkan peranan penting dalam respon seluler melalui agregasi pada tempat infeksi dan partisipasinya dalam tiga mekanisme pertahanan tersebut (Itami dkk. 1989). Selanjutnya Itami (1994)



menambahkan bahwa pertahanan tubuh udang terdiri dari dua bagian yaitu sistem pertahanan humoral (serum) dan seluler (hemosit). Hemosit merupakan faktor pertahanan yang memiliki aktifitas fagositik tinggi, sedangkan faktor-faktor pertahanan humoral dan seluler bekerjasama dalam tubuh untuk melawan serangan organisme patogen.

Faktor-faktor yang berperan dalam sistem pertahanan humoral udang termasuk "phenoloksidase"(PO), sistem penggerak prophenoloksidase (ProPo) dan "lectin". Faktor-faktor pertahanan ini di dalam sistem pertahanan seluler dan humoral bekerja sama membentuk suatu benteng (barrier). Pertahanan yang pertama melawan serangan organisme patogen dari lingkungan (Jica 1997). Telah diketahui bahwa sistem kekebalan udang hanyabisa ditingkatkan melalui peningkatan respon non spesifik. Dalam hal ini fagositosis memegang peranan utama dan dikatakan sebagai mekanisme pertahanan seluler yang utama. Reaksi ini utamanya dilakukan oleh sel-sel hemolim (sel-sel darah) yang disebut hemosit. Aktifitas dari reaksi seluler berhubungan dengan sistem profenoloksidase (sistem ProPo) yang dapat dilihat pada gambar berikut :

( Sumber Alday-Zans 1995 )



Gambar 1. Sistem Pro-Po dalam Tubuh Udang

Salah satu cara yang dipakai untuk meningkatkan kekebalan non spesifik dari hewan dalam budidaya adalah dengan pemberian imunostimulan seperti  $\beta$ -glucan, khitin, ekstrak abalone dan lipopolisakarida. Cara ini sangat baik dipakai untuk mengendalikan penyakit dalam budidaya (Secombes 1994). Selanjutnya dikatakan pula bahwa  $\beta$ -glucan merupakan struktur utama poliskarida di dalam dinding sel jamur (ragi).  $\beta$ -glucan dapat berfungsi sebagai stimulan untuk sistem pertahanan tubuh non spesifik sehingga merupakan suatu komponen yang penting untuk meningkatkan kekebalan yang non spesifik.

Menurut Roberstand *et al.* (1990) dalam Secombes (1994) glucan  $\beta$ -1,3,  $\beta$ -1,6 dari ragi dapat meningkatkan daya pertahanan penyakit pada ikan salmon Atlantik jika

diberikan secara interperitoneal 2 – 3 minggu sebelum diberikan percobaan serangan bakteri. Ikan tersebut ternyata tahan terhadap serangan bakteri *V. anguillarum*, *V. salmonicida* dan *Yersinia tuckeri* yang menunjukkan adanya pertahanan yang non spesifik.

Menurut Sung *et al.* (1994), udang windu (*P. monodon*) yang direndam dalam larutan  $\beta$ -glucan sebanyak 0,5 – 1 mg/ml, kemudian ditantang dengan bakteri *Vibrio vulnificus* pada konsentrasi  $5 \times 10^7$  CFU/ml selama 12 jam memperlihatkan peningkatan daya pertahanan dalam bentuk peningkatan aktivitas “phenoloksidase” dalam hemosit udang dalam satu bulan sesudah perlakuan.

#### Kualitas Air

Kehidupan udang termasuk pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor fisik kimiawi air seperti suhu, salinitas, kekeruhan, pH, kadar oksigen dan senyawa-senyawa hasil metabolisme seperti amoniak, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S (Cholik 1987).

Air sebagai media tempat hidup udang yang dipelihara harus memenuhi persyaratan kualitas maupun kuantitas. Parameter kimiawi, fisik dan biologi yang menentukan kualitas air tambak yang minimal harus diperhatikan antara lain : salinitas, O<sub>2</sub> terlarut, pH, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, suhu, daya cerah, warna air dan jasad pengganggu (Poernomo 1989).

Pertumbuhan dan kehidupan udang sangat dipengaruhi suhu air. Umumnya dalam batas-batas tertentu kecepatan pertumbuhan udang meningkat sejalan dengan naiknya suhu air sedangkan daya kelangsungan hidupnya bereaksi sebaliknya terhadap kenaikan suhu. Artinya daya kelangsungan hidup udang menurun pada suhu tinggi. Kisaran suhu yang terbaik bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang terletak antara 28 – 30° C,

walaupun udang windu masih dapat hidup pada suhu  $18^{\circ}\text{C}$  dan  $38^{\circ}\text{C}$ . Namun demikian pada tingkat suhu tersebut udang sudah tidak aktif lagi (Cholik 1987).

Poernomo (1987) menyatakan bahwa udang windu untuk mencapai perumbuhan yang optimum membutuhkan kisaran salinitas 15 – 25 o/oo. Walaupun udang mampu menyesuaikan diri terhadap kisaran salinitas 3 – 45 o/oo.

pH air yang rendah dapat berpengaruh langsung terhadap udang (Wickens 1976 dalam Cholik 1987). Lebih lanjut dijelaskan pH air serendah 6,4 sudah dapat menurunkan laju pertumbuhan sebesar 60%. Sebaliknya pH tinggi menyebabkan peningkatan kadar amoniak sehingga secara tidak langsung membahayakan udang. Menurut Valencia (1977) pH yang baik untuk pemeliharaan udang windu berkisar 7,4 – 8,6.

Oksigen terlarut merupakan peubah mutu air paling penting bagi kehidupan organisme air. Oksigen terlarut dalam air pada konsentrasi tertentu dapat diserap oleh haemosianin dalam pembuluh darah lamella insang akibat perbedaan tekanan parsial (Amad 1987). Menurut Ilyas dkk. (1987) untuk mencapai pertumbuhannya yang optimum, kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan udang adalah 4 – 8 mg/l.

Amoniak merupakan bahan toksik bagi hewan air, karena amoniak mengurangi kandungan oksigen terlarut dalam air. Batas pengaruh mematikan dapat terjadi pada hewan air bila konsentrasi amoniak dalam perairan berkisar antara 0,1 – 0,3 ppm (Boyd 1979).

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada tiga laboratorium yang meliputi : pembuatan  $\beta$ -Glukan dilakukan dilaboratorium Mikrobiologi Umum MIPA, pembiakan kultur murni bakteri *Vibrio harveyi* di Laboratorium Mikrobiologi Laut dan pelaksanaan ujiantang di Laboratorium Teknologi Budidaya FIKP, Universitas Hasanuddin, Tamalanrea, Ujungpandang. Penelitian ini berlangsung pada akhir September sampai dengan Januari 1999.

### Alat dan Bahan

#### Wadah Penelitian

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah stoples kapasitas 1,5 liter sebanyak 12 buah dan setiap wadah dilengkapi dengan aerasi.

Media penelitian yaitu air laut dengan salinitas 27 ‰, dimana setiap wadah berisi 1 liter yang sebelumnya disterilkan dengan Ultra violet (UV). Sedangkan substrat pasir dan batu kerikil dicuci dengan air laut mengalir kemudian dijemur sampai kering.

#### Hewan Uji dan Padat Penebaran

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah larva udang windu pada fase post larva (PL) 20 dengan bobot rata-rata 0,02 g/ekor dengan padat penebaran 30 ekor pada setiap stoples yang telah berisi air laut sebanyak 1 liter. Udang uji ini sebelumnya

10  
dalam pemeliharaan diberikan pakan yang mengandung  $\beta$ -glukan yang berbentuk pellet dalam setiap sekali seminggu.

### Imunostimulan $\beta$ -glukan

$\beta$ -Glukan diekstraksi dari ragi (*S. cerevisiae*) yang diketahui mengandung bahan yang dapat berfungsi sebagai imunostimulan (Secombes 1994). Biakan *S. cerevisiae* dalam jumlah besar dapat diperoleh dengan cara memperbanyak isolat yang tersedia dalam media agar miring PDA. Selanjutnya ditumbuhkan pada media starter sebagai proses aklimatisasi selama 48 jam. Produksi biomassa dilakukan dengan teknik aseptis pada medium fermentasi steril pada erlenmeyer dengan volume 250 ml dan diinkubasikan pada suhu kamar. Lama fermentasi 72 jam dan diberi aerasi dengan bantuan shaker.

Imunostimulan  $\beta$ -Glukan diperoleh dari biakan *S. cerevisiae* dengan cara mengikuti produser yang dilakukan oleh Engstad dan Robersten (1994), dimana biakan *S. cerevisiae* dimatikan dengan formalin 1% selama 24 jam dalam tabung reaksi. Suspensi ragi dimasukkan ke dalam 4 buah tabung sentrifugasi dengan volume yang sama kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 5 menit dan diulang sebanyak 3 kali (dengan akuades steril) untuk menghilangkan residu formalin dari substrat.

Hasil ekstrak  $\beta$ -Glukan yang diperoleh ditimbang berat basahnya dengan timbangan analitik sartorius sebanyak yang dibutuhkan menurut konsentrasi perlakuan. Setelah itu ekstrak dicampur dengan makanan udang dengan konsentrasi masing-masing 5 g/kg makanan, 10 g/kg makanan dan 15 g/kg makanan.

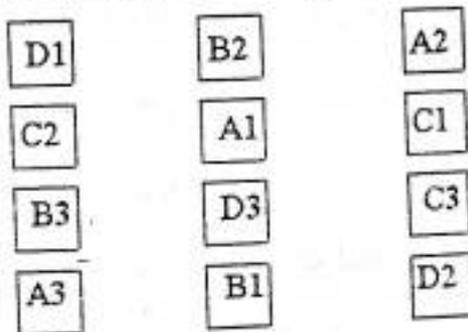
### Bahan Uji

Bahan uji yang digunakan adalah bakteri *Vibrio harveyi* yang diisolasi langsung dari tubuh udang yang terserang penyakit bakteri *Vibrio harveyi* dengan kepadatan bakteri  $5 \times 10^4$  sel/ml air pemeliharaan.

### Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan empat perlakuan dosis  $\beta$ -Glukan yang diberikan yaitu : A; kontrol (tanpa imunostimulan), B; 5 g/kg makanan, C; 10 g/kg makanan dan D; 15 g/kg makanan. Masing-masing perlakuan terdiri dari tiga ulangan sehingga diperoleh 12 unit percobaan.

Penempatan setiap unit percobaan dilakukan secara acak Tata letak wadah penelitian setelah dilakukan pengacakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tata letak Unit Percobaan Setelah Pengacakan.

### Prosedur Penelitian

#### Tahap Persiapan

Keseluruhan wadah penelitian yaitu bak fiber dan toples yang akan digunakan terlebih dahulu disucihamakan lalu dikeringkan. Selanjutnya air laut yang telah disaring dan disterilkan dengan sinar UV, dicampur dengan air tawar untuk mendapatkan salinitas

standar yaitu 30 o/oo. Sedangkan semua bahan dan media kultur yang akan digunakan disterilkan dalam autoclave pada tekanan 2 atm dengan suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit.

Sebelum dilakukan ujiantang, terlebih dahulu udang dipelihara pada bak fiber dengan sistem resirkulasi. Setiap unit pemeliharaan ditebari sebanyak 250 ekor udang yang sebelumnya sudah ditimbang berat awalnya guna menghitung jumlah pakan yang akan diberikan.

Selama jangka waktu penelitian, pemberian pakan yang mengandung  $\beta$ -glucan hanya diberikan satu kali dalam seminggu sesuai dengan konsentrasi yang diujikan dan hari-hari selanjutnya dalam setiap minggu yang berjalan hanya diberikan pakan biasa (tanpa imunostimulan  $\beta$ -glucan).

#### Tahap Kultur dan Infeksi Bakteri *Vibrio harveyi*

Biakan murni bakteri *Vibrio harveyi* hasil isolasi langsung dari tubuh udang yang terserang penyakit bakteri *Vibrio harveyi* ditumbuhkan pada media TSA selama 48 jam. Bakteri yang telah tumbuh lalu diambil sebanyak 4 gores jarum ose dan selanjutnya ditumbuhkan dalam media Nutrien Broth (NB). Bakteri yang ada dalam media Nutrien Broth ditumbuhkan lagi dalam media TCBS agar plate dengan pengenceran tertentu. Setelah diinkubasi pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam dilakukan metode perhitungan jumlah koloni bakteri dengan menggunakan metode perhitungan jumlah cawan (TPC) untuk mengetahui kepadatan bakteri pada media NB dan dosis infeksi yang akan digunakan. Selanjutnya suspensi bakteri tersebut diinfeksi terhadap hewan uji dengan sistem perendaman selama 96 jam.

Jumlah bakteri per 1 ml sampel Nutrient Broth dapat diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$N = T/Q \times 1/V \times 1/S$$

dimana :

N = Jumlah bakteri (CFU/ml)

T = Total koloni bakteri pada semua cawan dengan tingkat pengenceran yang sama (CFU = Colony forming units).

Q = Jumlah cawan

V = Volume sampel yang dinokulasi (ml)

S = Tingkat Pengenceran

Sedangkan untuk mengetahui jumlah bakteri pada setiap wadah (perlakuan) dapat dihitung dengan rumus pengenceran sebagai berikut :

$$N_1 \times V_1 \times = N_2 \times V_2$$

Dimana :

$N_1$  = Jumlah bakteri dalam Nutrient Broth (CFU/ml)

$N_2$  = Jumlah bakteri dalam wadah penelitian (CFU/ml)

$V_1$  = Volume Nutrient Broth yang digunakan (ml)

$V_2$  = Volume air dalam wadah penelitian (ml)

## Pengukuran Peubah

### 1. Pengamatan Perkembangan Populasi Bakteri Vibrio dalam Wadah Penelitian

Pengamatan perkembangan populasi bakteri Vibrio dalam wadah penelitian dilakukan setiap akhir dari masa ujiantang dengan jalan mengambil 1 ml air media, kemudian diencerkan dalam larutan NaCl 0,85 ‰. Pengenceran dilakukan secara bertingkat ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  dan  $10^{-3}$ ) untuk memudahkan menghitung populasi bakteri Vibrio. Setelah itu masing-masing hasil pengenceran diambil 0,1 ml. Kemudian diinokulasikan ke dalam media TCBSA dalam cawan petri dan diinkubasi pada suhu  $28^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam. Koloni-koloni bakteri Vibrio yang tumbuh dihitung sehingga perkembangan populasinya dapat diketahui.

### 2. Sintasan

Sintasan udang mulai diamati dari hari pertama sampai hari keempat pada setiap perlakuan dan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SR = N_t / N_o \times 100 \%$$

dimana :

SR = Sintasan (%)

$N_o$  = Jumlah udang pada awal percobaan (ekor)

$N_t$  = Jumlah udang pada akhir percobaan (ekor)

Sintasan udang dalam bak pemeliharaan juga akan dihitung selama periode pemeliharaan dengan menggunakan rumus yang sama seperti diatas.

### 3. Pengukuran Kualitas Air

Sebagai data penunjang juga dilakukan pengukuran dan analisis kualitas air dimana suhu, salinitas, pH dan oksigen terlarut diukur setiap hari sedangkan amoniak, amonium dan nitrat diukur pada awal dan akhir penelitian.

Tabel 1. Jenis Alat yang digunakan Untuk Pengukuran Kualitas Air.

Parameter	Jenis Alat
Suhu	Thermometer
pH	pH meter
Oksigen terlarut	DO meter
Amoniak	Spektrofotometer

#### Analisis Data

Untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan, maka dilakukan analisis ragam. Jika terdapat pengaruh, maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perkembangan Populasi Bakteri

Ciri-ciri bakteri *Vibrio harveyi* dapat diketahui dengan pengamatan secara visual pada media lempeng TCBSA plate setelah diinkubasi selama 48 jam dengan melihat penampakan warna dan bentuk koloni. Warna koloni bakteri *Vibrio harveyi* pada media lempeng TCBSA plate adalah biru kehijauan dengan bentuk koloni bundar, ukuran agak besar dan cembung. Ciri lain yang ditunjukkan bakteri *Vibrio harveyi* adalah bercahaya dalam kondisi gelap. Perkembangan populasi bakteri *Vibrio harveyi* dalam wadah penelitian diamati setiap akhir dari ujiantang dengan melakukan sampling air sebanyak 1 ml pada setiap wadah kemudian ditumbuhkan secara duplo pada media TCBSA plate (Tabel Lampiran 1). Berdasarkan sampling tersebut diperoleh rata-rata populasi bakteri *Vibrio harveyi* dalam setiap perlakuan (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-rata Populasi Bakteri *Vibrio harveyi* ( $5 \times 10^4$  sel/ml) pada Setiap Perlakuan pada Minggu II, IV, VI dan VIII.

Perlakuan	Rata-rata Populasi bakteri ( $\bar{x} \pm SD$ )			
	II	IV	VI	VIII
A (0 g/kg pakan)	5,76 $\pm$ 3,30	5,53 $\pm$ 3,18	7,67 $\pm$ 6,66	12,59 $\pm$ 12,85
B (5 g/kg pakan)	2,93 $\pm$ 0,45	2,67 $\pm$ 0,57	2,97 $\pm$ 0,42	29,48 $\pm$ 8,53
C (10 g/kg pakan)	2,50 $\pm$ 0,56	3,2 $\pm$ 0,72	2,5 $\pm$ 0,52	15,05 $\pm$ 5,25
D (15 g/kg pakan)	6,17 $\pm$ 3,43	3,77 $\pm$ 3,72	6,17 $\pm$ 3,43	6,73 $\pm$ 5,30

Kepadatan populasi bakteri (Tabel 3) antara perlakuan dosis  $\beta$ -glukan yang diberikan berbeda pada setiap perlakuannya. Kepadatan tertinggi diperoleh pada perlakuan D (15 g/kg pakan) untuk minggu II, perlakuan kontrol untuk minggu IV, VI dan VIII. Sedangkan kepadatan terendah diperoleh pada perlakuan C (10 g/kg pakan) untuk minggu II, perlakuan B (5 g/kg pakan) untuk minggu IV, perlakuan C untuk minggu VI dan perlakuan D untuk minggu VIII. Kepadatan bakteri pada setiap sampling untuk semua perlakuan dosis  $\beta$ -glukan relatif lebih rendah dari dosis infeksi (Tabel Lampiran 1). Hal ini diduga karena bakteri tersebut telah menyerang hewan uji, selain itu juga disebabkan semakin berkurangnya nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bakteri.

#### Patogenitas Bakteri *Vibrio harveyi*

Berdasarkan hasil ujiantang bakteri *Vibrio harveyi* dengan kepadatan  $5 \times 10^4$  sel/ml pada udang windu (*P. monodon*) yang telah diberi imunostimulan  $\beta$ -glukan dengan dosis yang berbeda, selama penelitian diperoleh data mortalitas (Tabel Lampiran 2). Nilai rata-rata mortalitas udang windu pada minggu II dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Mortalitas (%) Udang Windu yang Diekspos dengan Bakteri *Vibrio harveyi* dengan Kepadatan  $5 \times 10^4$  sel/ml pada Minggu II

Perlakuan	Mortalitas ( $\bar{x} \pm SD$ )
A (0 g/kg pakan)	70 $\pm$ 10
B (5 g/kg pakan)	10 $\pm$ 0
C (10 g/kg pakan)	20 $\pm$ 14
D (15 g/kg pakan)	40 $\pm$ 20

Mortalitas udang windu setelah diekspos dengan bakteri *Vibrio harveyi* pada minggu II berbeda antar semua perlakuan dosis  $\beta$ -glucan. Rata-rata mortalitas paling rendah diperoleh pada dosis 5 g/kg pakan, kemudian dosis 10 g/kg pakan. Berdasarkan nilai tersebut dapat diketahui bahwa mortalitas udang windu pada minggu II pada semua dosis  $\beta$ -glucan cukup rendah. Hal ini dapat menjadi indikasi bahwa udang uji dapat langsung beradaptasi dengan pakan yang diberikan sehingga imunostimulan  $\beta$ -glucan dapat menginduksi respon kekebalan dalam tubuh udang. Hal ini akan meningkatkan kemampuan udang untuk bertahan terhadap serangan bakteri *Vibrio harveyi*. Sebagaimana pernyataan Secombes (1983) bahwa penggunaan imunostimulan  $\beta$ -glucan dapat meningkatkan daya pertahanan non spesifik karena dapat meningkatkan aktifitas fagositosis dari pertahanan seluler, sekurang-kurangnya mempunyai efek terhadap daya bunuh bakteri (bakterisidal).

Nilai rata-rata mortalitas udang windu pada minggu IV, VI dan VIII dapat dilihat pada tabel 4, 5 dan 6.

Tabel 4. Rata-rata Mortalitas (%) Udang Widu yang Diekspos dengan Bakteri *Vibrio harveyi* dengan Kepadatan  $5 \times 10^4$  sel/ml pada Minggu IV

Perlakuan	Mortalitas ( $\bar{x} \pm SD$ )
A (0 g/kg pakan)	70 $\pm$ 10
B (5 g/kg pakan)	0 $\pm$ 0
C (10 g/kg p	0 $\pm$ 0
D (15 g/kg pakan)	20 $\pm$ 11,54



Tabel 5. Rata-rata Mortalitas (%) udang Windu yang Diekspos dengan Bakteri *Vibrio harveyi* dengan Kepadatan  $5 \times 10^4$  sel/ml pada Minggu VI

Perlakuan	Mortalitas ( $x \pm SD$ )
A (0 g/kg pakan)	$66,67 \pm 41,63$
B (5 g/kg pakan)	$10 \pm 0$
C (10 g/kg pakan)	$15 \pm 7,07$
D (15 g/kg pakan)	$25 \pm 21,21$

Tabel 6. Rata-rata Mortalitas (%) Udang Windu yang Diekspos dengan Bakteri *Vibrio harveyi* dengan Kepadatan  $5 \times 10^6$  sel/ml pada Minggu VIII.

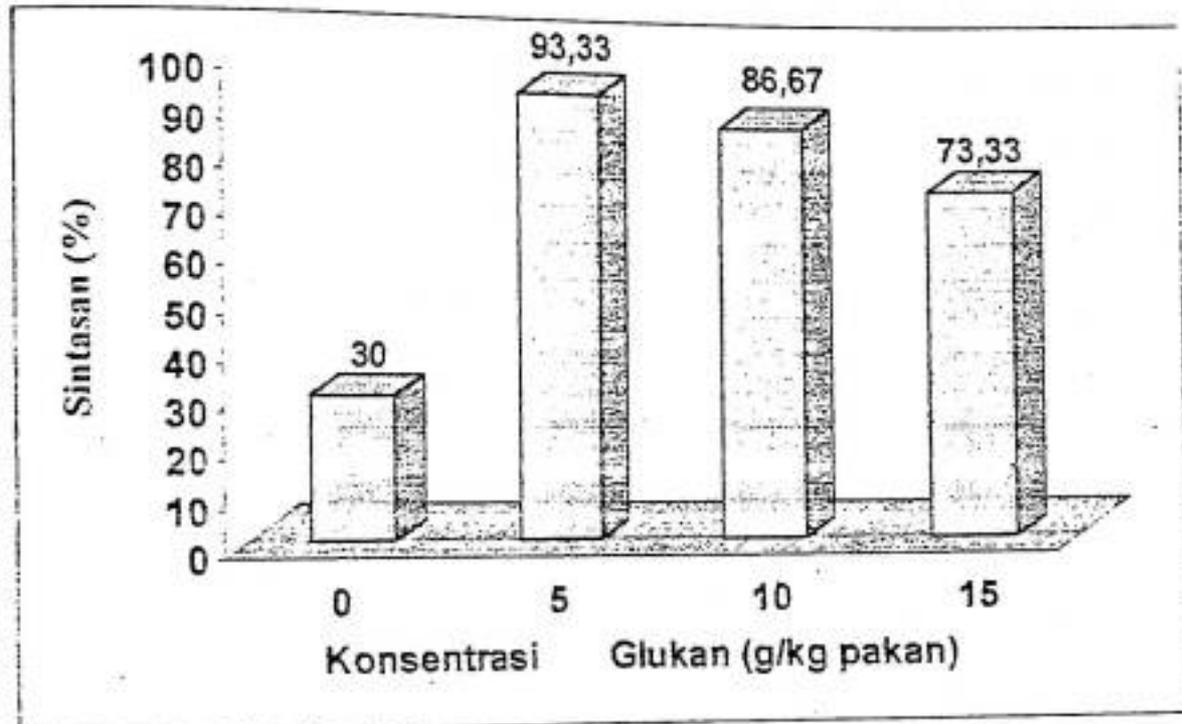
Perlakuan	Mortalitas ( $x \pm SD$ )
A (0 g/kg pakan)	$60 \pm 26,41$
B (5 g/kg pakan)	$10 \pm 0$
C (10 g/kg pakan)	$25 \pm 7,07$
D (15 g/kg pakan)	$23,33 \pm 23,09$

Mortalitas udang windu pada minggu IV, menunjukkan penurunan seiring dengan meningkatnya pemberian dosis  $\beta$ -glucan. Sedangkan pada minggu VI dan VIII mortalitas meningkat seiring dengan meningkatnya pemberian dosis  $\beta$ -glucan. Berdasarkan nilai rata-rata mortalitas baik pada minggu IV, VI dan VIII dapat diketahui bahwa imunostimulan  $\beta$ -glucan yang diberikan melalui pencampuran dengan makanan sudah dapat berperan sebagai substansi yang menginduksi respon kekebalan tubuh udang. Hal

ini dimungkinkan karena pertahanan seluler pada udang windu yaitu hemosit terstimulasi sehingga tubuh udang memiliki sifat kebal terhadap bakteri *Vibrio harveyi*. Hal ini sejalan dengan pendapat Itami dkk. (1989) bahwa hemosit selalu memainkan peranan penting dalam respon seluler melalui agregasi pada tempat infeksi. Lebih lanjut dikatakan hemosit merupakan faktor pertahanan yang memiliki aktifitas fagositik tinggi, sedangkan faktor pertahanan humoral dan seluler bekerjasama dalam tubuh untuk melawan serangan organisme patogen.

### Sintasan

Sintasan udang windu setelah diekspos dengan bakteri *Vibrio harveyi* selama 96 jam pada setiap perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel Lampiran 3. Nilai rata-rata sintasan udang windu pada minggu II dapat dilihat pada gambar 2.



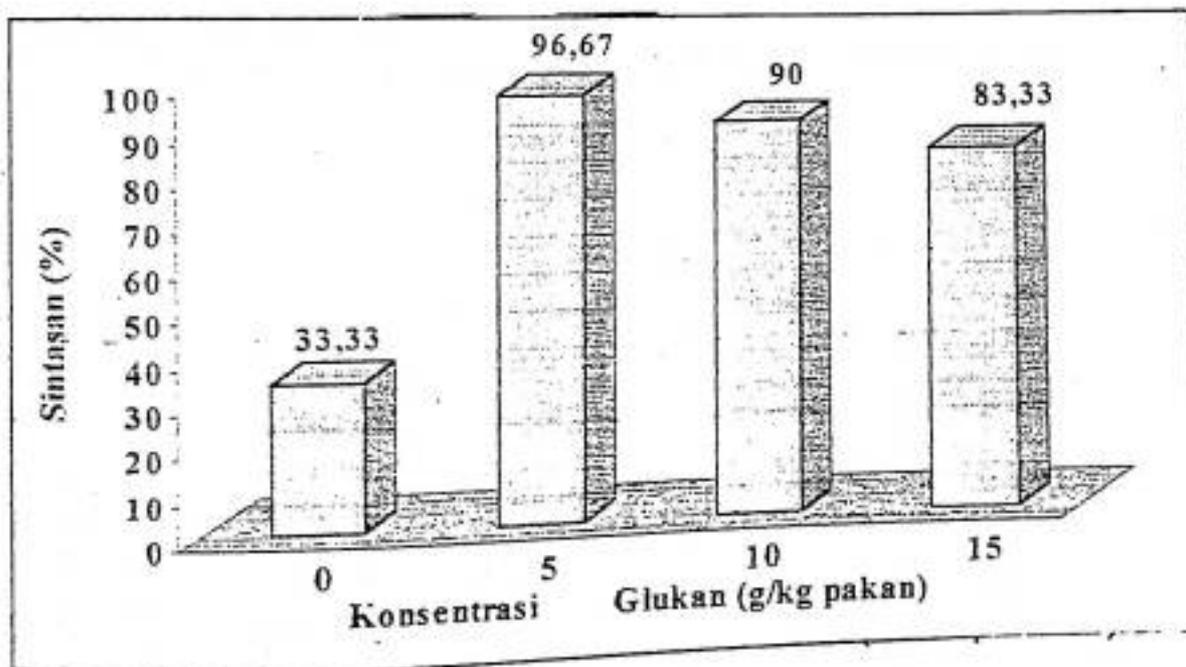
Gambar 2. Nilai Sintasan Udang Windu Setelah 2 kali Pemberian  $\beta$ -Glucan

Pada gambar 2 diatas, terlihat bahwa sintasan udang windu meningkat pada pemberian dosis  $\beta$ -glucan 5 g/kg pakan dengan nilai 93.33 (Tabel Lampiran 3). Pada dosis  $\beta$ -glucan 10 g/kg pakan sintasan udang hanya mencapai 86,67 dan menurun pada dosis 15 g/kg pakan dengan nilai 60 (Tabel Lampiran 3).

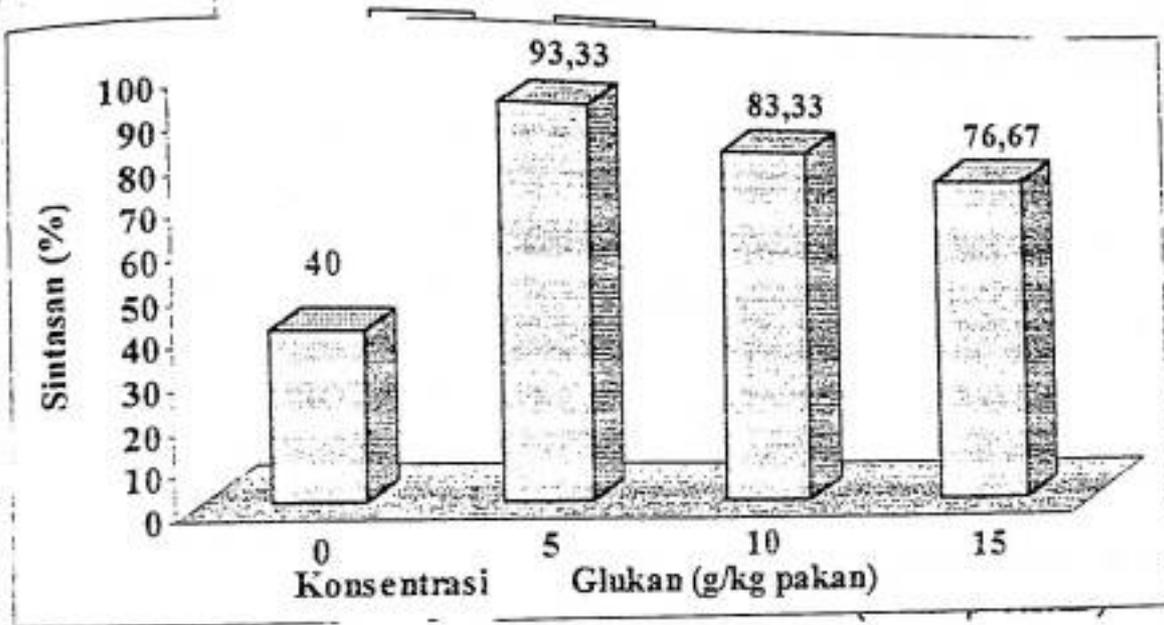
Berdasarkan hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) semua perlakuan dosis menunjukkan pengaruh yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ). Meningkatnya sintasan pada ketiga perlakuan dosis tersebut menunjukkan bahwa imunostimulan  $\beta$ -glucan yang diberikan sudah dapat berperan sebagai stimulan untuk sistem pertahanan tubuh non spesifik

sehingga merupakan suatu komponen yang penting untuk meningkatkan kekebalan yang non spesifik (Secombes 1994). Hal ini akan memungkinkan mekanisme pertahanan seluler pada udang windu yaitu hemosit terstimulasi sehingga tubuh udang dapat melawan serangan organisme patogen yaitu bakteri *Vibrio harveyi*. Sebagaimana pernyataan Itami (1994) bahwa pertahanan tubuh udang terdiri dari dua bagian yaitu sistem pertahanan humoral (serum) dan seluler (hemosit), dimana hemosit merupakan faktor pertahanan yang memiliki aktifitas fagositik tinggi.

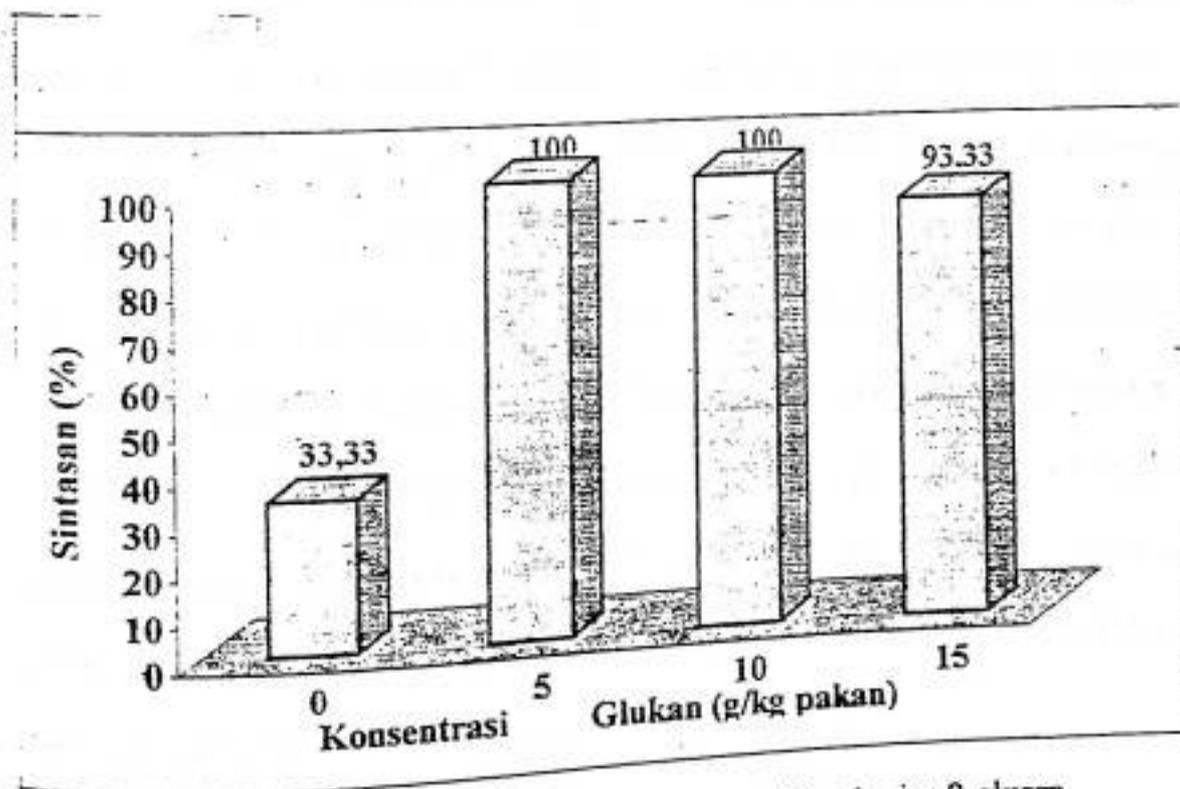
Nilai rata-rata sintasan udang windu untuk minggu IV, VI dan VIII dapat dilihat pada gambar 3, 4 dan 5.



Gambar 3. Nilai Sintasan Udang Windu Setelah 4 Kali Pemberian  $\beta$ -glucan



Gambar 4 . Nilai Sintasas Udang Windu Setelah 6 Kali Pemberian  $\beta$ -glukan



Gambar 5 . Nilai Sintasas Udang Windu Setelah 8 Kali Pemberian  $\beta$ -glukan

Gambar 3 menunjukkan sintasan meningkat seiring dengan peningkatan pemberian dosis  $\beta$ -glucan dalam pakan. Pada dosis 5g/kg dan 10 g/kg pakan dengan nilai sintasan yang sama yaitu 100 (Tabel Lampiran 3) menunjukkan pengaruh yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) sedangkan pada perlakuan 15 g/kg pakan dengan nilai sintasan 93,33 menunjukkan pengaruh yang nyata ( $P < 0,05$ ).

Pada minggu IV kemampuan imunostimulan  $\beta$ -glucan untuk menginduksi respon kekebalan tubuh udang sudah semakin baik sehingga daya pertahanan tubuh udang terhadap bakteri *Vibrio harveyi* semakin meningkat.

Sintasan udang windu pada minggu VI dan VIII terlihat menurun seiring dengan meningkatnya pemberian dosis  $\beta$ -glucan sebagaimana yang terlihat pada gambar 4 dan 5. Berdasarkan hasil uji Beda Nyata Terkecil (BNT) baik pada minggu VI maupun VIII dapat diketahui bahwa dosis 5 g/kg dan 10 g/kg pakan menunjukkan pengaruh yang nyata ( $P < 0,05$ ) dan dosis 15 g/kg pakan tidak menunjukkan pengaruh yang nyata ( $P > 0,05$ ).

Sintasan yang menurun mulai minggu VI sangat erat kaitannya dengan umur dan pertambahan bobot tubuh udang. Hal ini dapat dilihat bahwa efektifitas pemberian imunostimulan  $\beta$ -glucan pada stadium pasca larva (PL) lebih efektif bila dibandingkan pada stadium juvenil. Kenyataan ini dapat dilihat dengan semakin menurunnya nilai sintasan seiring dengan pemberian imunostimulan  $\beta$ -glucan pada minggu VI dan VIII dimana umur udang sudah mencapai juvenil. Menurut Bellanti (1983), umur merupakan salah satu faktor yang memodifikasi mekanisme imun (kekebalan) yang pada akhirnya dapat mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup.

Faktor lain yang mempengaruhi penurunan sintasan adalah sifat kanibal udang. Sebagaimana dijelaskan oleh Pascual (1983) bahwa sifat kanibal udang turut menentukan tingkat kelangsungan hidup, sifat kanibal ini biasanya muncul pada saat udang lapar maka udang lemah terutama yang mengalami pergantian kulit akan diserang oleh udang yang sehat. Hal ini dapat diketahui dari pengamatan selama penelitian kadang ditemukan tubuh udang yang kehilangan chepalotorax (bagian kepala dan perut).

Nilai rata-rata sintasan sebagai respon pengaruh tunggal perlakuan dosis  $\beta$ -glucan selama penelitian dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Nilai Rata-rata Sintasan (%) pada Dosis  $\beta$ -Glucan yang Berbeda Selama Penelitian.

Perlakuan	$\bar{x} \pm SD$
A (0 g/kg pakan)	34,14 $\pm$ 4,14
B (5 g/kg pakan)	95,83 $\pm$ 5,15
C (10 g/kg pakan)	90 $\pm$ 12,06
D (15 g/kg pakan)	78,33 $\pm$ 14

Berdasarkan tabel diatas setelah dilakukan analisis variansi (Tabel Lampiran 8) menunjukkan bahwa perbedaan dosis yang dicobakan sampai akhir penelitian berpengaruh sangat nyata terhadap sintasan ( $F_{hitung} > F_{tabel}$ ). Berdasarkan nilai rata-rata sintasan yang diperoleh selama penelitian, untuk dosis  $\beta$ -glucan 5 g/kg pakan diperoleh rata-rata sintasan tertinggi yaitu 95,83% ( $P < 0,01$ ), kemudian pada dosis 10 g/kg pakan dengan nilai 90% ( $P < 0,05$ ). Untuk perlakuan  $\beta$ -glucan dengan dosis 15 g/kg pakan diperoleh rata-rata

sintasan hanya mencapai 73,33% demikian pula dengan perlakuan kontrol (tanpa  $\beta$ -glucan) rata-rata sintasan hanya mencapai 31,14%.

Berdasarkan hasil uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada Tabel Lampiran 8, didapatkan bahwa perlakuan B (5 g/kg pakan) memberikan respon terbaik terhadap sintasan udang windu yaitu sebesar 95,83%. Perlakuan B (5 g/kg pakan) berpengaruh nyata pada perlakuan C (10 g/kg pakan) dan perlakuan D (15 g/kg pakan). Sedangkan perlakuan C (15 g/kg pakan) tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan D (15 g/kg pakan) dan kontrol.

Berdasarkan pengamatan terhadap hewan uji secara visual selama penelitian, terlihat bahwa udang yang terserang bakteri *Vibrio harveyi* tampak bercak-bercak di malam hari, nafsu makan berkurang, tidak aktif berenang, dan terlihat bercak-bercak merah ditubuhnya. Sedangkan udang yang hidup sampai dengan masa ujiantang berakhir biasanya memperlihatkan perubahan warna menjadi buram.

#### Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dalam penelitian ini merupakan data penunjang. Berdasarkan pengamatan kualitas air selama penelitian (Tabel Lampiran 9) maka diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air Selama Penelitian

Parameter	Konsentrasi Optimum	Konsentrasi pada Media Penelitian
Suhu	25 - 30 <sup>o</sup> C	26 - 28 <sup>o</sup>
PH	7,4 - 8,6	7,4 - 8,0
Oksigen	4 - 8 ppm	4,8 - 6,1 ppm
Amoniak	< 0,1 ppm	0,003 - 0,03 ppm

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air selama penelitian secara keseluruhan dapat dinyatakan bahwa kisaran parameter kualitas air media penelitian masih berada dalam rentang yang layak untuk kelangsungan hidup udang.

Udang memiliki toleransi suhu untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya yang optimal 25 - 30<sup>o</sup> C (Cholik 1987). Menurut Ilyas (1987) untuk mencapai pertumbuhan yang maksimum kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan udang adalah 4 - 8 ppm. Sedangkan pH yang disarankan oleh Valencia (1977) dalam Cholik (1987) adalah 7,4 - 8,6.

Keberadaan amoniak dalam air disebabkan oleh adanya sisa-sisa metabolisme udang dan pembusukan bahan organik yang kaya akan oksigen seperti sisa-sisa pakan. Menurut Boyd (1979) amoniak merupakan bahan toksik bagi hewan air, karena amoniak dapat mengurangi kandungan oksigen dalam air. Batas pengaruh mematikan dapat terjadi pada hewan air bila konsentrasi amoniak pada perairan berkisar antara 0,1 - 0,3 ppm.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa dosis  $\beta$ -glucan yang paling efektif memberi respon terhadap sintasan adalah perlakuan  $\beta$ -glucan dengan dosis 5 g/kg pakan yaitu sebesar 95,83%. Sedangkan dosis 10 g/kg pakan dan 15 g/kg pakan nilai sintasan secara berturut-turut adalah 90% dan 77,5%.

### Saran

Untuk mengantisipasi serangan organisme patogen yaitu bakteri *Vibrio harveyi* pada usaha budidaya udang windu sebaiknya diberikan imunostimulan  $\beta$ -glucan dengan dosis 5 g/kg pakan sebanyak 4 kali dalam siklus hidupnya. Disamping itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengendalian populasi bakteri *Vibrio harveyi* pada batas aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, T. 1988. Peubah Penting Mutu Air Tambak. Bunga Rampai Bertambak Udang Windu. Seri F. Kerjasama antara PT. Meita Gemini Ujung pandang dengan Balai Penelitian Budidaya Air payau Maros (BALITDITA). Maros.
- Alday-Zans, V. 1995. Technical Report. Short Course on Shrimp Disease and Health Management. Marine Science Education Project. Ujungpandang.
- Anonymus. 1996. Kilas Balik Produksi Udang Tahun 1994. Asian ShrimphNews. Asian Shrimph Culture Council 21: 1-4.
- Atmomarsono, M., Madeali, M.I., Tompo, A., dan Muliiani. 1993. Bakteri Penyebab Penyakit pada Udang Windu Diperairan Tambak Sulawesi Selatan. Hal. 48 - 51 dalam Anonim (Ed). Prosiding Simposium Perikanan Indonesia I. Jakarta
- Boyd, C.E. 1979. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Development in Aquaculture and Fisheries Science. Auburn University Pers. USA.
- Buwono. 1993. Tambak Udang Windu Sistem Pemeliharaan Berpola Intensif. Kanisius. Yogyakarta.
- Cholik, F. 1987. Dasar-Dasar Bertambak Udang Windu Secara Intensif. Bunga Rampai Bertambak Udang Widu. Seri F. (BALITDITA). Maros.
- Dahril, T., dan Amad, M. 1988. Biologi Udang yang Dibudidayakan di Tambak. Hal. 121 - 125. Dalam A. Bittner (Ed). Budidaya Air. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta. 355 hal.
- Davis, H.S. 1960. Culture and Disease of Game Fishes. University of California Press. Los Angeles.
- Effendie, M.I. 1997. Biologi Perikanan. Penerbit Yayasan Guna. Bogor.
- Gandjar, B. 1997. Alternatif Pengobatan Kanker dan Penyakit Lainnya. Seminar Sehari, Multi Care. Ujung pandang.
- Hadi, S. 1997. Pengaruh Hardness (CA dan MG) terhadap Udang Windu. Makalah Disampaikan dalam Simposium Perikanan Indonesia II. 2-3 Desember 1997. Ujung pandang.
- Itami, T., Takahasi, Y., and Nakamura, Y. 1989. Efficacy of vaccination against vibriosis in cultured kuruma prawns (*Penaeus japonicus*). J. Aquatic Animal Health, 1 : 138 - 242.

- Ilyas, S., Cholik, F., Ismail, W., Arifuddin, R., dan Daulay, T. 1987. Petunjuk Teknis Pengoperasian Unit Usaha pembesaran Udang Windu. Seri Pengembangan Hasil Penelitian Perikanan No. PHP/KAN/02/1987 Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Jawets, E., Melnick, J. L., dan Adelberg, E.A. 1986. Review of Medical Microbiology (Diterjemahkan oleh : Gerard Bonauly). CV. EGC. Penerbit Buku Kedokteran, Jakarta. 846 hal.
- JICA GROUP. 1994. Training Course in Fish Physiology and Prevention of Epizootics, Jakarta. 8 hal.
- Kobata, S. 1985. Parasites and Disease of Fish Culture in The tropics. Taylor and Francis. London. 318 pp.
- Lewis, T.E., Garian, C.D., O'Brien, T.D., and Fraser, M.I. 1988. The use of 0,2 mm Membrane Filtered Seawater for Improved Control of Bacterial Levels in Mikroalga Cultured Feed to Larvae Pacific Oyster (*Crasostrea gigas*). Aquaculture, 69 : 241 - 251.
- Lightner, D. V. 1988. Vibrio Disease of Penaeid Shrimp. Pages 42 - 47 in C.J. Sinderman and D.V. Lightner (Eds) Disease Diagnostic and Control I North American Marine Aquaculture. EISELVIET, Amsterdam.
- Martosedarmo, B. dan B.S. Ranoemihardjo. 1983. Biologi Udang Penaeid. Hal. 1 - 21 dalam Anonim (Ed). Pedoman Pembudidayaan Udang Penaeid. Direktorat Jendral Perikanan. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Mulyani, P., Madeali, M.I., dan Tompo, A. 1996. Bakteri Patogen pada Budidaya Udang Windu. Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kelautan dan Bioremediasi. 6 - 7 Desem 1996. Ujungpandang. Hal. 192 - 194.
- Pascual, F. 1983. Nutrition and Feeding of *Penaeus monodon* Fabr. SEAFDEC. Iloilo.
- Pitogo, C.L. 1988. Isolation and Identification of Luminescens Bacteria Causing Mortalitas in *Penaeus monodon* Hatcheries in Panay. SEAFDEC, 10: 1 - 9
- Poernomo, A. 1988. Faktor Lingkungan Dominan pada Budidaya Udang Windu. Seri F. Ujungpandang.
- Pravitno, S. B. 1997. Penggunaan Bakteri Remediasi Terhadap Akumulasi Bahan Organik dan amonia di Tambak. Prosiding Seminar Biologi Nasioal XV. 767 - 771
- Rantetondok, A. 1986. Hama dan Penyakit Ikan. Lembaga Penerbitan Hasanuddin, Ujungpandang. 153 hal.

- Ramli, H. 1991. Inventarisasi Bakteri pada Sedimen Pertambakan Udang. Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas MIPA. Universitas Hasanuddin. Ujungpandang.
- Rukyani, A. 1992. Pengelolaan Kesehatan Udang Windu pada Usaha Budidaya Udang Windu. Kumpulan Makalah pada Pertemuan Aplikasi Budidaya Pertanian "Budidaya Udang Windu" BAP. Jawa Tengah. 10 hal.
- Rukyani, A., H. Supriadi, O. Kamaruddin, D. Bastiawan, P. Taufik, Tauhid dan R. Arifuddin. 1991. Petunjuk Pengelolaan Kesehatan Ikan bagi Aquakultur. Pusat Pengembangan Perikanan, Jakarta.
- Rusaini. 1996. Patogenitas Bakteri *Vibrio spp.* Terhadap Benih Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabr). Skripsi. Jurusan Perikanan. FIKP. Universitas Hasanuddin. Ujungpandang.
- Secombes, C.J. 1994. Enhancement of Fish Phagocytosis Activity. Fish and Shellfish Immunology 4. Hal. 421 - 436.
- Sinderman, C.J. 1990. Principal Diseases of Marine Fish and Shellfish. Academic Press. Inc. Vol. II. Second Edition. Sandiego. California.
- Sutaman. 1992. Petunjuk Praktis Pembenuhan Udang Windu Skala Rumah Tangga. Kanisus. Yogyakarta.
- Tahir, A. 1996. Beberapa Mekanisme yang Mempengaruhi Derajat Patogenitas dari Bakteri yang Menyerang Ikan Laut. Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kelautan dan Bioremediasi. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia Cabang Ujungpandang. Bekerjasama dengan Universitas Hasanuddin. Hal. 139 - 147.
- Taslihan, A. 1988. Penyakit Udang dan Cara Pengendaliannya. Balai Budidaya Air Payau. Jepara.
- Zafran dan D. R. Boer. 1991. Bakteri *Vibrio sp* Sebagai Patogen Opportunis bagi Udang Windu (*P. monodon*). J. Panel. Budidaya Pantai, 7 (1) : 73 - 77.
- Zafran dan D. Rosa. 1993. Tehnik Penanggulangan Penyakit Udang Menyala di Hatchery Melalui pengendalian Populasi bakteri. Jurnal penelitian Budidaya pantai. Jakarta.