

10.223 8

PENGARUH LIPOPOLISAKARIDA (LPS) TERHADAP SINTASAN

DAN PERTUMBUHAN GELONDONGAN UDANG WINDU

(*Penaeus monodon* Fabricius) DI TAMBAK

SKRIPSI

Oleh

SUGENG MARYANTA



Angka pendaftaran	26-4-2000
Nama	Hasbi ah
Tempat	Exp
No. Absen	200926065

PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
 JURUSAN PERIKANAN
 FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
 UNIVERSITAS HASANUDDIN
 MAKASSAR
 2000

**PENGARUH LIPOPOLISAKARIDA (LPS) TERHADAP SINTASAN
DAN PERTUMBUHAN GELONDONGAN UDANG WINDU
(*Penaeus monodon* Fabricius) DI TAMBAK**

Oleh

SUGENG MARYANTA

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana
Pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2000**

Judul Skripsi : **PENGARUH LIPOPOLISAKARIDA (LPS) TERHADAP
SINTASAN DAN PERTUMBUHAN GELONDONGAN
UDANG WINDU (*Penaeus monodon* FABRICIUS)
DI TAMBAK**

Nama : **SUGENG MARYANTA**

Stambuk : **L221 94 046**

Program Studi : **BUDIDAYA PERAIRAN**

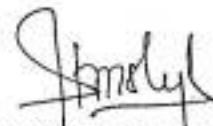
Skripsi Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :



Ir. Alexander Rantetondok, M.Fish, Sc.
Pembimbing Utama



Ir. Markus Mangatpa
Pembimbing Anggota

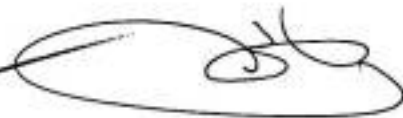


Ir. Siti Aslamyah, M.Si
Pembimbing Anggota

Diketahui Oleh :



Ir. Syamsu Alam Ali, M.S
Dekan



Dr. Ir. Edison Saade, M.Sc.
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 14 Maret 2000

ABSTRACT

SUGENG MARYANTA. The Effects of Lipopolysaccharide (LPS) on the Survival Rate and the Growth of Juvenile Tiger Shrimp (*Penaeus monodon* Fabricius) at the Brakish-Water Pond (under supervision of Alexander Rantetondok as the Supervisor, Markus Mangampa and Siti Aslamsyah as Co-Supervisors).

This research was carried out from October until December 1999 at the Brakish-Water Pond Instalation of the BALITKANTA, Maranak, Maros Regency. The objective of this research was to know the effective concentration of lipopolysaccharide (LPS) extracted from *Vibrio harveyi* on the survival rate and the growth of tiger shrimps (*Penaeus monodon* Fabricius). Results of this research were expected to provide information about the "immunity system" of the shrimps and to be useful for the activity of tiger shrimps culture.

In this study, four (4) pieces of brakish-water ponds measured of 250 m² were, respectively, divided into 3 compartments by using 0.5 cm-mesh nets as their separators, so that there were 12 pieces of brakish water ponds of 83 m² each. The test shrimps used were juvenile tiger shrimps of 0.4 grams weight, in average, and were provided with feds containing LPS once a week.

This research used the Completely Randomized Design (CRD) with four (4) treatments (A = 0 gram LPS/kg fed; B = 10 gram LPS/kg fed; C = 20 gram LPS/kg fed, and; D = 30 gram/kg fed) and 3 replications.

From the observation on the survival rate of tiger shrimps, it was found that the highest percentage was the C treatment, followed by the D, B, and A. The highest specific weight gain was achieved by the C treatment, followed by the B, D, and A.

Results of the variant analysis showed that LPS treatment high significantly ($P < 0.01$) affected the survival rate and the growth of tiger shrimps. Water quality in the media was still within reasonable ranges for the survival rate and the growth of tiger shrimps.

Based on this study, it could be concluded that LPS might provide higher survival rate and growth, than those of the controls, in which the highest survival rate and growth were achieved by the C treatment (20 gram LPS/kg fed).

RINGKASAN

SUGENG MARYANTA. Pengaruh Lipopolisakarida (LPS) Terhadap Sintasan dan Pertumbuhan Gelondongan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius) di Tambak (dibawah bimbingan Alexander Rantetondok sebagai Pembimbing Utama, Markus Mangampa dan Siti Aslamyah sebagai Pembimbing Anggota).

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober sampai Desember 1999 di Instalasi Tambak BALITKANTA Maranak Kabupaten Maros. Tujuannya adalah untuk mengetahui konsentrasi efektif lipopolisakarida (LPS) yang diekstrak dari bakteri *Vibrio harveyi* terhadap sintasan dan pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius). Hasilnya diharapkan memberikan tambahan informasi mengenai "sistem kekebalan" udang dan berguna bagi kegiatan budidaya udang windu.

Pada penelitian ini digunakan 4 petak tambak berukuran 250 m², masing-masing petak dibagi 3 dengan menggunakan jaring (waring hitam) dengan mesh size 0,5 cm sebagai pemisah, sehingga diperoleh 12 petakan yang luasnya masing-masing sekitar 83 m². Udang uji yang digunakan adalah gelondongan udang windu dengan berat rata-rata 0,4 gram dan diberi pakan yang mengandung LPS seminggu sekali.

Dalam penelitian ini digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan (A = 0 gram LPS/kg pakan, B = 10 gram LPS/kg pakan, C = 20 gram LPS/kg pakan, dan D = 30 gram LPS/kg pakan) dan 3 ulangan.



Hasil pengamatan sintasan udang windu didapatkan persentase tertinggi pada perlakuan C, kemudian diikuti perlakuan D, B, dan A. Pertumbuhan bobot spesifik tertinggi diperoleh pada perlakuan C, kemudian diikuti perlakuan B, D, dan A.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan LPS memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap sintasan dan pertumbuhan udang windu. Kualitas air pada media masih berada pada kisaran yang layak untuk sintasan dan pertumbuhan udang windu.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian LPS memberikan sintasan dan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol, sintasan dan pertumbuhan tertinggi diperoleh pada perlakuan C (20 gram LPS/kg pakan).

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Ilahi Rabbi karena berkat rahmat dan hidayahNya jualah sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Terwujudnya skripsi ini adalah berkat bantuan, petunjuk, pengarahan dan bimbingan Bapak Ir. Alexander Rantetondok, M.Fish, Sc. sebagai pembimbing utama, Bapak Ir. Markus Mangampa dan Ibu Ir. Siti Aslamyah, M.Si. sebagai pembimbing anggota sejak penelusuran pustaka, pelaksanaan penelitian, sampai pada akhir penulisan. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya.

Ucapan terima kasih ingin pula penulis sampaikan kepada :

1. Ibu Ir. Hasni Y. Azis sebagai penasihat akademik dan seluruh staf dosen yang banyak memberikan bantuan langsung maupun tidak langsung.
2. Bapak Dr. Ir. Taufik Ahmad, M.Sc. (kepala BALITKANTA) dan seluruh staf di instalasi tambak percobaan BALITKANTA Maranak atas bantuan, fasilitas dan pengertian selama penulis mengadakan penelitian.
3. Kedua orang tua, kakak, dan adik tercinta yang senantiasa memberikan bantuan material, moril dan doa.
4. Akhirnya kepada rekan-rekan pondok Nurlina, pondok Wahyu serta rekan-rekan se-Jurusan Perikanan yang tidak penulis sebutkan satu persatu atas segala pengertian dan bantuan selama ini.

Penulis menyadari bahwa ucapan terima kasih yang disampaikan tidaklah setimpal dengan apa yang telah diberikannya, namun tentunya Allah jualah yang akan membalas semua kebaikan itu. Amiin.

Makassar, Maret 2000

Penulis

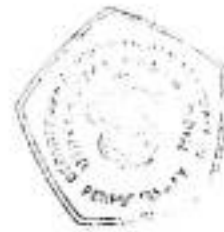
RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta pada tanggal 10 Maret 1976. Merupakan anak keempat dari tujuh bersaudara dari orang tua bernama Hadi Sumarto dan Sumirah.

Pertama kali memasuki jenjang pendidikan formal pada tahun 1982 di SDN Pakem I Sleman dan tamat pada tahun 1988. Kemudian melanjutkan ke SMP Muhammadiyah Pakem Sleman dan tamat pada tahun 1991. Pada tahun yang sama melanjutkan ke SMAN Pakem Sleman dan tamat 1994.

Melalui Seleksi UMPTN pada tahun 1994, penulis diterima pada Jurusan Perikanan Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Hasanuddin dengan memilih bidang keahlian Budidaya Perairan.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi pengurus HIMARIN UH, PERBAKIN UH, HIMAJATI, dan menjadi asisten luar biasa pada mata kuliah Ichthyologi dan Ilmu Penyuluhan Perikanan.



DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan dan Kegunaan Penelitian	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
Sistematika	3
Biologi Udang Windu	3
Penyakit <i>Vibrio</i> pada Udang Windu	4
Imunitas dan Sistem Imun pada Invertebrata	6
Imunostimulan	8
Kualitas Air	10
METODE PENELITIAN	12
Waktu dan Tempat	12
Alat dan Bahan	12
Udang Uji	13
Media Penelitian	13
Pakan Uji	13
Rancangan Penelitian	14
Prosedur Penelitian	15
Peubah yang Diamati	16
Analisis Data	16

HASIL DAN PEMBAHASAN	17
Sintasan Udang Windu (<i>Penaeus Monodon</i> Fabricius)	17
Pertumbuhan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius)	20
Kualitas Air	23
KESIMPULAN DAN SARAN	24
Kesimpulan	24
Saran	24

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Alat-alat yang Digunakan Dalam Penelitian	12
2.	Parameter Kualitas Air yang Diamati, Alat Ukur yang Digunakan dan Waktu Pengamatan	15
3.	Rata-rata Sintasan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius)	17
4.	Rata-rata Pertumbuhan Bobot Spesifik Udang Windu pada Berbagai Konsentrasi Lipopolisakarida (LPS) yang Berbeda	20
5.	Hasil Pengukuran Kualitas Air Selama Penelitian dan Kisaran yang Layak Menurut Pustaka	23
<u>Lampiran</u>		
1.	Hasil Pengamatan Sintasan Udang Windu (%) pada Berbagai Konsentrasi LPS yang Berbeda	27
2.	Analisis Ragam Perlakuan Terhadap Sintasan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>)	27
3.	Uji BNJ Perlakuan Terhadap Sintasan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>)	28
4.	Rata-rata Berat (gr) Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) Setiap Perlakuan Selama Penelitian	29
5.	Hasil Pengamatan Pertumbuhan Bobot Spesifik (%/hari) Udang Windu pada Berbagai Konsentrasi LPS yang Berbeda	30
6.	Analisis Ragam Perlakuan Terhadap Pertumbuhan Bobot Spesifik Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>)	30
7.	Uji BNJ Perlakuan Terhadap Pertumbuhan Bobot Spesifik Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>)	31
8.	Rata-rata Kualitas Air Selama Penelitian	32

DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Skema Sistem pro-PO	8
2.	Tata Letak Unit Percobaan Setelah Pengacakan	14
3.	Nilai Sintasan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) pada Berbagai Konsentrasi LPS yang Berbeda	18
4.	Grafik Hubungan antara Pertumbuhan Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) Dengan Periode Waktu Pengukuran pada Berbagai Konsentrasi LPS yang Berbeda	20
5.	Nilai Pertumbuhan Bobot Spesifik Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i>) pada Berbagai Konsentrasi LPS yang Berbeda	22

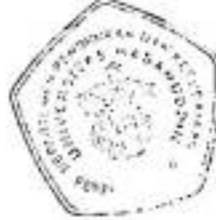
PENDAHULUAN

Latar Belakang

Udang windu (*Penaeus monodon* Fabr.) merupakan salah satu komoditas ekspor di subsektor perikanan yang dapat meningkatkan devisa negara. Permintaan pasar terhadap udang ini cenderung meningkat dan didukung dengan sumberdaya yang tersedia sehingga memberikan peluang yang sangat besar untuk pengembangan budidayanya. Berbagai upaya telah dilakukan oleh pemerintah melalui kegiatan ekstensifikasi dan intensifikasi tambak, sehingga mendorong sektor swasta untuk menanamkan modalnya dalam usaha peningkatan produksi.

Dewasa ini usaha budidaya udang windu mengalami berbagai hambatan yang sangat serius terutama kematian massal akibat serangan penyakit baik pada usaha pembesaran di tambak maupun pembenihan di hatchery. Salah satu penyebabnya adalah serangan bakteri *Vibrio harveyi* yang menyebabkan terjadinya penyakit udang menyala atau lebih dikenal dengan penyakit kunang-kunang.

Selama ini pengendalian penyakit khususnya penyakit bakterial, telah digunakan berbagai jenis antibiotik, seperti kloramfenikol, ampisilin, gentamisin, neosin, tetrasiklin, dan penisilin G, ternyata banyak dari jenis antibiotik tersebut yang justru menimbulkan resistensi dan strain baru bakteri sehingga menimbulkan masalah baru dalam penanggulangan penyakit. Oleh karena itu perlu dicari metode baru dalam usaha pengendalian penyakit.



Salah satu cara pengendalian penyakit adalah dengan jalan meningkatkan kekebalan non spesifik udang dengan menggunakan imunostimulan lipopolisakarida (suatu komponen integral dari dinding sel bakteri gram negatif yang tersusun dari lemak (lipid A) dan antigen O), yang diketahui dapat meningkatkan sintasan udang windu. Seperti dikemukakan Juliani (1999), pemberian LPS (10, 20 dan 30 gram/kg pakan) memberikan pengaruh terhadap sintasan larva udang windu di laboratorium. Ditambahkan pula bahwa LPS dapat menurunkan mortalitas larva udang windu meski tingkat serangan bakteri berada pada taraf 5×10^4 cfu (coloni forming unit)/ml.

Melihat hal tersebut di atas, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh imunostimulan lipopolisakarida (LPS) terhadap sintasan dan pertumbuhan gelondongan udang windu (*Penaeus monodon* Fabr.) di tambak.

Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi efektif lipopolisakarida (LPS) yang diekstrak dari bakteri *Vibrio harveyi* terhadap sintasan dan pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fabr.)

Kegunaan penelitian ini diharapkan dapat memberikan tambahan informasi bagi penelitian-penelitian selanjutnya tentang "sistem kekebalan" udang dan berguna bagi kegiatan budidaya udang windu.

TINJAUAN PUSTAKA

Klasifikasi.

Menurut Soetomo (1988), udang windu diklasifikasikan dalam :

Phylum	:	Arthropoda
Sub phylum	:	Mandibulata
Class	:	Crustacea
Sub class	:	Malacostraca
Series	:	Eumalacostraca
Devisi	:	Eucarida
Ordo	:	Decapoda
Sub ordo	:	Natantia
Famili	:	Penaeidae
Sub famili	:	Penaciae
Genus	:	<i>Penaeus</i>
Spesies	:	<i>Penaeus monodon</i> Fabricius

Biologi Udang Windu

Secara garis besar, tubuh udang dapat dibagi atas dua bagian utama, yaitu bagian kepala yang menyatu dengan dada yang disebut cephalothorax, dan bagian tubuh ke ekor yang disebut abdomen. Bagian kepala ditutupi oleh sebuah kelopak kepala (carapace) yang bagian ujungnya meruncing dan bergigi yang disebut dengan cangkuk kepala (rostrum). Tubuh terbagi atas ruas-ruas yang ditutupi oleh

kerangka luar yang mengeras terbuat dari chitin. Di bagian kepala terdapat 13 ruas dan di bagian perut 6 ruas (Dahril dan Ahmad 1989).

Tricahyo (1995) mengemukakan bahwa siklus hidup udang windu adalah mulai dari telur, nauplius, zoea, mysis, pasca larva, juvenil sampai udang dewasa.

Menurut Dahril dan Ahmad (1989), kelangsungan hidup merupakan salah satu komponen utama yang perlu diperhatikan dalam usaha budidaya perairan. Kelangsungan hidup udang ditentukan oleh dua faktor utama, yaitu sifat genetik (faktor internal) dan lingkungan (faktor eksternal). Lebih lanjut Effendie (1979), 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.

Penyakit *Vibrio* pada Udang Windu

Meyer (1983) dalam Rantetondok (1986) mengemukakan bahwa penyakit merupakan keadaan patologis dari tubuh yang ditandai dengan adanya gangguan histologis dan fisiologis.

Bakteri adalah organisme bersel satu yang hanya dapat di lihat dengan mikroskop. Banyak spesies bakteri yang patogen pada udang penaeid dan infeksi *Vibrio* spp merupakan yang terbanyak ditemukan. Istilah Vibriosis berhubungan dengan semua tipe infeksi yang disebabkan oleh bakteri dari genus *Vibrio*. Infeksi *Vibrio* adalah penyakit yang paling umum terdapat pada udang yang dipelihara (Alday-Sanz 1995).

Zafran dan Boer (1991), mengemukakan bahwa pada udang stadia zoea, bakteri yang dominan di dalam usus adalah *Vibrio* spp, sedangkan pada udang



dewasa di alam yang dominan adalah *Pseudomonas*. Sakata dan Taruno (1987) dalam Zafran dan Boer (1991) mengemukakan hasil yang berbeda pada *P. japonicus* yaitu pada stadia awal dari larva, bakteri yang dominan pada usus adalah *Flavobakterium* dan *Pseudomonas* sedangkan pada pasca larva akhir yang dominan adalah *Vibrio* sp.

Apabila kondisi udang, lingkungan dan patogen *Vibrio* sp berada dalam keseimbangan, maka *Vibrio* sp tidak akan merugikan bagi udang. Tetapi apabila udang berada dalam kondisi stress maka bakteri *Vibrio* sp bisa menjadi patogen bagi udang karena *Vibrio* sp bersifat "opportunistik patogen" (Zafran dan Boer 1991). Selanjutnya dijelaskan bahwa zoea adalah stadia yang paling rawan terhadap infeksi bakteri bercahaya dibandingkan stadia mysis dan post larva.

Rukyani (1993), mengemukakan penyakit kunang-kunang merupakan jenis penyakit utama udang windu yang disebabkan oleh *V. harveyi* dan biasanya terdapat pada larva stadia zoea, mysis, dan PL muda. Selanjutnya dijelaskan bahwa udang dewasa yang terkena penyakit *Vibrio* biasanya menunjukkan gerakan yang lemah dan menyentak-nyentak, kulit karapaks dan bagian lainnya rusak serta menjadi coklat atau hitam dan kadang-kadang berwarna merah di bagian ekor atau kaki renangnya. Oleh karena itu menurut Moeller (1989), penyakit merupakan faktor pembatas dalam budidaya air, hal ini merangsang kematian secara akut maupun kronis serta memperkecil laba usaha karena pertumbuhannya lambat.

Penyakit yang menyerang udang dimasukkan dalam 4 jenis agen penyakit yaitu penyakit asal virus, bakteri, parasit dan jamur. Agen-agen ini secara kronis

menyebabkan gangguan pertumbuhan dan menurunkan kualitas udang, sedangkan secara akut dapat menyebabkan kematian (Darmono 1991).

Imunitas dan Sistem Imun pada Invertebrata

Istilah imun, menurut Bellanti (1993), berasal dari bahasa latin "immunis" yang berarti bebas dari pajak atau bebas dari beban. Penggunaan secara klasik, imunitas diartikan sebagai daya tahan relatif inang terhadap infeksi mikroba tertentu. Selanjutnya dikemukakan terdapat sejumlah faktor yang memodifikasi mekanisme imun (kekebalan) yaitu genetik, umur, lingkungan, anatomi, fisiologi, dan mikrobial.

Ditinjau dari cara terbentuknya, kekebalan tubuh dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu kekebalan alami dan kekebalan perolehan. Kekebalan perolehan sendiri ada dua macam, yaitu kekebalan perolehan aktif dan kekebalan perolehan pasif (Jawets *dkk.* 1986). Selanjutnya dijelaskan kekebalan pasif adalah suatu keadaan tidak peka yang relatif sementara terhadap suatu penyebab infeksi yang ditimbulkan oleh pemberian antibodi terhadap penyebab tersebut. Pada kekebalan ini mekanisme perlindungan segera bekerja setelah pemberian antibodi. Sedangkan kekebalan aktif yaitu suatu keadaan resistensi yang dibentuk di dalam tubuh makhluk hidup setelah kontak efektif dengan benda asing, misalnya jasad renik atau hasil-hasilnya. Pada kondisi yang demikian makhluk hidup tersebut secara aktif akan menghasilkan antibodi untuk bereaksi dengan benda asing.

Anderson (1974), mengemukakan pertahanan nonspesifik pada hakekatnya merupakan penghalang pada hewan (ikan atau udang) untuk bisa melawan penyebaran yang luas dari agen-agen patogen. Selanjutnya Bellanti

(1993) menambahkan bahwa respon kekebalan nonspesifik merupakan pertahanan pertama antara inang dengan benda asing yang menimbulkan elemen fagositik ke daerah tempat benda itu masuk. Hal ini dapat terjadi sebagai suatu kejadian tersendiri atau sebagai bagian respon inflamasi (peradangan).

Alday-Sanz (1995) menyatakan bahwa udang memiliki sistem kekebalan tubuh yang primitif dibandingkan dengan vertebrata. Udang tidak memiliki immunoglobulin dan T-limfosit, dan hanya bergantung pada respon inflamasi, dalam hal ini fagositosis memainkan peranan utama dan dikatakan sebagai mekanisme pertahanan seluler yang utama (fagositosis adalah proses ingesti partikel asing atau lainnya, oleh sel-sel tertentu dalam tubuh). Reaksi ini utamanya dilakukan oleh sel-sel haemolin (sel-sel darah) yang disebut haemosit.

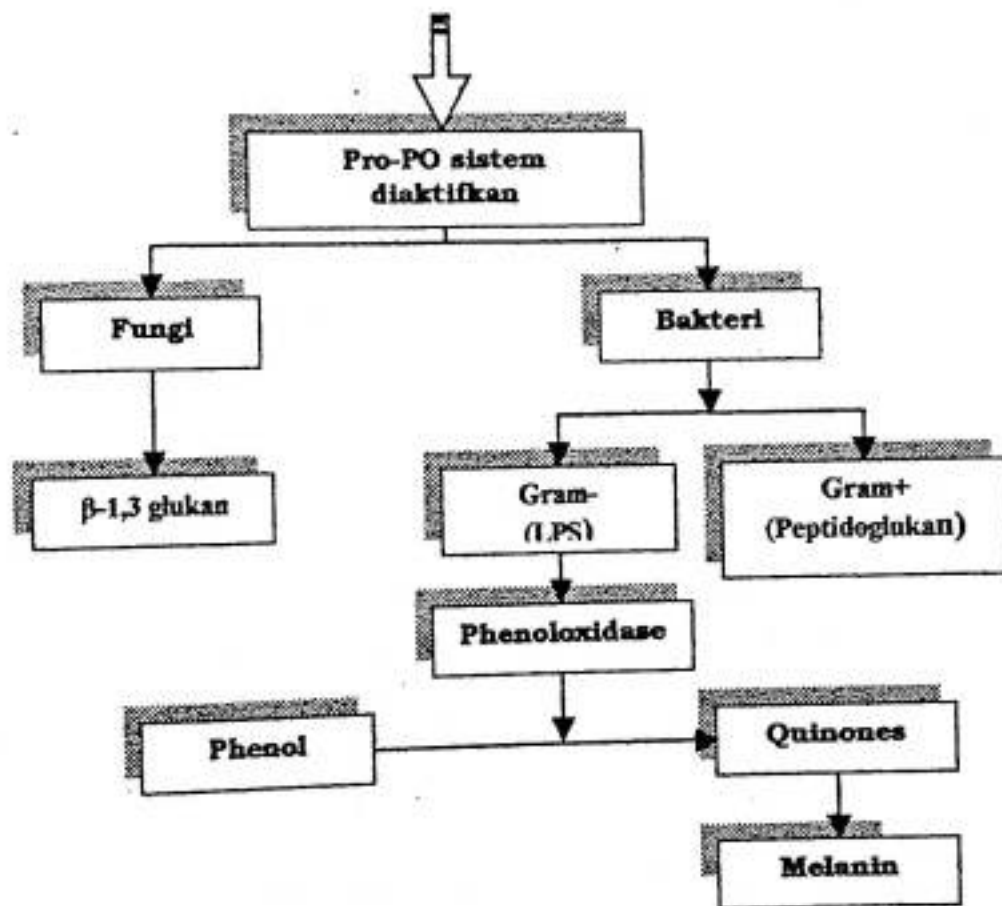
Aktifitas dari reaksi seluler berhubungan dengan sistem oksidasi profenol (dikenal sebagai proPO). proPO disimpan dalam granula dari haemosit granular dan semi granular dan dilepaskan ke dalam haemolin jika bertemu dengan benda asing. Selanjutnya proPO diaktifkan oleh komponen pada dinding sel bakteri dan jamur. Produk akhir dari reaksi enzimatik ini adalah melanin. Melanin mempunyai efek biosidal, oleh karena itu proses melanisasi sering dibarengi dengan reaksi pertahanan seluler. Deposit dari melanin adalah yang umum dikenal sebagai black spot (bintik hitam). Melanin telah diketahui dapat menghambat pertumbuhan jamur dan bakteri (Alday-Sanz 1995).

Profenoloksidase sistem (proPO) dapat diubah menjadi bentuk aktifnya jika sejumlah kecil lipopolisakarida dari bakteri atau β -Glukan ditambahkan

(Soderhall dan Cerenius 1992). Sistem proPO tersebut dapat di lihat pada Gambar 1.

HAEMOSIT

Melepaskan pro-PO bila kontak dengan benda asing



Gambar 1. Skema Sistem pro-PO (Alday-Zanz 1995)

Imunostimulan

Wattimena *dkk.* (1991) mengemukakan bahwa imunostimulan adalah obat atau senyawa yang dapat/mampu menaikkan respon imun secara umum.

Lipopolisakarida adalah suatu komponen integral dari dinding sel bakteri gram negatif yang tersusun dari lemak (lipid A) dan antigen O (Rietschel *et al* 1993 dalam Borahima 1997). Menurut Mac Arthur *et al.* (1985) LPS merupakan O-antigen dan endotoksin dari bakteri gram negatif dalam meningkatkan aktifitas fagositik dari leukosit darah pada ikan sea bream (*Pargus major*) dan makrofag limfa pada ikan sebelah (*Pleuroneotes platessa*) jika disuntikkan selama 5 hari yang menunjukkan peningkatan migrasi jika dibandingkan dengan makrofag ikan kontrol. Selanjutnya dikatakan bahwa LPS dapat juga menstimulasi secara langsung fagositosis pada media kultur.

Menurut Secombes (1994), penggunaan imunostimulan misalnya β -Glukan dan lipopolisakarida dapat meningkatkan daya pertahanan nonspesifik karena dapat meningkatkan aktifitas fagositosis dari pertahanan seluler, sekurangnya mempunyai efek terhadap aktifitas daya bunuh bakteri (bactericidal).

Percobaan pemberian makanan dilakukan dengan bubuk mikroencapsul yang disuplementasi sel *Vibrio* yang dimatikan dengan formalin menunjukkan tingginya tingkat kelangsungan hidup dan meningkatkan kualitas larva *Penaeus monodon* pada tahap perkembangannya dimana pada tahap zoea, kelompok larva yang diberi sel bakteri pada makanannya selama 4 hari secara berturut-turut, persentase kelangsungan hidupnya lebih baik dibandingkan dengan kelompok yang tidak diberi sel bakteri (kontrol). Hal ini menandakan bahwa sel bakteri memainkan peranan penting sebagai sari tambahan untuk metamorfosis normal udang dan perkembangan selanjutnya. Ada kemungkinan sel bakteri berfungsi

sebagai substansi untuk menghidupkan mekanisme pertahanan/kekebalan larva itu (Itami, *et al.* 1991)

Obat ialah zat kimia yang dapat mempengaruhi proses hidup. Setiap zat kimia pada dasarnya bersifat racun dan terjadinya keracunan ditentukan oleh dosis dan cara pemberian (Ganiswarna 1995). Ditambahkan pula bahwa penggunaan zat kimia harus tepat, karena apabila dosisnya terlalu rendah tidak akan berpengaruh dan dosis yang terlalu tinggi dapat menimbulkan keracunan dan kematian.

Pemberian LPS (10, 20 dan 30 gram/kg pakan) memberikan pengaruh terhadap sintasan larva udang windu (Juliani 1999). Ditambahkan pula bahwa LPS dapat menurunkan mortalitas larva udang windu meski tingkat serangan bakteri pada taraf 5×10^4 cfu/ml.

Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor penting dalam budidaya udang karena air diperlukan dalam media hidupnya. Beberapa parameter fisika dan kimia air yang mempengaruhi kehidupan udang adalah oksigen (O_2), pH, suhu, salinitas, ammonia (NH_3), nitrat dan nitrit (Poernomo 1989).

Menurut Poernomo (1989), kebutuhan optimum oksigen terlarut bagi pertumbuhan udang adalah antara 4 – 7 ppm, pada kadar O_2 2,1 ppm udang akan memperlihatkan gejala abnormal.

pH terbaik bagi kehidupan udang windu adalah 7,5 – 8,5 (Soetomo 1988). Pengaruh langsung dari pH rendah pada udang antara lain udang menjadi keropos dan terlalu lembek karena tidak dapat membentuk kulit baru (Poernomo 1989).

Suhu air merupakan salah satu faktor yang menentukan pertumbuhan dan kehidupan udang. Suhu yang sesuai untuk pertumbuhan udang ditinjau dari pertumbuhan dan daya tahan hidup udang windu adalah $26 - 32^{\circ} \text{C}$ (Tricahyo 1995). Bila suhu air dibawah 13°C atau diatas 33°C akan menyebabkan naiknya angka kematian hampir 90% (Darmono 1991).

Menurut Darmono (1991), kadar garam optimum untuk hidup normal dan tumbuh baik ialah pada kadar garam antara 15 – 30 permil. Perubahan kadar garam yang mendadak dapat menyebabkan angka kematian yang tinggi. Ditambahkan pula oleh Suyanto dan Mujiman (1995), sebaiknya kadar garam dalam tambak udang diusahakan tetap berkisar antara 15 – 25 permil.

Produk hasil ekskresi udang yang berupa amonia dapat mencapai 60 - 85% yang dikeluarkan lewat insang. Amonia pada kadar 0,4 ppm dapat menyebabkan kecepatan pertumbuhan udang penaeid akan mengalami penyusutan sebesar 50 %. Kadar amonia (NH_3) 0,10 ppm merupakan batas maksimal yang masih dapat ditolerir dengan penyusutan 1 – 2 % (Tricahyo 1995).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober sampai Desember 1999, yang meliputi tahap persiapan, pengambilan sampel dan analisis pengamatan sampel.

Formulasi pakan dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Laut Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Sedangkan pemeliharaan udang dilakukan di Instalasi tambak Balai Penelitian Perikanan Pantai (BALITKANTA) Maranak Kabupaten Maros.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat-alat yang Digunakan Dalam Penelitian.

No.	Nama Alat	Kegunaan
1.	Lampu bunsen	Memanaskan jelly
2.	Oven	Mensterilkan alat-alat dari gelas dan bahan lain.
3.	Timbangan elektrik	Menimbang LPS, pakan dan udang uji
4.	Timbangan Biasa	Menimbang pakan dan udang uji
5.	Cawan petri	Tempat memanaskan jelly
6.	Hand Refraktometer	Mengukur salinitas
7.	DO-meter	Mengukur oksigen terlarut
8.	pH-meter	Mengukur pH
9.	Spektrofotometer	Mengukur amonia

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah :

- Gelondongan udang windu (*Penaeus monodon*)
- Pakan udang merk Marine CP
- Air laut
- Lipopolisakarida (LPS)
- Jelly
- Putih telur.

Udang Uji

Udang uji yang digunakan pada penelitian ini adalah gelondongan udang windu dengan berat rata-rata 0,4 gram dan kepadatan 3 ekor/m². Pakan yang diberikan adalah makanan buatan merk Marine CP dengan kandungan protein 32%, lemak maksimal 4%, serat maksimal 5%, dan kadar air maksimal 12%.

Media Penelitian

Wadah penelitian yang digunakan adalah 4 petak tambak ukuran 250 m², masing-masing petak tambak dibagi 3 dengan menggunakan jaring (waring hitam) dengan mesh size 0,5 cm sebagai pemisah, sehingga diperoleh 12 petakan dengan luas masing-masing sekitar 83 m².

Pakan Uji

Pencampuran pakan udang dengan imunostimulan LPS dilakukan sesuai dengan petunjuk (Sung *et. al* 1997) yaitu LPS yang telah dicampur dengan jelly dipercikkan (disemprotkan) ke pakan udang secara merata, selanjutnya putih telur



yang telah dikocok ditambahkan untuk lapisan tambahan (sebagai pengikat), kemudian pakan diangin-anginkan.

Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Keempat perlakuan tersebut adalah pemberian imunostimulan lipopolisakarida dengan konsentrasi :

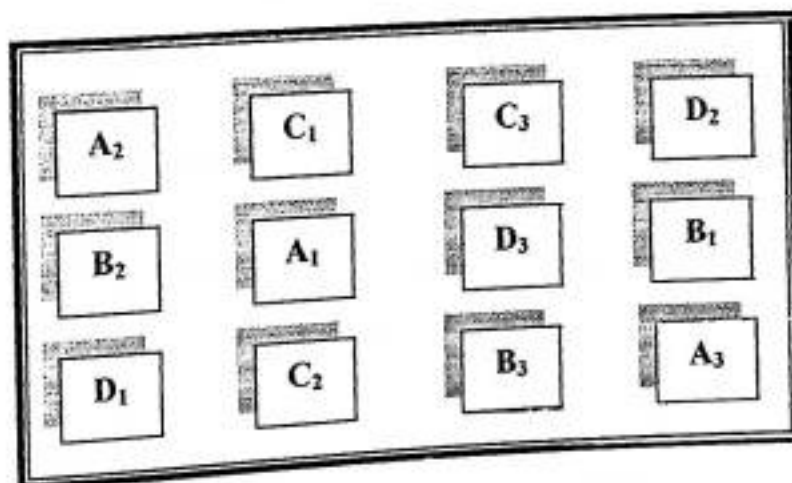
A : 0 gram/kg pakan (kontrol)

B : 10 gram/kg pakan

C : 20 gram/kg pakan

D : 30 gram/kg pakan

Dengan demikian didapatkan 12 unit percobaan. Penentuan wadah setiap unit dilakukan secara acak). Tata letak unit percobaan setelah pengacakan dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tata Letak Unit Percobaan Setelah Pengacakan.

Prosedur Penelitian

Setiap petak tambak, sebelum digunakan terlebih dahulu dilakukan persiapan tambak yang meliputi perbaikan pematang, pencucian, pemberantasan hama, pengapuran, dan pemupukan. Setiap unit petak pemeliharaan ditebahi udang uji sebanyak 250 ekor yang telah ditimbang berat awalnya guna menghitung jumlah pakan yang akan diberikan. Pakan yang mengandung LPS diberikan sekali seminggu sesuai dengan konsentrasi yang diujikan dan hari lainnya diberikan pakan biasa (tanpa LPS).

Jumlah pakan yang diberikan adalah sebesar 8 % dari berat populasi udang perhari dan menurun sesuai dengan umur udang. Frekuensi pemberian pakan adalah 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari. Sampling udang dilakukan setiap dua minggu untuk mengetahui berat populasi udang yang akan menjadi acuan untuk menghitung jumlah pakan yang diberikan.

Sebagai data penunjang dilakukan pengukuran kualitas air dalam petak pemeliharaan, yaitu :

Tabel 2. Parameter Kualitas Air yang Diamati, Alat Ukur yang Digunakan dan Waktu Pengamatan.

Parameter	Alat Ukur	Waktu Pengamatan
Suhu (°C)	Thermometer	Setiap hari (pagi hari)
pH	pH-meter	Setiap hari (pagi hari)
Salinitas (permil)	Hand Refraktometer	Setiap hari (pagi hari)
Oksigen (ppm)	DO-meter	Setiap hari (pagi hari)
Amonia (ppm)	Spektrofometer	Awal, pertengahan dan akhir penelitian

Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati adalah sintasan dan pertumbuhan udang uji. Setiap perlakuan dibandingkan dengan kontrol.

Sintasan udang dihitung dengan menggunakan rumus menurut petunjuk Effendie (1979) yaitu :

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

Dimana : TK = Sintasan (%)

N_t = Jumlah udang uji pada akhir penelitian (ekor)

N_o = Jumlah udang uji pada awal penelitian (ekor)

Pertumbuhan udang dihitung dengan menggunakan rumus laju pertumbuhan bobot spesifik (Zonneveld *dkk*, 1991) sebagai berikut :

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100 \%$$

Dimana : SGR = Laju pertumbuhan bobot spesifik (%/hari)

W_t = Berat rata-rata udang uji pada akhir penelitian (gr)

W_o = Berat rata-rata udang uji pada awal penelitian (gr)

t = Waktu penelitian (hari)

Analisis Data

Untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap sintasan dan pertumbuhan dilakukan analisis ragam. Karena perlakuan berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) (Gasperz 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintasan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius)

Hasil pengamatan sintasan udang windu dapat di lihat pada Lampiran 1 dan

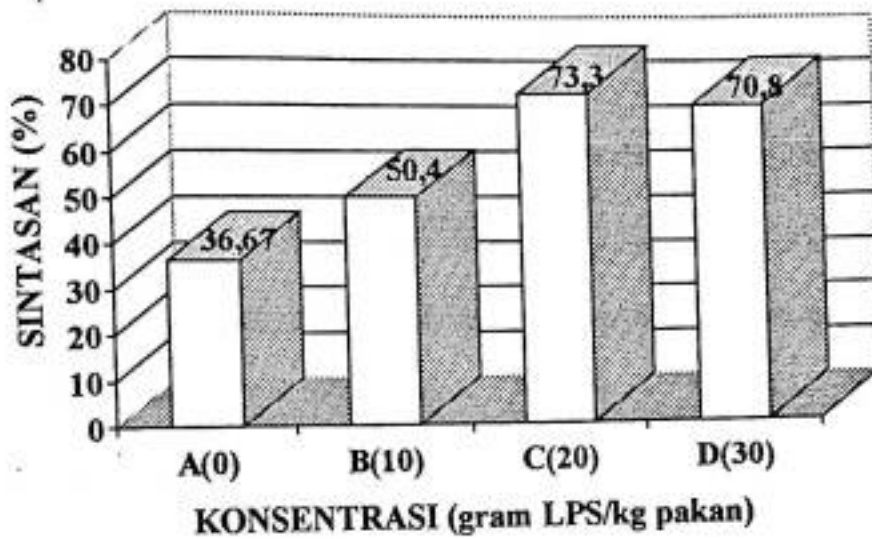
Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Sintasan Udang Windu pada Berbagai Konsentrasi Lipopolisakarida (LPS) yang Berbeda.

Perlakuan(gram LPS/kg pakan)	Rata-rata Sintasan (%) \pm SD
A (0)	36,67 ^a \pm 4,16
B (10)	50,4 ^b \pm 4,61
C (20)	73,3 ^c \pm 3,63
D (30)	70,8 ^c \pm 4,06

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Tabel 3 dan Gambar 3 memperlihatkan bahwa perlakuan LPS memberikan sintasan lebih tinggi dibandingkan perlakuan A (kontrol), dimana sintasan tertinggi diperoleh pada perlakuan C, kemudian diikuti perlakuan D, B dan A.



Gambar 3. Nilai Sintasan Udang Windu (*Penaeus monodon*) pada Berbagai Konsentrasi LPS yang Berbeda.

Hasil analisis ragam (Lampiran 2.) memperlihatkan bahwa LPS memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap sintasan udang windu. Uji BNJ (Lampiran 3) menunjukkan bahwa perlakuan C berbeda sangat nyata terhadap perlakuan B dan A, perlakuan C dan D tidak berbeda nyata, perlakuan D berbeda sangat nyata terhadap perlakuan B dan A, sedangkan perlakuan B dan A berbeda nyata.

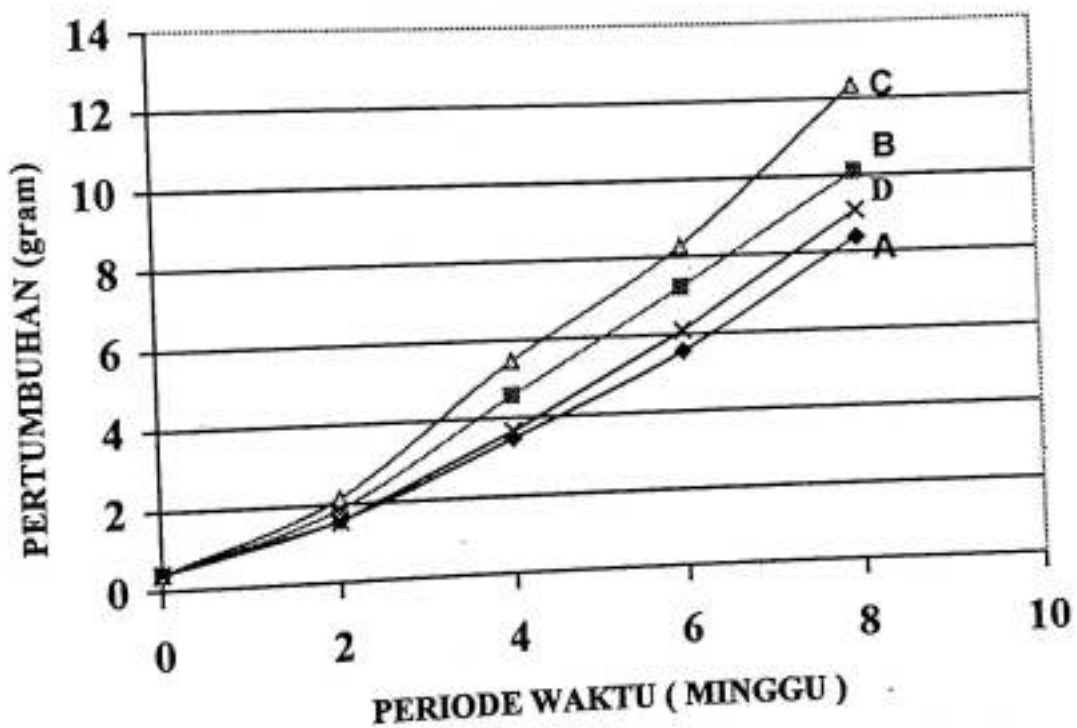
Meningkatnya sintasan udang windu pada perlakuan B, C dan D, diduga karena tingkat pertahanan udang terstimulasi setelah LPS mengaktifkan sistem proPO. Menurut Alday-Sanz (1995), setelah proPO diaktifkan oleh komponen pada dinding sel bakteri dan jamur, maka produk akhir dari reaksi enzimatik ini adalah melanin. Melanin mempunyai efek biosidal, oleh karena itu proses melanisasi sering disertai dengan reaksi pertahanan seluler. Deposit dari melanin adalah dikenal sebagai

bintik hitam (black spot). Melanin telah diketahui dapat menghambat pertumbuhan jamur dan bakteri.

Melanin yang bersifat baktericidal tersebut di atas menyebabkan aktifitas fagositosis haemosit udang meningkat. Dengan demikian terjadi peningkatan baktericidal, yang mengakibatkan penurunan bakteri dalam tubuh udang dan sistem kekebalan udang nonspesifik akan meningkat, akhirnya sintasan udang meningkat. Seperti dikemukakan Secombes (1994), bahwa penggunaan imunostimulan misalnya β -Glukan dan lipopolisakarida dapat meningkatkan daya pertahanan nonspesifik karena dapat meningkatkan aktifitas fagositosis dari pertahanan seluler, sekurang-kurangnya mempunyai efek terhadap aktifitas daya bunuh bakteri (baktericidal).

Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius)

Hasil pengamatan pertumbuhan berat rata-rata udang windu (Lampiran 4) memperlihatkan pertumbuhan berat tertinggi adalah perlakuan C, diikuti B, D dan yang terendah A, dapat juga di lihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*) Dengan Periode Waktu Pengukuran pada Berbagai Konsentrasi LPS yang Berbeda.

Gambar 4. menunjukkan bahwa perlakuan LPS (C, B dan D) memperlihatkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan A (kontrol). Hal ini diduga karena tingkat pertahanan tubuh udang terstimulasi setelah LPS mengaktifkan sistem proPO, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan.



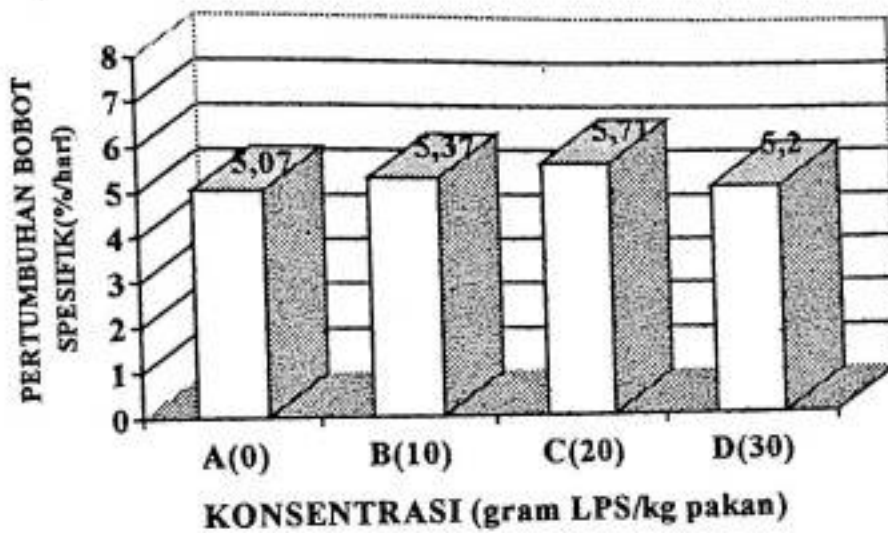
Rata-rata pertumbuhan bobot spesifik udang windu (*Penaeus monodon*) dapat di lihat pada Lampiran 5 dan Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata Pertumbuhan Bobot Spesifik Udang Windu pada Berbagai Konsentrasi Lipopolisakarida (LPS) yang Berbeda.

Perlakuan (gr LPS/kg pakan)	Rata-rata Pertumbuhan Bobot Spesifik (%/hari) \pm SD
A (0)	5,07 ^a \pm 0,19
B (10)	5,37 ^{ab} \pm 0,19
C (20)	5,71 ^b \pm 0,16
D (30)	5,20 ^b \pm 0,17

Keterangan : Huruf dan atau kode yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Tabel 4 dan Gambar 5 memperlihatkan bahwa perlakuan LPS (B, C dan D) memberikan nilai yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan A (kontrol), dimana pertumbuhan bobot spesifik tertinggi diperoleh pada perlakuan C, kemudian diikuti B, D dan A. Menurut Ganiswarna (1995), penggunaan zat kimia harus tepat, karena apabila dosisnya terlalu rendah tidak akan berpengaruh dan dosis yang terlalu tinggi dapat menimbulkan keracunan dan kematian. Oleh karena itu perlakuan C (20 gr LPS/kg pakan) diduga merupakan dosis yang optimum untuk pertumbuhan bobot spesifik udang windu, sehingga pada perlakuan B (10 gr LPS/kg pakan) dan perlakuan D (30 gr LPS/kg pakan) pertumbuhan bobot spesifiknya lebih rendah dibandingkan perlakuan C.



Gambar 5. Nilai Pertumbuhan Bobot Spesifik Udang Windu (*Penaeus monodon*) pada Berbagai Konsentrasi LPS yang Berbeda.

Hasil analisis ragam (Lampiran 6) memperlihatkan bahwa LPS memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap pertumbuhan bobot spesifik udang windu. Uji BNJ (Lampiran 7) menunjukkan bahwa perlakuan C dan B tidak berbeda nyata, C dan D berbeda nyata, C dan A berbeda sangat nyata, perlakuan B tidak berbeda nyata terhadap perlakuan D dan A, sedangkan perlakuan D dan A tidak berbeda nyata.

Pertumbuhan bobot spesifik udang windu pada perlakuan B, C dan D lebih tinggi dibandingkan kontrol (A), diduga karena pertahanan tubuh udang terhadap penyakit pada perlakuan B, C dan D lebih tinggi dibandingkan dengan A (kontrol), dan akhirnya pertumbuhan udang lebih tinggi. Sebagaimana Moeller (1989), penyakit merupakan faktor pembatas dalam budidaya air, hal ini merangsang kematian secara akut maupun kronis serta memperkecil laba usaha karena pertumbuhannya lambat. Darmono (1991) menambahkan, penyakit yang menyerang udang dimasukkan dalam 4 jenis agen penyakit, yaitu penyakit asal virus, bakteri, parasit dan jamur. Agen-agen



ini secara kronis menyebabkan gangguan pertumbuhan dan menurunkan kualitas udang, sedangkan secara akut dapat menyebabkan kematian.

Kualitas Air

Rata-rata nilai kualitas air selama penelitian dapat di lihat pada Lampiran 8 dan kisaran kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Kualitas Air Selama Penelitian dan Kisaran yang Layak Menurut Pustaka.

Parameter Kualitas Air	Kisaran pada Media	Kisaran Menurut Pustaka	
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	26 – 30	26 – 32	Tricahyo (1995)
Salinitas (permil)	22 – 26	15 – 30	Darmono (1991)
pH	7,0 – 8,5	7,5 – 8,5	Soetomo (1988)
Oksigen Terlarut (ppm)	3,6 – 6,0	4 – 7	Poernomo (1989)
Amonia (ppm)	0,009 – 0,042	<0,1	Tricahyo (1995)

Melihat Tabel 5. dapat dikatakan bahwa peubah kualitas air yang diukur selama penelitian masih berada pada kisaran yang layak untuk kehidupan dan pertumbuhan udang windu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Pemberian lipopolisakarida (LPS) dalam pakan dapat meningkatkan sintasan dan pertumbuhan udang windu.
- Sintasan dan pertumbuhan tertinggi diperoleh pada perlakuan C (20 gram LPS/kg pakan).

Saran

Pemberian imunostimulan lipopolisakarida (LPS) dalam budidaya udang windu perlu dilakukan untuk memperoleh sintasan dan pertumbuhan yang lebih tinggi yaitu dengan dosis 20 gram LPS/kg pakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alday-Sanz, V. 1995. Technical Report short Course on Shrimp Disease and Health Management. Marine Science Education Project, Ujung Pandang.
- Anderson, D.P. 1974. Fish Immunology. Disease of Fishes Book 4. TFH Publications Inc, Neptune City. New York.
- Bellanti, J.A. 1993. Immunology III (Diterjemahkan oleh A.S. Wahab). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Borahima, S.R. 1997. Pengaruh Konsentrasi Residu Kasar Lipopolisakarida Terhadap Mortalitas Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius). Skripsi Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Dahril, T. dan M. Ahmad. 1989. Biologi Udang yang Dibudidayakan di Tambak dalam A. Bittner (Ed). Budidaya Air. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Darmono. 1991. Budidaya Udang *Penaeus*. Kanisius, Yogyakarta.
- Effendie, M.I. 1979. Biologi Perikanan. Penerbit Yasa Guna, Bogor.
- Ganiswarna, S.G. 1995. Farmakologi dan Terapi. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta.
- Gasperz, V. 1994. Metode Rancangan Percobaan. Armico, Bandung.
- Itami, T. dan Y. Takahashi. 1991. Survival of Larvae Giant Tiger Prawns *Penaeus monodon* After Addition of Killed *Vibrio* Cells to a Microencapsulated Diet. *Journal of Aquatic Animal Health*. 3:151-152.
- Jawets, E., J.L. Melnick dan E.A. Adelberg. 1986. Medical Microbiology (Diterjemahkan Oleh E. Nugroho dan R.F. Maulany). Penerbit Buku Kedokteran, Jakarta.
- Juliani. 1999. Uji Tantang *Vibrio harveyi* Terhadap Udang Windu (*Penaeus monodon* Fabricius) yang Diberi Imunostimulan Lipopolisakarida (LPS). Skripsi Jurusan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar
- Mac Arthur, J.L., A.W. Thomson, and T.C. Fletcher. 1985. Aspects of Leucocyte Migration on the Plaice, *Pleuronectes platessa* L. *Journal of Fish Biology* 27, 667-676.

- Moeller, H. 1989. Masalah Penyakit Dalam Budidaya Air di Daerah Tropik *dalam* A. Bittner (Ed). Budidaya Air. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Poernomo, A. 1989. Faktor Lingkungan Dominan pada Budidaya Intensif *dalam* A. Bittner (Ed). Budidaya Air. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Rantetondok, A. 1986. Hama dan Penyakit Ikan. Lembaga Penelitian Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Rukyani, A. 1993. Penanggulangan Penyakit Udang Windu. Makalah Disampaikan pada Seminar Sehari Penanggulangan Penyakit Udang Windu di Tambak BALITKANDITA, Maros.
- Secombes, C.J. 1994. Enhancement of Fish Phagocyte Activity. *Fish and Shellfish Immunology*. 4:421-436.
- Soederhall, K. and L. Cerenius. 1992. Crustaceans Immunity. *Annual Review of Fish Disease*.,
- Soetomo, M.H.A. 1988. Teknik Budidaya Udang Windu. Sinar Baru, Bandung.
- Sung, H.H., G.H. Kou, and Y.I. Song. 1994. Vibriosis and Resistance Induced by Glukan Treatment in Tiger Shrimp *Penaeus monodon*. *Gyobo Kenkyu Fish Pathology*. 29, 11-17.
- Suyanto, S.R. dan A. Mujiman. 1995. Budidaya Udang Windu. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Tricahyo, E. 1995. Biologi dan Kultur Udang Windu (*Penaeus monodon* FAB). Akademika Pressindo, Jakarta.
- Wattimena, J.R., N.C. Sugiarto, M.B. Widiyanto, E.Y., Sukandar, A.A. Soemardji, dan A.R. Setiadi. 1991. Farmakodinami dan Terapi Antibiotik. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Zafran dan Boer D.R. 1991. Bakteri *Vibrio* sp. Sebagai Patogen Opportunis Bagi Udang Windu, *Penaeus monodon*. *Jurnal Penelitian Budidaya Pantai*, Vol 7 No. 1: 73-78.
- Zonneveld, N., E.A. Huisman, dan J.H. Boon. 1991. Prinsip-prinsip Budidaya Ikan. PT. Gramedia Utama, Jakarta.