

**PENGARUH STRES TERHADAP KONSUMSI OKSIGEN
DAN EKSKRESI AMONIAK PADA PASCA LARVA UDANG WINDU
(PENAEUS MONODON FABRICIUS)**

SKRIPSI

**OLEH
SITI AISYAH**



PERPUSTAKAAN PUSAT UNIV. HASANUDDIN	
Tgl. terima	16-02-95
Tgl. peng.	-
No. katalog	165/16/165
No. seri	H
No. inventarisasi	95 08 03 091
No. simpan	

**FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
UJUNG PANDANG**

1994

RINGKASAN



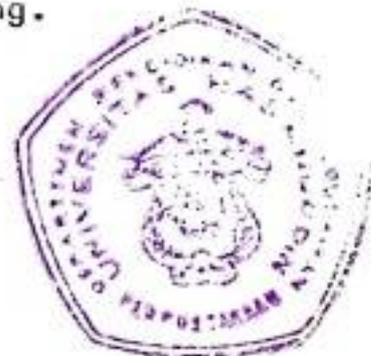
SITTI AISYAH. Pengaruh Stres terhadap Konsumsi Oksigen dan Ekskresi Amoniak pada Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon Fabricius). (Di bawah bimbingan : Hamzah Sunusi sebagai pembimbing utama, H. Arsyuddin Salam dan Aspari Rahman masing-masing sebagai pembimbing anggota).

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Pertambakan Universitas Hasanuddin Tallo, Kotamadya Ujungpandang dari Agustus hingga September 1994. Tujuannya adalah untuk melihat konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak pasca larva (PL) udang windu dalam kondisi stres, dan diharapkan hasilnya dapat menjadi bahan informasi bagi pengembangan budidaya udang tersebut.

Udang windu stadia PL 20 dengan bobot rata-rata 0,010 g ($0,010 \pm 0,005$ g) dan kepadatan 100 ekor/l diaklimasikan pada salinitas 20 ‰ selama 14 hari dalam sebuah bak 1 m x 1 m x 0,5 m yang dilengkapi dengan aerator. Selama aklimasi udang diberi makanan pellet sebanyak 10 % dari bobot badan dengan pemberian dua kali sehari. Untuk pengukuran konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak, udang uji bobot rata-rata 0,018 g ($0,018 \pm 0,005$ g) dimasukkan ke dalam respirometer. Untuk perlakuan stres sebelum air dialirkan ke botol-botol BOD, hewan uji dalam bejana respirasi diguncang-guncang selama 15 menit. Konsumsi oksigen ditentukan dengan metode Winkler sedangkan ekskresi amoniak ditentukan dengan menggunakan spektrometer. Beberapa parameter kualitas air (oksigen terlarut, pH,

suhu, dan amoniak) juga diukur sebagai peubah penunjang selama pengadaptasian. Data konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak dianalisis dengan uji-t.

Nilai rata-rata konsumsi oksigen pasca larva udang windu pada kondisi stres dan tenang masing-masing 0,09 dan 0,05 ml O_2 /g/jam. Untuk nilai rata-rata ekskresi amoniaknya masing-masing 0,002 dan 0,001 mg NH_3 /g/jam. Nilai rata-rata pemanfaatan energi kedua kelompok udang uji tersebut masing-masing 0,413 dan 0,247 kal/g/jam. Hasil uji-t menunjukkan bahwa nilai rata-rata ketiga peubah tersebut berbeda sangat nyata ($t_0 > t_{0,001}$). Ini menandakan bahwa udang yang mengalami stres mempunyai laju metabolisme lebih tinggi daripada udang windu pada kondisi tenang.



PENGARUH STRES TERHADAP KONSUMSI OKSIGEN
DAN EKSRESI AMONIAK PADA PASCA LARVA UDANG WINDU
(PENAEUS MONODON FABRICIUS)

Oleh

SITTI AISYAH

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
pada
Fakultas Peternakan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin

JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
UJUNG PANDANG

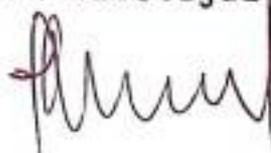
1994

Judul Skripsi : Pengaruh Stres Terhadap Koneumsi
Oksigen dan Ekskresi Amoniak pada
Pasca Larva Udang Windu
(Penaeus monodon Fabricius)

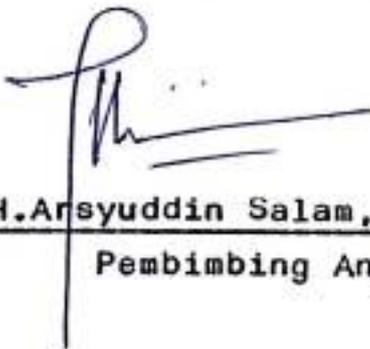
Nama : Sitti Aisyah

Nomor Pokok : 89 06 096

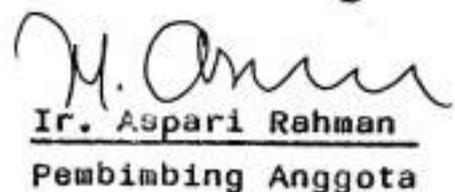
Skripsi Telah Diperiksa
dan Disetujui Oleh:



Ir. Hamzah Sunusi, M.Sc.
Pembimbing Utama

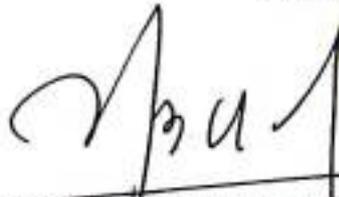


Ir. H. Arsyuddin Salam, M. Agr. Fish
Pembimbing Anggota

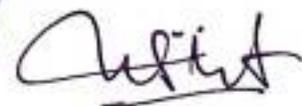


Ir. Aspari Rahman
Pembimbing Anggota

Diketahui



Dr. Ir. H. Abd. Rachman Laidin, M. Sc.
D e k a n



Ir. H. I. Nengah Sutika, MS.
Ketua Jurusan

Tanggal Lulus : 16 Desember 1994

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah Subhana Wataalah atas berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Dalam penulisan skripsi ini penulis telah banyak mendapat bantuan. Pada kesempatan ini penulis menghaturkan banyak terima kasih kepada Tim Pembimbing yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan mulai dari pengajuan proposal penelitian hingga selesainya skripsi ini. Ucapan serupa disampaikan pula kepada semua pihak, khususnya Burhanuddin, Amir Manda, Qur'ani, Misbah, Harifuddin, Jamaluddin, Rafiq, Erwan Renggong, dan Danggi atas segala bantuan dan kerja samanya, terutama selama penelitian berlangsung. Ucapan terima kasih ditujukan pula secara khusus kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta atas segala pengorbanan baik moril maupun material. Kepada saudara-saudaraku tercinta juga diucapkan terima kasih atas segala dorongan dan pengorbanannya kepada penulis selama pendidikan.

Akhirnya penulis menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, namun semoga dapat bermanfaat.

Sitti Aisyah

DAFTAR ISI

	halaman
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
PENDAHULUAN	1
TINJAUAN PUSTAKA	3
Siklus Hidup	3
Stres	4
Konsumsi Oksigen	6
Ekskresi Amoniak	7
Perubah Kualitas Air	8
BAHAN DAN METODE PENELITIAN	10
HASIL DAN PEMBAHASAN	16
KESIMPULAN DAN SARAN	22
DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN	28
RIWAYAT HIDUP	32

DAFTAR TABEL



Nomor

halaman

Teks

1. Konsumsi Oksigen dan Pemanfaatan Energi Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon F) pada Setiap Perlakuan 16
2. Ekskresi Amoniak Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon F) pada Setiap Perlakuan 19

Lampiran

1. Data Pengamatan Konsumsi Oksigen Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon F) pada Setiap Perlakuan 27
2. Data Pengamatan Ekskresi Amoniak Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon F) pada Setiap Perlakuan 28
3. Kisaran Nilai Peubah Kualitas Air Selama Masa Pemeliharaan/Pengadaptasian 29
4. Analisis Uji-t Konsumsi Oksigen Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon F) pada Setiap Perlakuan 29
5. Analisis Uji-t Pemanfaatan Energi Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon F) pada Setiap Perlakuan 30
6. Analisis Uji-t Ekskresi Amoniak Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon F) pada Setiap Perlakuan 31

DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	halaman
1.	Respirometer yang telah dimodifikasi	11

dalamnya tercakup respirasi dan ekskresi nitrogen (Weibe dan Ivanovici 1981), dan diketahui melalui pengukuran hasil metabolisme berupa konsumsi oksigen, ekskresi amoniak dan pengeluaran CO₂ (Fry 1975).

Penelitian stres pada P. japonicus yang mengalami kekurangan oksigen terlarut dalam air media lingkungannya telah dilaporkan oleh Egueta (1961) dan Mackay (1974). Konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak pada udang P. aztecus yang dibuat dalam kondisi stres telah pula dilaporkan oleh Bishop et al. (1980). Sayangnya dalam laporan tersebut hanya terbatas pada udang dewasa, padahal masa awal daur hidup seperti larva merupakan masa paling kritis yang menentukan besar stok di alam dan produkei benih di panti benih. Berdasarkan hal tersebut, informasi tentang konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak dalam kondisi stres pada pasca larva udang windu perlu diketahui.

Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak pasca larva udang windu dalam kondisi stres.

Hasilnya diharapkan menjadi bahan informasi bagi pengembangan budidaya udang windu pada pihak-pihak yang terkait dalam usaha budidaya. selain itu hasil penelitian ini diharapkan pula dapat menambah pengetahuan dasar biologi udang penaeid, khususnya menyangkut fisiologinya yang masih sangat kurang diketahui.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Udang windu (Penaeus monodon) merupakan salah satu jenis udang penaeid yang paling komersial penting dan sangat cocok untuk budidaya intensif. Karakteristik yang membuat udang ini memenuhi kriteria tersebut adalah mudah dibudidayakan serta permintaan kuat dan harga tinggi di pasar dunia (Motoh 1981), cepat tumbuh dan ukurannya besar (Liao dan Huang 1972; Forster dan Beard 1974), omnivor (Motoh 1981), eurihalin dan euritermal (Forster dan Beard 1974), tahan terhadap kualitas air rendah (Wickins 1976), dan efisien dalam konversi makanan (Motoh 1979).

Meskipun budidayanya telah bertahun-tahun dilakukan, usaha pengembangannya ternyata masih banyak mengalami kendala. Fast (1991) menilai bahwa kendala utama yang membatasi pengembangan budidaya udang penaeid adalah masih kurangnya pengetahuan tentang aspek-aspek dasar biologi, padahal aspek-aspek tersebut sangat fundamental diketahui jika udang tersebut akan dibudidayakan secara intensif. Penulis ini sependapat dengan Aquacop (1984) bahwa keberhasilan penelitian terapan dalam pengembangan budidaya udang perlu didukung lebih banyak penelitian dasar dalam bidang fisiologi udang. Salah satu aspek di antaranya yang essensial diketahui adalah kondisi spesifik seperti stres yang timbul dari penanganan kasar dan penurunan mutu lingkungan selama pemeliharaan dan pengangkutan. Stres meliputi aspek-aspek biokimia, morfologi, tingkah laku, dan fisiologi yang di

TINJAUAN PUSTAKA

Siklus Hidup



Siklus hidup udang windu di alam telah dilaporkan oleh banyak peneliti (Jones 1976; Villaluz *et al.* 1969; Motoh 1981; Apud *et al.* 1983; Dall *et al.* 1990). Betinanya memijah dilepas pantai pada kedalaman sekitar 19 - 70 m dengan salinitas 33 - 36 ‰, suhu 27 - 29°C, dan dasar laut yang berpasir dan berlumpur. Telur dikeluarkan di dekat dasar dan menetas menjadi larva dalam waktu sekitar 12 jam. Larva bersifat planktonik dan mengalami perkembangan didaerah pelagik.

Tingkatan awal larva disebut nauplius. Setelah mengalami 6 subtingkatan dalam waktu sekitar 48 - 55 jam nauplius berubah menjadi protozoa. Dalam waktu sekitar 6 hari protozoa mengalami perkembangan 3 subtingkatan dan menjadi misis. Dalam migrasi ke daerah pembesaran di daerah eustuaria, misis berkembang dalam 3 subtingkatan selama sekitar 4 hari sebelum berubah menjadi pasca larva. Pada stadia ini udang telah berada di daerah eustuaria dan tidak lagi bersifat planktonik, melainkan bersifat bentik, menempel di substrat. Berikutnya udang berubah menjadi udang muda (juvenil), pada tingkat ini udang mengalami perkembangan pesat menjadi dewasa. Setelah mencapai ukuran dewasa udang bermigrasi ke tempat yang lebih dalam di mana perkawinan terjadi. Selesai perkawinan, udang betina menuju ke laut yang lebih dalam untuk memijah setelah berumur 6 atau 12 bulan (Dall *et al.* 1990).

Stres

Menurut Selye (1956), stres adalah keadaan tegang dalam kehidupan suatu organisme. Lebih lanjut dikatakan bahwa bilamana organisme mengalami gangguan-gangguan lingkungan, organisme tersebut mengalami ketakutan, kemudian berusaha mempertahankan diri dengan menggunakan energi metabolik, dan akhirnya mengalami kematian bilamana telah kehabisan energi. Selanjutnya menurut Brett (1958), stres merupakan gangguan yang dialami oleh organisme sebagai akibat respon organisme terhadap lingkungan yang berada di luar kondisi normal, dan kemudian untuk tetap hidup normal harus dikembalikan pada kondisi semula (normal). Dari studi moluska, Bayne (1975) menyimpulkan bahwa dari kondisi normal ke kondisi stres lebih banyak merugikan kehidupan organisme (sulit mempertahankan hidup) dibandingkan dari kondisi stres ke kondisi normal.

Menurut Poernomo (1988), keadaan yang menyebabkan stres bagi udang windu adalah kepadatan yang tinggi di mana terjadi persaingan ruang, makanan, dan oksigen. Penyebab lain adalah kondisi kualitas air yang berada di luar batas kisaran optimum di samping penanganan yang kurang baik selama pengangkutan. Udang dapat stres pada saat pengangkutan jika dikemas dalam wadah yang lebih dengan kepadatan tinggi serta jarak yang ditempuh cukup jauh. Kondisi stres ini dapat mengakibatkan selera makan berkurang, bahkan berhenti; dan pertumbuhan terhambat. Dalam kondisi demikian udang mudah terserang penyakit dan kematiannya sulit dihindari.

Zonneveld (1990) menjelaskan bahwa beberapa faktor penyebab stres, seperti meningkatnya suhu air dan salinitas bisa menyebabkan meningkatnya metabolisme ikan. Transportasi dapat pula menyebabkan tekanan pada sistem kokubalun selanjutnya menghasilkan berbagai macam penyebab meningkatnya penyakit dan kematian pada ikan.

Boesch dan Rosenberg (1981) menyatakan bahwa kondisi stres pada suatu organisme berbeda antar spesies. Akibat dari stres, ada yang menyebabkan kematian secara langsung dan ada pula yang mengubah proses fisiologinya sehingga secara tidak langsung menyebabkan kematian. Lebih lanjut dikatakan bahwa dalam banyak hal, organisme yang mengalami stres memakai banyak energi dari keadaan normalnya.

Dalam kaitannya dengan kadar oksigen terlarut dengan stres telah pula dilaporkan. Egusa (1961) menemukan P. japonicus stres bilamana kadar oksigen terlarut 1,4 ppm. Gejalanya, mula-mula udang mengeluarkan sifon pernafasan di atas permukaan pasir pembenamannya. Kemudian semakin berkurang oksigen terlarut, udang keluar dari tempat pembenamannya, dan akhirnya tidak melakukan gerakan. Mackay (1974) mengungkapkan bahwa P. shmitti pada umumnya berenang ke permukaan air bila tingkat kandungan oksigennya turun 1,2 ppm. Selanjutnya dicatat bahwa 10 menit kemudian, udang tersebut mulai melompat ke luar dari air, kemudian jatuh kembali ke dasar tanpa bergerak. Bila udang yang tidak bergerak tersebut ditempatkan pada kolam air yang diberi aerasi secara baik maka 50% dapat pulih kembali.

Konsumsi Oksigen

Oksigen dalam air diperlukan untuk respirasi, dan apabila kekurangan dapat mengganggu kehidupan udang dan pertumbuhannya. Agar udang dapat tumbuh normal, kadar O_2 terlarut harus dalam batas optimum. Kadar terlalu rendah atau tinggi secara kronis dapat mengganggu kesehatan udang. Gejala pertama yang dapat dilihat adalah pertumbuhan udang yang lambat (Poernomo 1988).

Bishop et al. (1980) melaporkan bahwa kejadian udang kecil mengkonsumsi oksigen sedikit lebih besar per satuan bobot badan ($0,44 \text{ mg } O_2/\text{g}/\text{jam}$) daripada udang besar ($0,39 \text{ mg } O_2/\text{g}/\text{jam}$) hanya terbatas pada salinitas $20 \text{ }^\circ/\text{oo}$. Senada dengan ini, Poernomo (1988) berspekulasi bahwa konsumsi oksigen pada udang yang berukuran kecil lebih tinggi per satuan unit berat badan dibanding udang yang berukuran lebih besar.

Organisme yang mengalami stres memakai banyak energi dari keadaan normalnya. Bishop et al. (1980) melaporkan bahwa konsumsi oksigen P. aztecus (6,7 g) yang telah distreskan sekitar $0,56 \pm 0,005 \text{ mg } O_2/\text{g}/\text{jam}$, sedangkan udang yang berada dalam kondisi normal/tenang mengkonsumsi oksigen sekitar $0,13 \pm 0,01 \text{ mg } O_2/\text{g}/\text{jam}$.

Pada tingkat kelarutan oksigen yang rendah dan suhu yang tinggi, Rigdom dan Baxter (1970) menemukan bercak-bercak putih pada kulit halus di bagian ekor P. aztecus. Dalam kondisi demikian, udang banyak mati. Selanjutnya dicatat bahwa bila udang tersebut segera ditempatkan dalam

air dengan aerasi yang baik, bercak-bercak putih pada bagian ekornya akan hilang dalam 24 jam dan udang menjadi aktif kembali.

Ekskresi Amoniak

Menurut Spotte (1979), nitrogen yang terdapat dalam air berada dalam beberapa bentuk senyawa, yaitu amoniak, nitrit, nitrat, dan N_2 . Senyawa-senyawa nitrogen ini biasanya berasal dari atmosfer, sisa makanan, sisa bahan organik, dan hasil metabolisme. Buangan nitrogen dari hewan air lebih dari 50% sebagai amoniak, dan pengeluarannya biasanya melalui insang dan kotoran. Claybrook (1983) melaporkan bahwa ekskresi amoniak yang dikeluarkan lewat insang pada udang mencapai 60 - 85%.

Ekskresi amoniak oleh udang berbeda menurut ukuran dan umur. Seperti halnya dengan konsumsi oksigen, dalam per satuan unit bobot, udang kecil mengeluarkan amoniak lebih banyak dibandingkan dengan udang besar. Wickins (1976) melaporkan bahwa bila diukur jumlah ekskresi amoniak terlarut yang dikeluarkan lewat insang pada udang windu kecil (1,6 g) adalah 0,93 mg total $NH_3/g/hari$.

Selain ukuran, pelaparan pun mempengaruhi ekskresi amoniak, Dall dan Smith (1986) melaporkan bahwa ekskresi amoniak pada P. esculentus meningkat sekitar 46 - 73% dengan pelaparan. Senada dengan ini, Regnault (1981) melaporkan bahwa ekskresi amoniak pada udang Crangon crangon cenderung naik selama pelaparan dan mencapai 30% di atas nilai kontrol.

Wickins (1976) melaporkan bahwa beberapa jenis udang penaeid berkurang pertumbuhannya sampai 50% jika kadar amoniak pada lingkungannya sekitar 0,45 mg NH_3 - N/l. Selanjutnya Cholik dkk. (1979) menyatakan bahwa batas pengaruh amoniak tidak berion (NH_3) yang mematikan dapat terjadi pada konsentrasi sekitar 0,1 - 0,3 mg/l. Sedang Poernomo (1979) menilai kadar amoniak sebesar 0,1 mg/l merupakan batas yang masih dapat ditolerir oleh udang.

Laju pembentukan amoniak ditentukan oleh laju metabolisme hewan air. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil amoniak adalah suhu, ukuran, aktivitas, kesehatan, kandungan protein dalam makanan dan faktor lingkungan yang berhubungan dengan laju metabolisme. Rendahnya oksigen terlarut akan menyebabkan perubahan nitrat menjadi amoniak, sehingga tingkat amoniak bertambah dalam air. Penurunan kandungan oksigen juga dapat menyebabkan meningkatnya daya racun amoniak (Spotte 1979; Davitson 1980). Regnault (1981) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi ekskresi amoniak adalah suhu, salinitas, dan konsentrasi NH_4 pada media akuatik. Lebih lanjut dikatakan bahwa faktor fisiologis berpengaruh terhadap ekskresi nitrogen udang. Senada dengan ini Corned dan Newel (1967) mengungkapkan bahwa dalam kondisi terganggu dan keadaan fisiologis lemah, hewan mengekskresi amoniak lebih tinggi.

Peubah Kualitas Air

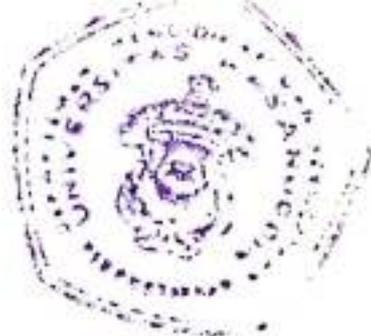
Parameter kualitas air yang cukup mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan organisme adalah suhu

Boyd (1982). Poernomo (1988) mengatakan bahwa suhu merupakan parameter kualitas air yang cukup berpengaruh terhadap kelangsungan hidup udang di mana kisaran suhu optimum udang windu adalah $29 - 30^{\circ}\text{C}$. Mintradjo dkk. (1984) menyatakan bahwa kisaran suhu optimum udang windu dan ikan di tambak adalah $25 - 32^{\circ}\text{C}$.

Poernomo (1988) mengklaim bahwa pH optimum bagi kelangsungan hidup udang adalah antara 7,5 - 8,5. Swingle (1969) menilai bahwa pH 6,5 - 9 cocok sekali untuk kehidupan tingkat pertumbuhan dan reproduksi ikan. Selanjutnya Mintardjo dkk. (1984) menilai bahwa pH optimal bagi udang berkisar 7,5 - 8,5. Spotte (1979) menyatakan bahwa daya racun amoniak yang terlarut dalam air meningkat dengan meningkatnya pH air.

Menurut Ahmad (1988), salinitas merupakan variabel kualitas air yang sangat penting bagi kelangsungan hidup udang. Pada salinitas $35^{\circ}/\text{oo}$ udang windu masih tumbuh dengan normal walaupun lebih lambat dari $20^{\circ}/\text{oo}$. Kematian biasanya terjadi pada salinitas $48^{\circ}/\text{oo}$, walaupun beberapa di antaranya masih bertahan hidup pada kisaran salinitas sampai batas $50^{\circ}/\text{oo}$.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN



Tempat dan Waktu Penelitian

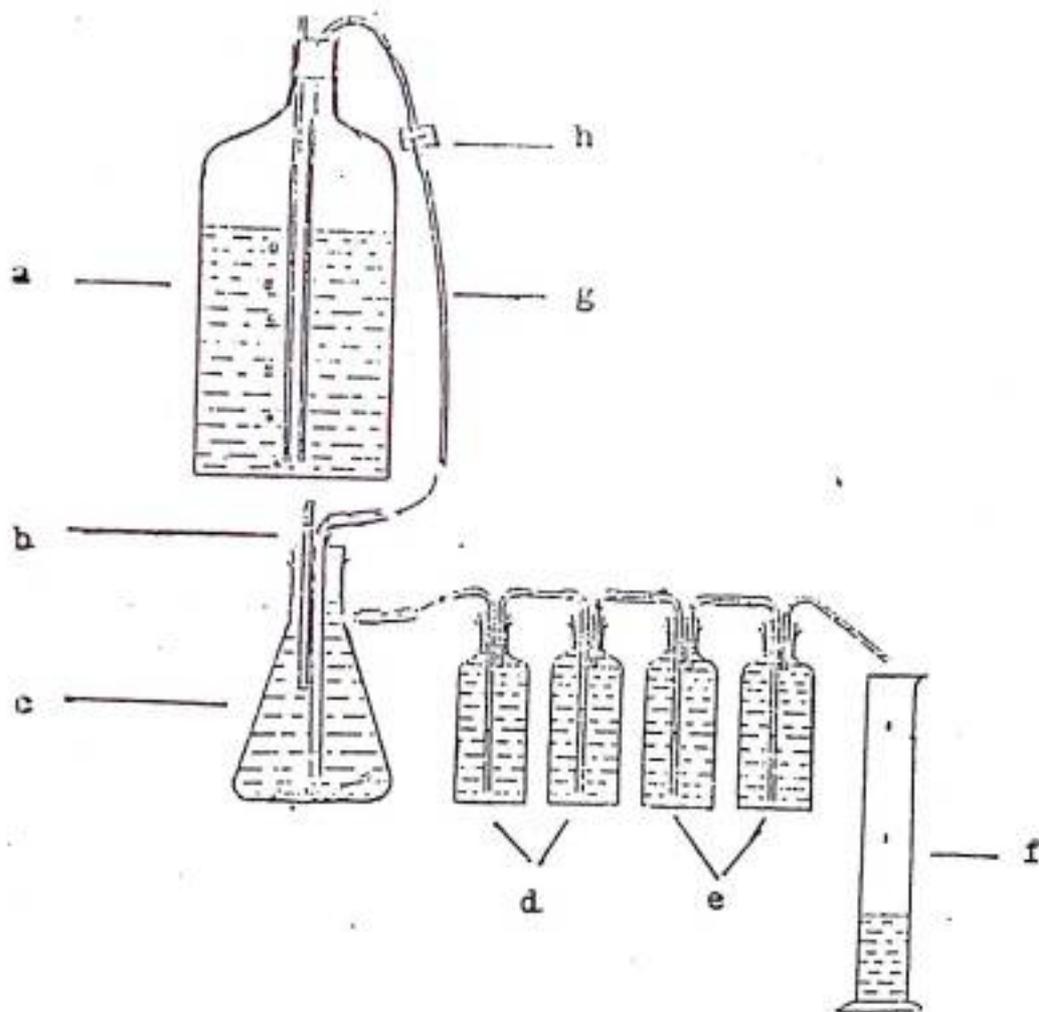
Penelitian ini dilaksanakan di dalam ruangan rumah Unit Pertambakan Universitas Hasanuddin Tallo, Kotamadya Ujungpandang dari 17 Agustus hingga 1 September 1994.

Wadah dan Alat Penelitian

Pengadaptasian udang uji dilakukan dalam sebuah bak kayu yang berukuran 1 m x 1 m dengan kedalaman 0,5 m. Bak tersebut dilengkapi aerator untuk suplai oksigen. Untuk pengukuran laju metabolisme digunakan respirometer yang terdiri dari bejana reservoir pensuplai air, bejana respirasi yang dilengkapi sebuah termometer, botol-botol BOD, dan gelas ukur penampung air buangan (Gambar 1).

Udang Uji dan Makanan

Udang windu stadia PL 20 yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Hatchery Mutiara Biru, Takalar. Bobot rata-ratanya pada dan akhir pemeliharaan masing-masing 0,010 g ($0,010 \pm 0,005$ g) dan 0,18 g ($0,018 \pm 0,005$ g). Selama pemeliharaan udang uji tersebut diberi makanan berupa pellet (27% protein) sebanyak 10% dari bobot badan setiap hari.



Gambar 1. Respirometer yang telah dimodifikasi. (a = bejana reservoir; b = termometer; c = bejana respirasi; d = botol BOD penampung air contoh untuk pengukuran konsumsi O_2 ; e = botol BOD penampung air contoh pengukuran ekskresi NH_3 ; f = silinder penampungan; g = selang aliran air; dan h = klep pengatur kecepatan aliran air).

Prosedur Penelitian .

Sebagai tahap awal, udang uji dipelihara selama dua minggu dalam sebuah bak kayu yang telah disiapkan. Sebelum ditebar dengan kepadatan 100 ekor/l, udang uji ditimbang dengan timbangan listrik berketelitian 0,001 g. Selama pemeliharaan udang uji diberi makanan berupa pellet sebanyak 10% dari bobot badan setiap hari pada sekitar pukul 07.00 dan 19.00. Pemberian makanan dilakukan sesudah pembersihan dan pergantian air wadah pemeliharaan.

Salinitas optimum 20 ‰ bagi kehidupan dan pertumbuhan pasca larva udang windu (Burhanuddin 1994) dalam bak dipertahankan. Pengecekannya dilakukan dengan refraktometer setiap hari. Oksigen terlarut dengan nilai kisaran 7 - 8 ppm juga dipertahankan dengan aerator dan pengecekannya digunakan titrasi Winkler. Di samping itu kelayakan suhu dengan nilai kisaran 26 - 27°C, dan pH sekitar 6,5 - 7,5 dan air media kultur juga dimonitor setiap hari sebelum pergantian air di pagi hari. Pengukuran amoniak juga dilakukan sekali dalam 3 hari. Seperti halnya dengan parameter kualitas air lainnya, parameter kualitas air terakhir ini diukur di pagi hari sebelum pembersihan dan pergantian air. Dengan nilai kisaran 0,04 - 0,06 ppm, seperti halnya dengan parameter kualitas air lainnya, amoniak dalam media kultur layak untuk kehidupan dan pertumbuhan udang windu.

Pada akhir masa pemeliharaan, udang uji mencapai ukuran rata-rata 0,018 g dan kondisinya cukup baik. Respirometer disiapkan untuk pengukuran konsumsi oksigen dan ekskresi

amoniak berdasarkan petunjuk Welsh dan Smith (1980) dan Burton et al. (1991).

Mula-mula air dengan kondisi seperti yang digunakan dalam masa pemeliharaan dimasukkan ke dalam sebuah baskom yang diberi aerasi. Berikutnya air tersebut diisikan ke dalam bejana reservoir dengan jalan menenggelamkannya ke dalam baskom tersebut tanpa menimbulkan gelembung udara. Hal yang sama juga dilakukan pada bejana respirasi dan botol-botol BOD penampungan air contoh untuk pengukuran konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak. Selanjutnya bejana reservoir diletakkan pada tempat yang lebih tinggi, lalu dimasukkan sebuah sifon hingga ke dasar. Sifon tersebut dihubungkan ke dalam bejana respirasi yang diletakkan pada tempat yang lebih rendah. Dengan sifon selanjutnya bejana respirasi dihubungkan pula ke botol-botol BOD yang diletakkan setinggi dengan bejana respirasi tersebut. Bila katup pengatur aliran air dibuka, air akan mengalir secara gravitasi dari bejana reservoir ke bejana-bejana lainnya. Air buangan ditampung di dalam sebuah gelas ukur yang diletakkan di ujung rangkaian. Gunanya untuk menghitung kecepatan aliran air (ml/menit). Kecepatan aliran air diatur sedemikian rupa sehingga tercapai kecepatan aliran 10 ml/menit sebagaimana dilakukan oleh Liao dan Huang (1975).

Berikutnya, udang uji sebanyak 25 ekor (jumlahnya ditentukan dari percobaan pendahuluan) dimasukkan ke dalam bejana respirasi lalu ditutup rapat. Bersamaan dengan respirometer yang berisi udang uji itu, seperangkat

respirometer lainnya tanpa udang uji diiset untuk dijadikan sebagai dasar penentuan kadar oksigen dan amoniak awal. Untuk perlakuan stres sebelum air dialirkan ke botol-botol BOD, udang uji dalam bejana respirasi diguncang-guncang dengan tangan selama 15 menit (Bishop et al. 1980). Selanjutnya air dari reservoir dialirkan ke botol-botol BOD kemudian dihentikan bilamana air dalam botol-botol BOD telah terganti semuanya dalam waktu 1 jam. Hewan uji dikeluarkan dari bejana respirasi dan ditimbang beratnya dengan timbangan listrik berketelitian 0,001 g.

Untuk penentuan konsumsi oksigen, air contoh dalam dua botol pertama setiap respirometer dititrasi dengan metode Winkler sedangkan air contoh dalam dua botol lainnya ditentukan kadar amoniaknya dengan spektrometer (Strickland dan Parsons 1972).

Pengukuran Peubah

Dalam penelitian ini data yang diamati meliputi konsumsi oksigen, penggunaan energi dan ekskresi amoniak. Pengukuran konsumsi oksigen diperoleh dengan mengikuti petunjuk Burton et al. (1991) sebagai berikut :

$$\text{Konsumsi Oksigen} = \frac{(\text{DO}_A - \text{DO}_B) \times \text{Kecepatan aliran air}}{\text{Bobot biomassa udang uji}}$$

(ml O₂/g/jam)

di mana DO_A = oksigen terlarut dalam respirometer tanpa udang uji (mg/l); DO_B = oksigen terlarut dalam respirometer yang berisi udang uji (mg/l); kecepatan aliran air dinyatakan dalam liter/jam (0,588 l/jam); bobot biomassa yang dinyatakan dalam gram (g); dan ml O₂/g/jam diperoleh dari

konversi ppm ($\text{mg/l O}_2/\text{g/jam} \times 0,7$ Lewis, 1963). Dengan cara yang sama dilakukan pula untuk mendapatkan jumlah ekskresi amoniak yang dinyatakan dalam milligram NH_3 per gram udang uji per jam ($\text{mg NH}_3/\text{g/jam}$). Sedangkan nilai energi transferanya, sebanyak 1 ml O_2 terkonsumsi per gram udang uji per jam disetarakan dengan 4,825 kalori (Burton et al. 1991).

Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan stres pada udang uji, data dianalisis dengan Uji-t (Sokal dan Rohlf 1987).

HASIL DAN PEMBAHASAN



Konsumsi Oksigen dan Penggunaan Energi

Data pengamatan oksigen terlarut dalam respirometer tanpa udang uji dan dengan udang uji pada setiap perlakuan serta hasil perhitungan konsumsi oksigen udang uji dapat dilihat pada Tabel Lampiran 1. Dari data pengamatan tersebut diperoleh nilai rata-rata konsumsi oksigen, yang selanjutnya dari nilai ini diperoleh pula nilai rata-rata energi transferanya yang digunakan pasca larva udang windu dalam respirasinya.

Tabel 1. Konsumsi Oksigen dan Pemanfaatan Energi Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon) pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Bobot rata-rata (g)	Konsumsi Oksigen rata-rata (ml O ₂ /g/jam)	Energi rata-rata (kal/g/jam)
Stres	0,019	0,09**	0,413**
Tenang	0,019	0,05	0,247

** = Nilai rata-rata berbeda sangat nyata ($t_0 > t_{0,001}$) dari nilai rata-rata pada kondisi tenang.

Dalam tabel di atas terlihat nilai rata-rata konsumsi oksigen pasca larva udang windu pada kondisi stres dan kondisi tenang masing-masing 0,09 dan 0,05 ml O₂/g/jam. Hasil uji-t (Tabel Lampiran 4) menunjukkan stres berpengaruh sangat nyata ($t_0 > t_{0,01}, 0,001$) terhadap konsumsi oksigen pasca larva udang windu. Hasil ini mendukung temuan Bishop et al. (1980) dalam penelitiannya tentang stres pada

P. aztecus, di mana udang yang mengalami gangguan mengkonsumsi oksigen 4,3 kali lipat lebih banyak daripada udang tanpa gangguan.

Dalam tabel 1 terlihat pula nilai rata-rata energi yang digunakan dalam respirasi pasca larva udang windu pada kondisi stres hampir dua kali lipat dari energi yang digunakan pada kondisi tenang. Hasil uji-t menunjukkan bahwa nilai rata-rata penggunaan energi kedua perlakuan ini berbeda sangat nyata ($t_0 > t_{0,01, 0,001}$). Hasil penelitian ini mendukung pula hipotesa Boesch dan Rosenberg (1981) dalam resensi respon komunitas bentik laut terhadap stres. Dalam resensi tersebut dinyatakan bahwa dalam banyak hal, organisme yang mengalami stres mengeluarkan energi lebih banyak daripada keadaan normal.

Dari studi moluska (Bayne 1975) mengusulkan dua tahap perubahan dalam stres, yaitu perubahan fisiologis dari keadaan stres ke kondisi normal atau sebaliknya. Lebih lanjut disimpulkan bahwa dari kondisi normal ke kondisi stres lebih banyak merugikan kehidupan organisme (sulit mempertahankan hidup) dibandingkan dari kondisi stres ke kondisi normal. Dalam penelitian ini digunakan perubahan fisiologis dari kondisi stres ke kondisi normal, di mana terlihat udang uji yang distreskan berada dalam kondisi yang lebih aktif setelah air dialirkan dari bejana reservoir ke bejana respirasi dan botol-botol BOD sehingga oksigen yang dikonsumsi juga lebih besar. Kondisi seperti ini tentunya akan mempertinggi pula konsumsi oksigen udang yang distreskan. Mackay (1974)

dalam laporannya mengungkapkan bahwa P. shmitti yang mengalami stres pada konsentrasi oksigen 1,2 ppm mulai melompat ke luar air, kemudian jatuh kembali ke dasar tanpa gerak. Lebih lanjut dikatakan jika udang tersebut ditempatkan pada kolam air yang diberi oksigen secara baik maka 50% dapat menjadi pulih kembali, walaupun dalam penelitiannya tidak diamati konsumsi oksigen. Egusa (1961) menyatakan bahwa pada konsentrasi oksigen 1,4 ppm P. japonicus terlihat stres dengan gejala, mula-mula udang mengeluarkan sifon pernafasannya di atas permukaan pasir pembedamannya. Kemudian semakin berkurang oksigen terlarut, udang keluar dari tempat pembedamannya dan akhirnya tidak melakukan gerakan.



Selye (1956) dalam resensi kehidupan hewan stres, menyatakan bahwa jika keadaan stres berlangsung dalam waktu yang lebih lama, organisme akan mempertahankan diri untuk tetap hidup dengan menggunakan energi metabolik dan akhirnya mengalami kematian bila telah kehabisan energi. Dalam penelitian pasca larva udang windu ini, stres tidak dicobakan dalam waktu yang lebih lama, namun dapat dilihat bahwa penelitian ini mendukung hipotesa tersebut. Tingginya konsumsi oksigen pada udang yang sudah distreskan diduga sebagai akibat dari penyesuaiannya yang mengalami gangguan. Sesuai dengan ini Boesch dan Rosenberg (1981) menyatakan bahwa akibat stres ada yang menyebabkan kematian secara langsung dan ada pula yang hanya mengubah proses fisiologinya seperti meningkatnya laju respirasi dan ekskresi amoniaknya sehingga secara tidak langsung dapat menyebabkan kematian.

Ekskresi Amoniak

Kadar amoniak dalam respirometer tanpa udang uji dan dengan udang uji pada setiap perlakuan serta hasil perhitungan ekskresi amoniak setelah tingkat kecepatan aliran diperhitungkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel Lampiran 2. Dari data pengamatan tersebut diperoleh nilai rata-rata ekskresi amoniak pasca larva udang windu seperti tertera dalam Tabel 2.

Tabel 2. Ekskresi Amoniak Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon) pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Ulangan							Nilai rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	
	-----mg NH ₃ /g/jam-----							
Stres	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002**
Tenang	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

** = Nilai rata-rata berbeda sangat nyata ($t_0 > t_{0,001}$) dari nilai rata-rata pada kondisi tenang.

Seperti halnya pada konsumsi oksigen (Tabel 1), nilai rata-rata ekskresi amoniak pasca larva udang windu yang distreskan lebih tinggi daripada udang dalam kondisi tenang, masing-masing 0,002 dan 0,001 mg NH₃/g/jam. Hasil uji-t (Tabel Lampiran 6) menunjukkan kedua nilai rata-rata ekskresi amoniak tersebut berbeda sangat nyata ($t_0 > t_{0,001}$). Hasil penelitian ini mendukung Regnault (1981) yang menyatakan bahwa faktor lingkungan berpengaruh terhadap ekskresi nitrogen udang.

Secara umum ekskresi amoniak pada udang telah diinformasikan oleh beberapa penulis, namun tidak seorang pun di antaranya yang mengaitkan dengan stres. Wickins (1976) melaporkan bahwa ekskresi amoniak oleh udang windu berbeda menurut ukuran; udang kecil (1,6 g) mengekskresi amoniak 0,93 mg total $\text{NH}_3/\text{g}/\text{hari}$ sedangkan pada udang besar mengekskresi 0,30 mg total $\text{NH}_3/\text{g}/\text{hari}$. Selanjutnya disimpulkan bahwa per satuan unit bobot, udang kecil mengeluarkan amoniak lebih banyak dibandingkan udang besar.

Dalam Tabel 2 nampak jelas terlihat perbedaan nilai rata-rata ekskresi amoniak pasca larva udang windu pada kondisi stres di mana ekskresi amoniak dua kali lipat lebih besar daripada ekskresi amoniak pada kondisi tenang. Penelitian tentang stres pada P. aztecus (Bishop et al. 1980), walaupun tidak dikaitkan dengan ekskresi amoniak, nampaknya penelitian pada udang windu terakhir ini mempunyai nilai rata-rata ekskresi amoniak yang konsisten dengan konsumsi oksigen P. aztecus yang distreskan, di mana makin tinggi konsumsi oksigen makin tinggi pula ekskresi amoniak. Lain halnya dengan pelaparan pada udang; di balik penurunan konsumsi oksigen, ekskresi amoniak cenderung meningkat (Bishop et al. 1980; Regnault 1981; Dall dan Smith 1986).

Tanpa data, Spotte (1979) mengemukakan bahwa laju pembentukan amoniak pada hewan air ditentukan oleh laju metabolismenya. Fry (1979) mengemukakan bahwa hasil metabolisme dapat dilihat melalui pengukuran konsumsi oksigen, pengeluaran CO_2 dan ekskresi amoniak

lain yang mempengaruhi hasil amoniak adalah suhu, ukuran, kesehatan, aktivitas, kandungan protein dalam makanan serta penurunan kadar oksigen dalam air (Daviteon 1980). Dalam resensi ekskresi nitrogen pada krustasea laut dan air tawar, Regnault (1981) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi ekskresi amoniak adalah suhu, salinitas dan konsentrasi NH_4 pada media akuatik. Dalam penelitian udang windu ini, tingginya ekskresi amoniak diduga sebagai akibat meningkatnya laju respirasi udang setelah distreskan. Hasil ini senada yang diungkapkan Corned dan Newel (1967) bahwa hewan dalam kondisi terganggu dan keadaan fisiologis yang lemah mengeluarkan amoniak lebih tinggi. Gangguan lingkungan dapat berupa perubahan suhu dan salinitas mendadak atau gangguan secara fisik pada media akuatik, yang mana gangguan ini akan mempengaruhi proses fisiologis hewan air.

Nilai rata-rata ekskresi amoniak pasca larva udang windu pada saat penelitian lebih tinggi jika dibandingkan dengan keadaan amoniak selama pemeliharaan yang berkisar 0,04 - 0,06 ppm. Namun demikian, menurut Poerowoso (1989) nilai kisaran yang didapatkan ini masih merupakan batas yang dapat ditolerir oleh udang.

KESIMPULAN DAN SARAN



Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran konsumsi oksigen, ekskresi amoniak, dan pemanfaatan energi disimpulkan bahwa dengan 15 menit saja guncangan ringan, pasca larva udang windu telah mengalami stres. Laju metabolisme udang stres lebih tinggi daripada udang tenang.

Saran

Untuk mengurangi mortalitas pasca larva udang windu baik pada saat pengangkutan dan penebaran disarankan agar berhati-hati dalam penanganan benih. Kestabilan kembali udang stres dalam hubungannya dengan laju metabolisme, tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan perlu diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, T. 1988. Peubah penting mutu air tambak udang. Hal. 1 - 20 dalam Anonim (Ed.). Bertambak udang Windu. Balai Penelitian Budidaya Air Payau (BALITDITA), Maros.
- Apud, F.D., J.H. Primavera, and P.L. Torres. 1983. Farming of Prawns and Shrimp. Aquacultur Departement, Southeast Asian Fisheries Development Center, Iloilo, Philippines. 67 pp.
- Aquacop. 1984. Overview of penaeid culture research; impact on commercial culture activity. Pages 3-10 in Y. Taki, J.H. Primavera, and J.A. Lillobrera (Eds.). Proceeding of the First International Conference on the Culture of penaeid prawns/shrimps. Aquaculture Departement, Iloilo, Philippines.
- Bayne, B.L. 1975. Aspect of physiological condition in Mytilus edulis with respect to effects of oxygen tension and salinity. Pages 88 - 213 in G.W. Barret and R. Rosenberg (Eds.). Proc. Ninth. Eurp. Mar. Biol. Symp.
- Bishop, J.M., J.G. Gosselink, and J.H. Stone. 1980. Oxygen consumption and hemolymph osmolality of brown shrimp, Penaeus aztecus. Fish. Bull. 78: 741 - 757.
- Boesch, F.D., and R. Rosenberg. 1981. Response to stress in marine benthic communities. Pages 179 - 200 in G.W. Barret and R. Rosenberg (Eds.). Stress Effects on Natural Ecosytems. John Willey and Sons Ltd., Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore.
- Boyd, E.C. 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Elsvier Scientific Publishing Co, Amsterdam. 359 pp.
- Burhanuddin. 1994. Laju metabolisme pasca larva udang windu (Penaeus monodon Fabricius) pada salinitas berbeda. Skripsi S1 Jurusan Perikanan, Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Ujungpandang. 42 hal.
- Burton, D., R. Gordon, and C. Harding. 1991. A Laboratory Manuel for Animal Physiology. Memorial University of Newtounland. 63 pp.
- Brett, J.R. 1958. Implications and assesments of enviromental stress. Pages 63-83 in P.A. Larkin (Ed.). Investigation of fish power problems, H.R. MacMillan Lectures in fisheries. University of British Columbia Press. Vancouver Canada: Illustr.

- Cholik, F. 1979. *Budidaya udang penaeid dan masalah-masalahnya*. Lembaga Penelitian Perikanan Darat, Bogor. 32 hal.
- Corner, E.D.S., and B.S. Newell. 1967. On the nutrition and metabolism of zooplankton IV. The Forms of nitrogen excreted by Calanus. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.*, 47: 113 - 122.
- Claybrook, D.L. 1983. Nitrogen Metabolism. Pages 163 - 213 in L.H. Mantel (Ed.). *The Biology of Crustacea. Vol 5. Internal Anatomy and Physiological Regulation*. Academic Press, New York.
- Dall, W., B.J. Hill, P.C. Rothlisberg, and D.J. Sharple. 1990. The Biology of the Penaeidea. *Adv. Mar. Biol.*, 17: 1 - 189.
- Davitson, B. 1980. *The Ammonia Constraint in Aquaculture*. Oregon State, Corvallis. 74 pp.
- Egusa. 1961. Studies on the respiration of the "Kuruma" Prawn, *P. japonicus* Bate II. Preliminary experiments on its oxygen consumption *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 27: 650 - 6959.
- Fast, A.W. 1991. Development of appropriate and economically viable shrimp pond growth technology for the United States. Pages 197 - 240 in P.F. DeLoach, W.J. Dougherty, and M.A. Davitson (Eds.). *Frontiers of Shrimp Research*. Elsevier, Amsterdam.
- Forster, J.R.M., and T.W. Beard. 1974. Experiments to assess the stability of nine species of prawns to intensive culture. *Aquaculture*, 3: 355 - 368.
- Fry, F.E.J. 1957. The aquatic respiration on fish. Pages 10 - 63 in M.E. Brown (Ed.). *The Physiology of Fish*. Academic Press, New York.
- Jones, S. 1967. The crustacean fishery resources of India. *Proc. Symp. Crustacea. Part IV. Mar. Biol. Assoc. India, Mandapan Camp.* pp. 1328 - 1340.
- Lewis, W. 1963. *Maintaining Fishes for Experimental and Instructional Purposes*. Southern Illinois Univ. Press, Carbondale. 100 pp.
- Liao, I.C., and H.J. Huang. 1972. Experiment on the propagation and cultivation of prawns in Taiwan. Pages 328 - 354 in T.V.R. Pillay (Ed.). *Coastal Aquacultural in The Indo-Pacific Region*. Fish. New (Books) Ltd., Surtly, England.

- _____ . 1975. Study on the respiration of economic prawns in Taiwan. I. Oxygen consumption and lethal dissolved oxygen of egg up to young prawn of Penaeus monodon Fab. J. Fish. Soc. Taiwan, 4: 33 - 50.
- Mackay, R.D. 1974. A note on minimal levels of oxygen required to maintain life in P. schimitti. proc. 5th Annual workshop, world mariculture society; 451 - 452.
- Mintardjo, K., A. Sunaryanto, Utamingsih dan Hermiyaningsih. 1984. Persyaratan tanah dan air. Hal. 63 - 87 dalam Anonim (Ed.). Pedoman Budidaya Tambak. Direktorat Jenderal Perikanan Departemen Pertanian, Jepara.
- Motoh, H. 1979. Larvae of decapoda crustacea of the Philippines III. Larvae Development of giant tiger prawn, Penaeus monodon reared in the laboratory. Bull. Jap.-Soc. Sc; Fish., 45: 124 - 126.
- _____ . 1981. Studies on the fisheries biology of the giant tiger prawn, Penaeus monodon in the Philipp. Technical Rep. No. 7. Aquaculture Departement Southeast Asian Fisheries Development Centre, Tigbuan, Iloilo, Philippines. 128 pp.
- Poernomo, A. 1988. Budidaya udang intensif. Hal. 1 - 65 dalam Anonim (Ed.). Faktor Lingkungan Dominan pada Budidaya Udang Intensif. Proyek Penelitian Sumberdaya Ekonomi. LON-LIPI, Jakarta.
- Regnault, M. 1981. Respiration and ammonia excretion of the shrimp Crangon crangon; metabolic response to prologed starvation. J. Comp. Physiol., 141: 549-555.
- Rigdon, R.H., and K.N. Baxter. 1970. Spontaneous necrosis in muscle of brown shrimp, Penaeus aztecus. Ivas. Trans. Amer. Fish. Soc., 99 (3): 583 - 587.
- Selye, H. 1956. The Stres of Life. MC. Graw Hill. New York, USA: 324 pp. Illustr.
- Sokal, R.R., and F.J. Rohlf. 1987. Introduction to Biostatistics. 2nd ed. W.H. Freeman and Company, New York. 365 pp.
- Spotte, S. 1979. Fish and Invertebrata Culture, John Wiley and Sons, New York. 179 pp.
- Strickland, J.D., and T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Bd. Can., 167: 1 - 311.

- Swingle, H.S. 1969. Methods of analysis for Waters, organic matter and pond bottom soils used in fisheries research. Auburn University, Auburn, Alabama. 189 pp.
- Villaluz, D.K., A. Villaluz, B. Ladrera, M. Sheik, and A. Gonzaga. 1969. Reproduction larvae development of cultivation of Sugpo (Penaeus monodon Fabricius). Philipp. J. Sci., 98: 205 - 236.
- Welsh, J.H., and R.I. Smith. 1960. Laboratory Exercises in Invertebrate Physiology. Burgess Publishing Company. 250 pp.
- Wickins, J.F. 1976. The tolerance of warm water prawns to recirculated water. Aquaculture, 9: 19 - 37.
- Wiebe, W.J., and A.M. Ivanovici. 1981. Towards a working definition of stress: a review and critique. Pages 13 - 47 in G.W. Barret and R. Rosenberg (Eds.). Stress Effects on Natural Ecosystem. John Willey and Sons Ltd., Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore.
- Zonneveld, N., E.A. Huisman, and J.H. Boon. 1991. Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 311 hal.

Tabel Lampiran 1. Data Pengamatan Konsumsi Oksigen Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon) pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Kecepatan aliran (l/jam)	Bobot biomassa udang (g)	Kepadatan (ekor)	Oksigen terlarut dalam respirometer (mg/l) tanpa udang	dengan udang	Konsumsi oksigen (ml O ₂ /g/jam)
T=Tenang						
T1	0,588	0,481	25	4,905	3,78	0,04
T2		0,478		4,680	3,09	0,06
T3		0,479		4,450	3,08	0,05
T4		0,472		4,605	3,55	0,04
T5		0,475		5,050	3,08	0,07
T6		0,464		4,855	3,52	0,05
T7		0,471		4,810	3,70	0,05

S=Stres

S1	0,588	0,480	25	5,770	2,61	0,11
S2		0,476		5,025	2,94	0,08
S3		0,456		5,275	3,01	0,08
S4		0,451		4,705	2,82	0,07
S5		0,463		4,720	2,73	0,07
S6		0,467		5,255	2,83	0,09
				5,485	2,63	0,10



Tabel Lempiran 2. Data Pengamatan Ekskresi Amoniak Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon) pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Kecepatan aliran (l/jam)	Bobot biomassa udang(g)	Kepadatan (ekor)	Kadar amoniak dalam respirometer (mg/l)		Ekskresi amoniak (mg NH ₃ /g/jam)
				tanpa udang	dengan udang	
T=Tenang						
T1	0,588	0,481	25	0,04	0,06	0,0008
T2		0,478		0,04	0,05	0,0008
T3		0,479		0,04	0,06	0,0010
T4		0,472		0,03	0,05	0,0010
T5		0,475		0,04	0,06	0,0008
T6		0,464		0,05	0,06	0,0010
T7		0,471		0,04	0,07	0,0010

S=Stres

S1	0,588	0,480	25	0,05	0,08	0,0018
S2		0,476		0,05	0,09	0,0018
S3		0,456		0,04	0,08	0,0020
S4		0,451		0,04	0,09	0,0024
S5		0,463		0,04	0,08	0,0018
S6		0,467		0,05	0,08	0,0015
S7		0,469		0,05	0,08	0,0015

Tabel Lampiran 3. Kisaran Nilai Peubah Kualitas Air Selama Masa Pemeliharaan

Peubah Kualitas air	kisaran nilai	Alat/metode
Oksigen terlarut (ppm)	7,7 - 8,5	Winkler
Derajat keasaman/pH	6,9 - 7,3	pH meter
Salinitas (‰)	20	Refraktometer
Suhu (°C)	26 - 27	Termometer
Amoniak (ppm)	0,04 - 0,06	Spektrometer

Tabel Lampiran 4. Analisis Uji-t Konsumsi Oksigen Pasca Larva Udang Windu pada Setiap Perlakuan

Jl.	Perlakuan	
	Stres	Tenang
1.	0,11	0,04
2.	0,08	0,06
3.	0,08	0,05
4.	0,07	0,04
5.	0,07	0,07
6.	0,09	0,05
7.	0,10	0,05
N	7	7
X	0,09	0,05
Sx	0,015	0,011

$$db = (n_1 + n_2) - 2$$

$$= 12$$

$$t_{0,01} (12) = 3,055$$

$$t_{0,001} (12) = 4,318$$

$$t_o = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$$= \frac{0,09 - 0,05}{\sqrt{6(0,015)^2 + 6(0,011)^2}} \sqrt{\frac{7 \cdot 7 \cdot (12)}{14}}$$

$$= 5,6^{**}$$

$$t_o > t_{0,001} \text{ (berbeda sangat nyata)}$$

Tabel Lampiran 5. Analisis Uji-t Pemanfaatan Energi Pasca Larva Udang Windu pada Setiap Perlakuan

Ul.	Perlakuan	
	Stres	Tenang
1.	0,530	0,193
2.	0,386	0,289
3.	0,386	0,241
4.	0,337	0,193
5.	0,337	0,337
6.	0,434	0,241
7.	0,482	0,241
N	7	7
X	0,413	0,247
Sx	0,071	0,05

$$db = (n_1 + n_2) - 2$$

$$= 12$$

$$t_{0,01} (12) = 3,055$$

$$t_{0,001} (12) = 4,318$$

$$t_0 = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}}$$

$$= \frac{0,413 - 0,247}{\sqrt{6(0,071)^2 + 6(0,05)^2}}$$

$$\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$$\sqrt{\frac{7 \cdot 7 (12)}{14}}$$

$$= 5,4^{**} \quad t_0 > t_{0,001} \quad (\text{berbeda sangat nyata})$$

Tabel Lampiran 6. Analisis Uji-t Ekskresi Amoniak Pasca Larva Udang Windu pada Setiap Perlakuan

Ul.	Perlakuan	
	Stres	Tenang
1.	0,0018	0,0008
2.	0,0018	0,0008
3.	0,0020	0,0010
4.	0,0024	0,0010
5.	0,0018	0,0008
6.	0,0015	0,0010
7.	0,0015	0,0010
N	7	7
X	0,0018	0,0009
Sx	0,0004	0,00002

$$db = (n_1 + n_2) - 2$$

$$= 12$$

$$t_{0,01} (12) = 3,055$$

$$t_{0,001} (12) = 4,318$$

$$t_o = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}}$$

$$\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$$= \frac{0,0018 - 0,0009}{\sqrt{6(0,0004)^2 + 6(0,00002)^2}}$$

$$\sqrt{\frac{7 \cdot 7 (12)}{14}}$$

$$= 5,96^{**}$$

$$t_o > t_{0,001}$$

(sangat berbeda nyata)

RIWAYAT HIDUP

Penulis merupakan putri dari pasangan H. Madeali dan H. Salaman yang dilahirkan pada tanggal 10 Oktober 1970, di Ujungpandang, sebagai anak ketiga dari tujuh bersaudara. Pada tahun 1983 ia lulus dari Sekolah Dasar Negeri Tauladan Ujung Tanah. Setelah lulus dari Sekolah Menengah Pertama Pesantren Datuk Ri Bandang dan Sekolah Menengah Atas Negeri 4 Ujungpandang berturut-turut pada tahun 1986 dan 1989, ia diterima sebagai mahasiswa di Fakultas Peternakan, dan dipilihnya Jurusan Perikanan dengan bidang keahlian Akuakultur di Universitas Hasanuddin, Ujungpandang pada tahun akademik 1989/1990.

Selama mengikuti pendidikan, penulis aktif dalam berbagai kegiatan organisasi seperti; Ketua II HMI Fakultas Peternakan dan Perikanan-UH, Anggota Bidang Pendidikan Hidarin-UH, dan aktif dalam berbagai kepanitiaan baik intra maupun ekstrakurikuler. Disamping itu pernah jadi asisten pada mata kuliah Fisiologi Hewan Air, Limnologi, dan Ekologi Ikan.