



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

S K R I P S I

**OLEH
QUR'ANI**

PERPUSTAKAAN-PUSAT UNIV. HASANUDDIN	
Tgl. terima	9-7-1994
Asal dari	Fak. peternakan
Bentuk	1 (satu) eksp
Biaya	Hadiah
No. Inventaris	95 01 02 002
No. Kias	



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

1994



RINGKASAN

QUR'ANI. Pengaruh Pelaparan terhadap Konsumsi Oksigen dan Ekskresi Amoniak pada Pasca Larva Udag Windu (Penaeus monodon Fabricius). (Di bawah bimbingan: Hamzah Sunusi sebagai pembimbing utama, Daud Thana dan H. I Nengah Sutika masing-masing sebagai pembimbing anggota).

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Pertambakan Universitas Hasanuddin Tallo, Kotamadya Ujungpandang dari 29 April hingga 20 Mei 1994. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh pelaparan terhadap konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak serta laju pertumbuhan dan mortalitas pada pasca larva (PL) udang windu dan hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi aspek-aspek dasar biologi udang windu dalam usaha pengembangan budidayanya.

Udag windu stadia PL 18 (bobot rata-rata 0,007 g) diaklimasi dalam enam buah ember bervolume 8 l dengan kepadatan 3 ekor/l (25 ekor/ember). Selama 21 hari aklimasi udang tersebut 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 0,024 - 0,025 g) dimasukkan ke dalam respirometer. Kedua parameter laju metabolisme tersebut masing-masing ditentukan dengan metode Winkler dan petunjuk Strickland dan Parsons (1972). Tingkat kelangsungan hidup (TKH), laju pertumbuhan spesifik (LPS) dan beberapa parameter kualitas air (oksigen terlarut, pH, Suhu, dan amoniak)

juga diukur sebagai peubah penunjang. Penelitian ini menggunakan 2 perlakuan (pelaparan dan tanpa pelaparan) dan 3 kali ulangan digunakan dalam penelitian ini. Data-nya dianalisis dengan uji-t.

Nilai rata-rata konsumsi oksigen pasca larva udang windu pada perlakuan pelaparan dan tanpa pelaparan masing-masing 0,046 dan 0,058 ml O_2 /g/jam. Untuk nilai rata-rata ekskresi amoniak masing-masing 0,0008 dan 0,0006 mg NE_3 /g/jam, serta rasio O:N masing-masing 13,5 dan 22,8. Sedang nilai rata-rata TKH dan LPS masing-masing 91 dan 89 % serta 6,02 dan 5,89 %/hari. Hasil uji-t menunjukkan pelaparan tidak berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kesemua peubah yang diamati, kecuali konsumsi oksigen berpengaruh nyata ($P > 0,05$). Ini menandakan bahwa pelaparan sekali seminggu tidak berbeda dengan tanpa pelaparan dan tidak menurunkan kualitas air.



PENGARUH PELAPARAN TERHADAP KONSUMSI OKSIGEN
DAN EKSKRESI AMONIAK PADA PASCA LARVA UDANG WINDU

(Penaeus monodon Fabricius)

Oleh
QUR'ANI

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 Pelaparan terhadap Konsumsi
Oksigen dan Ekskresi Amoniak pada Pasca
Larva Udang Windu (Penaeus monodon
Fabricius)

Nama Mahasiswa : Qur ani

Nomor Pokok : 89 06 133

Skripsi Telah Diperiksa
dan Disetujui Oleh:

Ir. Hamzah Sunusi, MSC
Pembimbing Utama

Ir. Daud Thana
Pembimbing Anggota

Ir. H. I Nengah Sutika, MS
Pembimbing Anggota

Diketahui Oleh:

Dr. Ir. H. Abd. Rokhman Laiding, MSC

Ir. H. I Nengah Sutika, MS
Ketua Jurusan

Tanggal Lulus: 12 Desember 1994

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhana Wa Taala karena atas berkenaan-Nyalah sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini penulis menghaturkan banyak terima kasih kepada Tim Pembimbing yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan mulai dari penulisan proposal hingga selesainya skripsi ini. Ucapan serupa disampaikan pula kepada semua pihak, khususnya Burhanuddin, Amir ganda, H. St. Aisyah, Misbah, Harifuddin, Zulkarnaen, Muhammad Nursjamsi, Abdul Waris, Rafiq, Ishak Latif, dan Azis atas segala bantuan dan kerjasamanya, terutama selama penelitian berlangsung. Ucapan terima kasih ditujukan pula secara khusus kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta atas segala pengorbanan baik moril maupun material. Kepada kakak Sirajuddin dan adik Awaluddin serta Sri Indrawati tercinta juga diucapkan terima kasih atas segala dorongan, pengorbanan dan pengertiannya kepada penulis selama pendidikan.

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

Ujungpandang, September 1994

Qur'ani



DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
PENDAHULUAN	1
TINJAUAN PUSTAKA	3
Siklus Hidup	3
Pelaparan	3
Kualitas Air	8
BAHAN DAN METODE PENELITIAN	9
HASIL DAN PEMBAHASAN	16
KESIMPULAN DAN SARAN	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN	30
RIWAYAT HIDUP	40

DAFTAR TABEL

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Konsumsi Oksigen Pasca Larva Udang Windu (<u>Penaeus monodon</u>) pada Setiap Perlakuan ...	16
2.	Nilai Rata-Rata Tingkat Kelangsungan Hidup (TKH) dan Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS) Pasca Larva Udang Windu pada Setiap Per- lakuan	18
3.	Ekskresi Amoniak Pasca Larva Udang Windu (<u>Penaeus monodon</u>) pada Setiap Perlakuan ...	19
<u>Lampiran</u>		
1.	Kadar Oksigen Terlarut pada Respirometer tanpa Pasca Larva Udang Windu (<u>Penaeus monodon</u>) pada Setiap Perlakuan	30
2.	Kadar Oksigen Terlarut pada Respirometer dengan Pasca Larva Udang Windu (<u>Penaeus monodon</u>) pada Setiap Perlakuan	30
3.	Hasil Pengukuran Konsumsi Oksigen pada Pasca Larva Udang Windu (<u>Penaeus monodon</u>) pada Setiap Perlakuan	31
4.	Kadar Amoniak pada Respirometer Tanpa Pasca Larva Udang Windu (<u>Penaeus monodon</u>) pada Setiap Perlakuan	31
5.	Kadar Amoniak pada Respirometer dengan Pasca Larva Udang Windu (<u>Penaeus monodon</u>) pada Setiap Perlakuan	32
6.	Hasil Pengukuran Ekskresi Amoniak pada Pasca Larva Udang Windu (<u>Penaeus monodon</u>) pada Setiap Perlakuan	32
7.	Keadaan Beberapa Parameter Kualitas Air Pendukung Selama Penelitian	33
8.	Analisis Uji-t Konsumsi Oksigen Pasca Larva Udang Windu (<u>Penaeus monodon</u>) pada Setiap Perlakuan	34
9.	Analisis Uji-t Ekskresi Amoniak Pasca Larva Udang Windu (<u>Penaeus monodon</u>) pada Setiap Perlakuan	35

Nomor	<u>Lampiran</u>	Halaman
10.	Kelangsungan Hidup Pasca Larva Udang Windu Selama Penelitian	36
11.	Laju Pertumbuhan Harian Pasca Larva Udang Windu Selama Penelitian	36
12.	Analisis Uji-t Kelangsungan Hidup Pasca Larva Udang Windu (<u>Penaeus monodon</u>)	37
13.	Analisis Uji-t Laju Pertumbuhan Pasca Larva Udang Windu (<u>Penaeus monodon</u>)	38
14.	Rasio O:N Pasca Larva Udang Windu Selama Penelitian	39
15.	Analisis Uji-t Rasio O:N Pasca Larva Udang Windu (<u>Penaeus monodon</u>)	40

DAFTAR GAMBAR

Nomor

Teks

Halaman

1. Respirometer yang Telah Dimodifikasi 10

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Keberhasilan budidaya udang windu (*Penaeus monodon*) masih banyak menghadapi permasalahan. Salah satu di antaranya ialah kualitas dan kuantitas makanan yang diberikan. Pemenuhan kebutuhan udang akan makanan ini merupakan kendala bagi petani tambak di Indonesia karena menyita investasi yang lebih besar mengingat harga makanan yang relatif tinggi di pasaran. Untuk budidaya udang intensif biaya pemberian makanan berkisar 60 - 70 % dari biaya total produksi (Mujiman dan Suyanto 1989). Selain itu pemberian dosis makanan yang berlebihan menyebabkan penimbunan kotoran (terutama dalam bentuk amoniak) sehingga mutu kualitas air menjadi rendah serta usaha produksi semakin tidak efisien.

Untuk menghindari hal tersebut timbul suatu pemikiran tidak memberikan makanan (melaparkan) hewan piaraan pada hari tertentu tanpa mengganggu produksi. Terakhir ini Rifka dan Sriwulan (1993) melaporkan hasil positif pemuasaan ikan kerapu (*Epinephelus ongus*) selama tiga hari berturut-turut. Hal serupa telah pula dilaporkan pada moluska (Auster dan Stewart 1984) dan udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) (Malecha et al. 1981). Sebaliknya, meskipun tanpa data, para operator pembenihan udang menuturkan pengalamannya bahwa larva yang diberi makanan terlambat



sedikit saja akan mengalami kefatalan. Nampaknya, dampak pelaparan pada hewan kultur masih kontroversi, sehingga masih sangat diperlukan pengkajian yang sangat mendasar, utamanya menyangkut fisiologi dasar seperti laju metabolisme. Hingga sekarang ini informasi semacam ini masih sangat kurang, meskipun sejak lama telah dilakukan oleh Subrahmanyam (1962) pada P. indicus. Sayangnya studi tersebut, selain tidak dikaitkan dengan laju ekskresi amoniak sebagai hasil buangan metabolisme, juga tidak dilakukan pada larva. Padahal informasi ini sangat penting dalam usaha meningkatkan produksi benih, khususnya udang windu untuk memenuhi kebutuhan penebaran di tambak pembesaran.

Dari keterangan-keterangan yang telah disebutkan, penelitian laju metabolisme, dalam hal konsumsi oksigen, ekskresi amoniak, dan rasio O:N dalam kaitannya dengan pelaparan sangat perlu dilakukan pada pasca larva udang yang bernilai komersial penting, seperti udang windu sebagai salah satu primadona perikanan andalan Indonesia, utamanya Sulawesi Selatan.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelaparan terhadap konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak serta laju pertumbuhan dan mortalitas pada pasca larva udang windu. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi aspek-aspek dasar biologi udang windu dalam usaha pengembangan budidayanya.

TINJAUAN PUSTAKA

Siklus Hidup

Penelitian terhadap siklus hidup udang windu di alam telah banyak dilakukan (Jones 1976; Motosh 1981; Apud et al. 1983; Dall et al. 1990). Telur yang telah dibuahi akan menetas dalam waktu sekitar 12 jam menjadi nauplius yang berkembang di daerah pelagik. Setelah mengalami 6 subtingkatan dalam waktu sekitar 48 - 53 jam, larva planktonik tersebut berubah menjadi protozoa. Selanjutnya sebelum menjadi misis, protozoa mengalami perkembangan dalam 3 subtingkatan selama sekitar 4 hari sebelum berubah menjadi pasca larva (PL). Pada stadia ini udang telah berada di daerah estuaria dan tidak lagi bersifat planktonik, melainkan bersifat bentik, menempel pada substrat. Berikutnya udang menjelma menjadi udang muda (juvenil). Pada tingkatan ini udang mengalami perkembangan pesat hingga mencapai adolesen dan berikutnya menjadi dewasa. Selanjutnya setelah mencapai ukuran, udang bermigrasi ke tempat yang lebih dalam di mana perkawinan terjadi. Selesai perkawinan, udang betina bermigrasi ke tempat yang lebih dalam lagi untuk memijah setelah mencapai umur 6 bulan atau 12 bulan.

Pelaparan

Pelaparan (pemuasaan) dengan jalan menghentikan pemberian makanan kepada hewan piaraan dimaksudkan untuk

menekan biaya dari komponen terbesar, yaitu makanan, tanpa menghambat pertumbuhan, menimbulkan kematian, dan menurunkan produksi. Dengan cara seperti ini, penurunan kualitas air dapat pula dihindarkan di samping gairah makan meningkat sesudah dipuaskan. Huuter (1981) dan Resenberg dan Hougen (1982) menilai bahwa pelaparan dapat dijadikan sebagai uji kualitas benih, di mana semakin tinggi kualitas larva semakin tahan pula terhadap kelaparan. Selanjutnya ditambahkan bahwa larva yang lebih besar dapat bertahan hidup lebih lama tanpa makan. Sebaliknya, Malecha et al. (1981) dalam pelaparan udang galah (Macrobrachium rosenbergii) menilai bahwa pertumbuhan pada udang ukuran kecil lebih potensial daripada udang berukuran besar.

Rifka dan Sriwulan (1993) melaporkan bahwa lama pelaparan dapat mempengaruhi efisiensi konversi makanan, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup ikan kerapu (E. ongus). Ikan yang dipuaskan selama tiga hari berturut-turut ternyata konversi makanannya lebih efisien tanpa mengurangi laju pertumbuhan dan kelulusan hidup. Sebelumnya, Mahpud (1992) menemukan penggunaan makanan pada ikan kerapu yang diberi makan dua hari sekali lebih efisien daripada ikan kerapu yang diberi makan setiap hari.

Subrahmanyam (1962) dalam penelitian pelaparan P. indicus menemukan mortalitas yang lebih tinggi pada malam hari daripada siang hari. Kejadian ini diduga berkaitan dengan kebiasaan udang penaeid bergerak aktif mencari

makan di malam hari. Dalam kondisi seperti ini, udang yang lemah diperkirakan dimangsa oleh udang yang masih kuat. Pada penelitian jenis udang lainnya Beamish (1964) menemukan mortalitas yang tinggi pada hari pertama periode pelaparan, berikutnya cenderung mengalami penurunan seiring dengan lamanya periode pelaparan.

Nampaknya adaptasi kelaparan dalam ketahanan hidup diikuti pula laju metabolisme P. indicus pada hari pertama pelaparan lebih tinggi daripada hari-hari berikutnya. Selanjutnya Regnault (1980) menambahkan bahwa konsumsi oksigen menurun secara drastis sesuai dengan lama periode pelaparan pada udang Crangon crangon. Kejadian serupa telah dicatat pula oleh Beamish (1964), serta Dall dan Smith (1986) pada jenis udang lainnya.

Seperti halnya pada ikan (El-Dien Ahmed dan Abdel Magid 1969; Smith 1982), udang sebagai hewan konformitas dan regulator respirasi (Bishop et al. 1980), tingkat konsumsi oksigen bergantung kepada tekanan parsial oksigen di sekitarnya. Jika konsentrasi oksigen terlarut dalam air media di sekitarnya menurun, tingkat konsumsi oksigennya juga menurun (Subrahmanyam 1962; Kutty et al. 1971; Liao dan Huang 1975; Bishop et al. 1980; Hamriani 1993). Gejala ini sudah dicurigai sebelumnya pada P. japonicus (Egusa dan Yamamoto 1960; Egusa 1961). Udang ini kebiasaannya membenamkan diri. Apabila konsentrasi oksigen lingkungan menurun di bawah 1,0 mg/l udang mengeluarkan sifon respirasinya di atas permukaan pasir pem-

benamannya, dan bilamana konsentrasi oksigen tersebut mencapai 0,5 mg/l udang keluar dari pembenamannya dan mengalami kesulitan respirasi (dispnea). Nampaknya kemampuan adaptasi konsumsi oksigen terhadap ketersediaan oksigen terlarut dalam air hanya berlaku pada batas level tertentu, sebab kekurangan oksigen dalam air dapat mengganggu pertumbuhan dan kehidupan udang (Cholik 1988). Untuk kelayakan hidup udang windu diperlukan konsentrasi oksigen terlarut antara 4,5 - 7,0 mg/l (Poernomo 1988). Pada konsentrasi oksigen terlarut antara 1 - 2 mg/l udang akan mengalami kematian (Kutty 1969).

Pelaparan kelihatannya berkaitan pula dengan ekskresi amoniak, meskipun masih kontroversi. Regnault (1980) melaporkan hubungan antara ekskresi amoniak dengan pelaparan pada udang C. crangon, di mana udang yang dilaparkan cenderung mengalami kenaikan ekskresi amoniak dan mencapai 30 % di atas nilai kontrol. Selanjutnya Dall dan Smith (1986) melaporkan bahwa berlainan dengan konsumsi oksigen, ekskresi amoniak P. esculentus meningkat sekitar 46 - 73 % dengan pelaparan, di atas nilai kontrol. Mayunar (1990) berspekulasi bahwa ukuran, aktivitas, kesehatan ikan, kandungan protein makanan dan faktor lingkungan lainnya yang berhubungan dengan laju metabolisme juga mempengaruhi ekskresi amoniak. Wickins (1976) menambahkan bahwa ekskresi amoniak oleh udang berbeda menurut ukurannya. Seperti halnya dengan konsumsi oksigen, bila diukur berdasarkan persatuan unit berat badan, udang kecil mengeluarkan amoniak lebih banyak daripada udang besar.

Menurut Cholik (1988), penumpukan kotoran udang bersama dengan pembusukan bahan organik yang kaya dengan nitrogen seperti makanan buatan berprotein tinggi akan meningkatkan kadar amoniak yang dapat membahayakan kehidupan udang kultur. Poernomo (1979) menambahkan bahwa kadar amoniak yang masih ditolelir udang sebesar 0,1 ppm.

Pelaparan dalam hubungannya dengan rasio O:N, Regnault (1981) melaporkan bahwa selama pelaparan 5 hari pertama, rasio O:N meningkat karena memanfaatkan cadangan lemak dan karbohidrat sebagai sumber energi. Regnault dan Luguët (1974) menambahkan bahwa pada akhir minggu pertama memanfaatkan lemak dan protein, namun sesudah 2 minggu pelaparan hanya protein yang digunakan sebagai sumber energi yang ditunjukkan dengan rasio O:N rendah (8). Sebaliknya Regnault (1986) menemukan rasio O:N berkisar 20 - 25 yang berarti bahwa pemanfaatan protein dan lemak sebagai sumber energi. Lebih lanjut diuraikan bahwa jika rasio O:N lebih besar dari nilai tersebut, keperluan energi diperoleh lebih banyak dari karbohidrat dan lemak.

Cowey dan Walton (1989) berspekulasi bahwa selama pelaparan nampaknya sebagian besar ikan memperoleh energi metabolismenya berasal dari lemak. Sebaliknya Claybrook (1983) melaporkan bahwa pelaparan pada crayfish Oreognectes limosus total protein tubuh menurun 2 % sesudah 15 hari dan 11 %, sesudah 41 hari. Lebih lanjut dikatakan bahwa lemak merupakan sumber utama energi selama 2 minggu pertama,

tetapi setelah pelaparan antara 15 dan 41 hari, protein digunakan 70 % untuk sumber energi.

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang cukup mempengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan organisme adalah suhu (Boyd 1988). Selanjutnya Poernomo (1988) mengatakan bahwa selain pH, suhu juga merupakan parameter kualitas air yang cukup berpengaruh terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan organisme, di mana kisaran suhu yang baik dan optimum untuk udang penaeid masing-masing $26^{\circ} - 32^{\circ}\text{C}$ dan $29^{\circ} - 30^{\circ}\text{C}$. Mintardjo (1984) menunjukkan suhu optimal bagi kehidupan ikan dan udang di tambak berkisar $25^{\circ} - 32^{\circ}\text{C}$, namun suhu sekitar 35°C merupakan batas kritis bagi udang windu dan udang putih.

Poernomo (1988) mengatakan bahwa kisaran pH optimum bagi kelangsungan hidup udang adalah antara 7,5 - 8,5. Selanjutnya Wickins (1976) menjelaskan bahwa pH yang rendah berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan udang, dan pada $\text{pH} \leq 4$ mortalitas udang dapat terjadi.

BALAN DAN METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

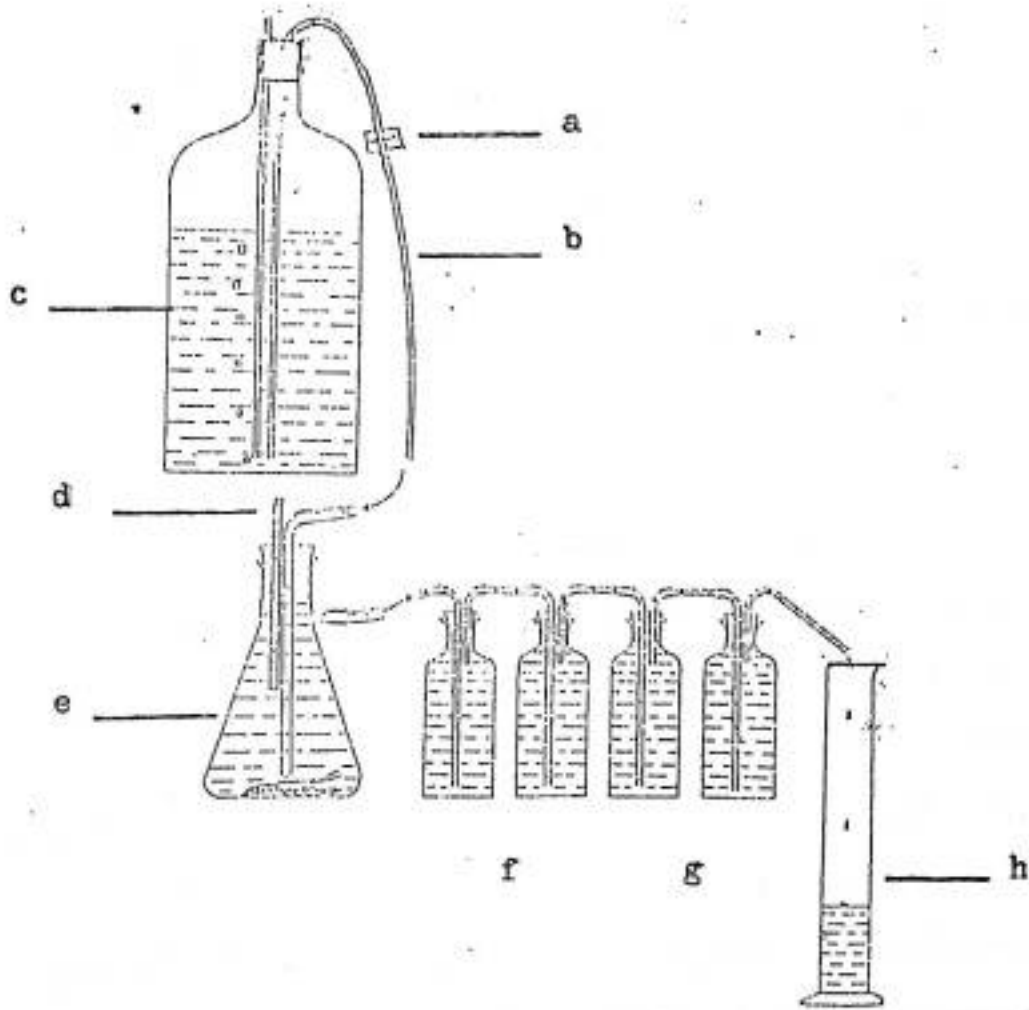
Penelitian ini dilaksanakan di Unit Pertambakan Universitas Hasanuddin Tallo, Kotamadya Ujungpandang dari 29 April hingga 20 Mei 1994.

Wadah dan Alat Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan enam buah ember hitam bervolume 10 l. Kesemuanya dilengkapi dengan aerator untuk suplai oksigen. Pengukuran laju metabolisme digunakan respirometer yang telah dimodifikasi. Alat ini terdiri dari bejana reservoir untuk suplai air, bejana respirasi, dan botol-botol BOD penampung air dari bejana respirasi untuk pengukuran konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak. Sebagai tambahan pada penutup bejana respirasi dilengkapi dengan termometer (Gambar 1)

Udang Uji

Bobot rata-rata udang windu stadia pasca larva yang digunakan dalam tahap 21 hari aklimasi perlakuan adalah 0,010 g ($0,010 \pm 0,005$ g). Larva udang tersebut diperoleh dari hasil penetasan Balai Benih Udang Mutiara Biru. Pada tahap pengukuran konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak, udang tersebut mencapai stadia PL 39 dengan bobot rata-rata berkisar 0,024 - 0,025 g.



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

Prosedur Penelitian

Udang uji dengan kepadatan 3 ekor/l (25 ekor/ember) dipelihara selama tiga minggu pada kisaran salinitas, suhu, oksigen terlarut, kadar amoniak, dan pH masing-masing 25 - 26 o/oo, 26 - 27 °C, 6,27 - 8,53 mg/l, 0,04 - 0,12 mg/l, dan 6,9 - 7,1. Penentuannya digunakan masing-masing refraktometer, termometer, titrasi dengan metode Winkler, spektrometer, dan pH tester.

Sebelum ditebar ke dalam 6 buah ember percobaan yang telah disiapkan, bobot awal udang uji ditimbang dengan timbangan listrik berketelitian 0,001 g dan dinyatakan dalam gram. Selama penelitian tahap pertama ini, udang uji diberi makanan berupa pellet komersil (27 % protein) sebanyak 10 % dari bobot badan setiap hari dengan frekuensi 2 kali (sekitar pukul 07,00 dan 17.00). Pekerjaan ini dilakukan sesudah pembersihan dan pergantian air. Perlu ditambahkan bahwa setiap kali pergantian air diadakan penyaringan dengan plankton net. Pertumbuhan dan mortalitas juga dicatat.

Sesudah udang uji diadaptasikan, berdasarkan petunjuk Welsh dan Smith (1960) dan Burton et al. (1991), respirometer disiapkan untuk pengukuran konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak. Air dengan kondisi seperti pada perlakuan di aerasi dalam sebuah ember, kemudian dimasukkan ke dalam bejana reservoir dengan jalan menenggelamkannya ke



dalam ember air media tersebut. Dengan cara bejana respirasi, botol-botol BOD untuk penampungan air contoh pengukuran konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak juga masing-masing diisi dengan air tersebut, lalu ditutup rapat. Perlu ditambahkan bahwa sewaktu pengisian air, gelembung udara dihindarkan. Berikutnya kesemua bejana dan botol-botol BOD diletakkan di atas meja. Khususnya bejana reservoir sebagai pensuplai air diletakkan pada tempat yang lebih tinggi sehingga air dapat mengalir secara gravitasi ke dalam bejana-bejana lainnya melalui slang yang diberi pengatur kecepatan aliran. Untuk menampung air buangan digunakan sebuah selinder. Dengan mencatat waktu yang diperlukan dengan volume air dalam selinder tersebut, kecepatan aliran air dapat pula ditentukan. Kecepatan aliran air diatur sedemikian rupa sehingga mencapai 10 ml/menit (0,588 l/jam), sebagaimana dilakukan Liao dan Huang (1975).

Setelah keadaan respirometer siap, udang uji dimasukkan ke dalam bejana respirasi, lalu ditutup rapat kembali. Bilamana air dalam botol-botol BOD telah terganti semuanya dengan dari dalam bejana respirasi, percobaan dihentikan. Sebagai dasar perhitungan konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak, secara simultan, disiapkan pula serangkaian respirometer tanpa udang uji. Di akhir percobaan, air contoh dalam dua botol pertama dipersiapkan untuk pengukuran oksigen terlarut dengan metode Winkler. Air contoh dalam dua botol BOD selebihnya dianalisis kadar amoniaknya

berdasarkan petunjuk Strickland dan Parsons (1972) dengan menggunakan spektrometer. Selanjutnya kedua nilai pengukuran tersebut akan ditentukan laju metabolisme. Perlu ditambahkan bahwa di akhir percobaan udang uji segera dikeluarkan dari bejana respirasi untuk ditimbang bobotnya gram. Data ini selain digunakan untuk perhitungan konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak per gram bobot biomassa udang uji, juga digunakan dalam perhitungan pertumbuhan.

Pengukuran Peubah

Data yang diamati dalam penelitian ini meliputi konsumsi oksigen, ekskresi amoniak dan rasio O:N. Sebagai parameter penunjang dilakukan pula pengamatan pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan beberapa peubah kualitas air penting.

Pengukuran konsumsi oksigen diperoleh dengan mengikuti petunjuk Burton et al. (1991) sebagai berikut:

$$\text{Konsumsi oksigen} = \frac{(\text{DO}_{tu} - \text{DO}_{du}) \times \text{kecepatan aliran}}{(\text{ml O}_2/\text{g/jam}) \quad \text{Bobot biomassa udang uji}}$$

di mana DO_{tu} = oksigen terlarut dalam respirometer tanpa udang uji (mg/l); DO_{du} = oksigen terlarut dalam respirometer yang berisi udang uji (mg/l); kecepatan aliran dinyatakan dalam liter/jam (l/jam); bobot biomassa dinyatakan dalam gram (g); dan ml $\text{O}_2/\text{g/jam}$ diperoleh dari konversi ppm (mg/l) $\text{O}_2/\text{g/jam} \times 0,7$ (Lewis:1963). Selanjutnya dengan mengganti oksigen terlarut dengan NH_3 dalam

formula di atas, ekskresi amoniak dihitung dan dinyatakan dalam miligram NH_3 per gram per jam ($\text{mg NH}_3/\text{g/jam}$).

Berdasarkan nilai konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak rasio O:N dihitung dengan mengikuti petunjuk Regnault (1981) sebagai berikut :

$$\text{Rasio O:N} = \frac{\text{Nilai konsumsi oksigen}}{\text{Nilai total amonia-nitrogen}}$$

di mana nilai konsumsi oksigen diperoleh dari hasil perhitungan di atas, sedangkan nilai total amonia-nitrogen diperoleh dari hasil perhitungan ekskresi amoniak dikalikan 6,25.

Kelangsungan hidup diperoleh dengan mengikuti cara yang dilakukan Effendie (1979) sebagai berikut:

$$Sk = \frac{Nt}{No} \times 100 \%$$

di mana Sk = kelangsungan hidup (%); Nt = jumlah udang yang hidup sampai akhir penelitian (ekor), dan No = jumlah udang pada awal penelitian (ekor).

Pertumbuhan udang uji diukur dengan menimbang seluruh populasi udang dalam setiap wadah percobaan (Sikong 1982). Untuk menghitung laju pertumbuhan digunakan formula laju pertumbuhan spesifik seperti disarankan oleh Hopkins (1992) sebagai berikut:

$$\text{SGR} = \frac{\ln Wt - \ln Wo}{t} \times 100 \%$$

di mana SGR = laju pertumbuhan spesifik (%/hari); Wt = bobot biomassa udang pada akhir penelitian (gram); Wo =

bobot biomassa udang pada awal penelitian (gram); dan t = waktu pemeliharaan (hari).

Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan tanpa pelaparan dan pelaparan, data dianalisis dengan uji-t (Sokal dan Rohlf 1987).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi Oksigen

Data pengamatan oksigen terlarut dalam respirometer tanpa udang dan dengan udang uji pada setiap perlakuan disajikan masing-masing pada Tabel Lampiran 1 dan 2. Sedangkan data pengukuran konsumsi oksigen udang uji setelah diperhitungkan tingkat kecepatan aliran air dalam respirometer dan konsentrasi oksigen terlarut dalam miligram O_2 per liter ($mg O_2/l$) dikonversi ke dalam mililiter O_2 per liter ($ml O_2/l$) dapat dilihat pada Tabel Lampiran 3. Dari data pengamatan tersebut diperoleh nilai rata-rata konsumsi oksigen pasca larva udang windu seperti tertera dalam Tabel 1.

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

Perlakuan	Ulangan			Nilai rata-rata
	1	2	3	
	----- $ml O_2/g/jam$ -----			
Tanpa pelaparan	0,059	0,058	0,057	0,058*
Pelaparan	0,046	0,047	0,045	0,046

* = Nilai rata-rata berbeda nyata ($P < 0,05$) dari nilai rata-rata pelaparan.

Dalam Tabel ini terlihat nilai rata-rata konsumsi oksigen pasca larva udang windu pada perlakuan tanpa pelaparan dan pelaparan masing-masing 0,053 dan 0,046 ml O_2 /g/jam. Hasil uji-t menunjukkan pelaparan berbeda nyata ($P < 0,05$) terhadap konsumsi oksigen pasca larva udang windu. Ini berarti bahwa dalam pelaparan sehari seminggu konsumsi oksigen menurun secara nyata. Perbedaan ini diduga disebabkan aktivitas dari udang yang dilaparkan cenderung berkurang sehingga laju metabolisme menurun. Sebaliknya pada udang yang diberi makan setiap hari aktivitasnya akan meningkat menyebabkan laju metabolisme meningkat. Pernyataan ini mendukung hipotesa bahwa laju metabolisme P. indicus pada hari pertama pelaparan lebih tinggi daripada hari-hari berikutnya (Subrahmanyam 1962). Selanjutnya Regnault (1980) menambahkan bahwa konsumsi oksigen menurun secara drastis sesuai dengan lama periode pelaparan pada udang C. crangon.

Dalam penelitian konsumsi oksigen, Dall (1958), dan Egusa (1961) menemukan bahwa perbandingan rata-rata laju metabolisme dari P. semisulcatus yang beristirahat dan tidak beristirahat masing-masing $0,152 \pm 0,016$ dan $0,150 \pm 0,020$ mg O_2 /g/jam. Sedangkan Beamish (1964) menambahkan bahwa konsumsi oksigen berkurang pada ikan dan hewan berdarah panas lainnya, akibat pengaruh pelaparan yang menyebabkan aktivitasnya berkurang. Sebaliknya Kutty (1969) melaporkan bahwa pengaruh pelaparan pada P. indicus dan P. semisulcatus masing-masing 32 % dan 57 %, namun tidak



menyebabkan kematian. Konsumsi oksigen pada hari keempat pelaparan pada P. indicus ($2,70 \pm 0,23$ g dan P. semisulcatus ($17,39 \pm 0,93$ g) masing-masing $0,496 \pm 0,045$ dan $0,346 \pm 0,070$ mg O_2 /g/jam. Lebih lanjut dilaporkan bahwa terjadi penurunan konsumsi oksigen karena aktivitasnya menurun akibat menderita kelaparan pada tebut Silvelinus fontinalis dan ikan Catostomus commersoni (Gomish 1964).

Perbedaan konsumsi oksigen pada perlakuan pelaparan dan tanpa pelaparan tersebut cukup berarti jika dikonversikan ke dalam jumlah padat penebaran udang di tambak, baik yang tradisional terlebih pada pengelolaan tambak intensif. Demikian pula pada bak-bak pembenihan yang mempunyai padat penebaran tinggi yang tentunya membutuhkan oksigen yang jauh lebih tinggi.

Tabel 2. Nilai Rata-Rata Tingkat Kelangsungan Hidup (TKH) dan Laju Pertumbuhan Spesifik (LPS) Pasca Larva Udang Windu pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Nilai rata-rata TKH (%)	Nilai rata-rata LPS (%/hari)
Tanpa pelaparan	89,0 ^{TB}	5,89 ^{TB}
Pelaparan	91,0	6,02

TB = Nilai rata-rata perlakuan tanpa pelaparan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan nilai rata-rata perlakuan pelaparan.

Di balik rendahnya tingkat konsumsi oksigen (Tabel 1), tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan pasca larva udang windu tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) terhadap pelaparan. Hal ini dimungkinkan karena organisme yang dilaparkan akan efisien dalam memanfaatkan makanan dibandingkan yang diberi makan setiap hari dan gairah makan akan meningkat sesudah hewan piara dilaparkan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Rifka dan Sritulan (1993) yang melaporkan bahwa lama pelaparan dapat mempengaruhi efisiensi konversi makanan, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup ikan kerapu (E. ongus). Ikan yang dilaparkan konversi makanannya lebih efisien tanpa mengurangi laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Hunter (1981) dan Rosenberg dan Hougen (1982) menilai bahwa pelaparan dapat dijadikan sebagai uji kualitas benih, di mana semakin tinggi kualitas larva semakin tahan pula terhadap kelaparan. Selanjutnya ditambahkan bahwa larva yang lebih besar dapat bertahan hidup lebih lama tanpa makan.

Ekskresi Amoniak

Hasil penelitian kadar amoniak dalam respirometer tanpa udang uji dan dengan udang uji disajikan masing-masing pada Tabel Lampiran 4 dan 5. Sedangkan data pengukuran ekskresi amoniak udang uji setelah tingkat kecepatan aliran air dalam respirometer diperhitungkan dapat dilihat pada Tabel Lampiran 6. Dari data pengamatan ter-

sebut diperoleh nilai rata-rata ekskresi amoniak pasca larva udang windu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Ekskresi Amoniak Pasca Larva Udang Windu (Penacus monodon) pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Ulangan			Nilai rata-rata
	1	2	3	
	----- mg NH ₃ /g/jam -----			
Pelaparan	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008 ^{TB}
Tanpa Pelaparan	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006

TB = Nilai rata-rata perlakuan tanpa pelaparan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan nilai rata-rata perlakuan pelaparan.

Dalam Tabel 3 terlihat nilai rata-rata ekskresi amoniak pasca larva udang windu pada perlakuan pelaparan dan tanpa pelaparan masing-masing 0,0008 dan 0,0006 mg NH₃/g/jam. Seperti halnya pada konsumsi oksigen (Tabel 1), nilai rata-rata ekskresi amoniak terjadi sebaliknya yaitu meningkat pada pelaparan meskipun tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) pada uji-t (Tabel Lampiran 9). Hal ini berarti bahwa seperti halnya dengan konsumsi oksigen yang mengalami penurunan pada pelaparan, sebaliknya ekskresi amoniak cenderung meningkat dengan pelaparan. Temuan ini mendukung pendapat Regnault (1981) bahwa hubungan antara ekskresi amoniak dengan pelaparan pada udang C. crangon, di mana udang yang dilaparkan cenderung mengalami kenaikan ekskresi amoniak dan mencapai 30 % di atas nilai

kontrol. Selanjutnya Dail dan Smith (1986) melaporkan bahwa berlainan dengan konsumsi oksigen, ekskresi amoniak P. esculentus meningkat sekitar 46 - 73 % dengan pelaparan di atas nilai kontrol. Sebaliknya Wickins (1976) menambahkan bahwa ekskresi amoniak oleh udang berbeda menurut ukurannya, seperti halnya dengan konsumsi oksigen, bisa diukur berdasarkan persatuan unit berat badan, udang kecil mengeluarkan amoniak lebih banyak daripada udang besar. Sedangkan Mayunar (1990) berspekulasi bahwa ukuran, aktivitas, dan kesehatan ikan serta kandungan protein makanan dan raktor lingkungan lainnya yang berhubungan dengan laju metabolisme juga mempengaruhi ekskresi amoniak. Selanjutnya Regnault (1980) mencatat ekskresi amoniak udang C. crangon pada pelaparan tiga hari pertama dan 30 hari berikutnya masing-masing $0,42 \mu\text{g-atom/jam}$ dan $0,67 \mu\text{g-atom/jam}$.

Pelaparan dalam hubungannya dengan mortalitas, telah dilaporkan oleh Subrahmanyam (1962) pada P. indicus ditemukan mortalitas yang lebih tinggi pada malam hari daripada siang hari. Kejadian ini diduga berkaitan dengan kebiasaan udang Penaeid bergerak aktif mencari makan di malam hari. Pada penelitian jenis udang lainnya Beamish (1964) menemukan mortalitas yang tinggi pada hari pertama periode pelaparan; berikutnya cenderung mengalami penurunan seiring dengan lamanya periode pelaparan. Sebaliknya Waris (1994) menemukan mortalitas yang tinggi pada pasca larva P. monodon yang diberi makan dua hari sekali.



Rasio O:N

Berdasarkan batasan Regnault (1981), dari nilai konsumsi oksigen dan ekskresi amoniak didapatkan rasio O:N untuk perlakuan pelaparan dan tanpa pelaparan masing-masing 13,5 dan 22,8. Nilai rasio O:N tersebut, lebih rendah pada perlakuan pelaparan dibandingkan tanpa pelaparan. Hal ini berarti bahwa pada pelaparan pasca larva udang windu banyak memanfaatkan protein di dalam tubuhnya sebagai sumber energi.

Temuan ini sejalan dengan Regnault (1981) bahwa pada pelaparan 5 hari pertama, rasio O:N meningkat karena memanfaatkan cadangan lemak dan karbohidrat sebagai sumber energi. Regnault dan Luguët (1974) menambahkan bahwa pada akhir minggu pertama memanfaatkan lemak dan protein, namun sesudah 2 minggu pelaparan hanya protein yang digunakan sebagai sumber energi yang ditunjukkan dengan rasio O:N rendah (8). Sebaliknya Regnault (1986) menemukan rasio O:N berkisar 20 - 25 yang berarti bahwa pemanfaatan protein dan lemak sebagai sumber energi. Lebih lanjut diuraikan bahwa jika rasio O:N lebih besar dari nilai tersebut, keperluan energi diperoleh lebih banyak dari karbohidrat dan lemak.

Pada penelitian dalam hubungannya dengan makanan, Cowey dan Walton (1989) melaporkan bahwa selama pelaparan nampaknya sebagian besar energi metabolisme ikan berasal dari lemak atau protein, kemudian menyusul karbohidrat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai konsumsi oksigen, ekskresi amoniak, rasio O:N menunjukkan bahwa pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan laju metabolisme pasca larva udang windu yang dilaporkan sehari seminggu tidak berbeda dibandingkan yang diberi makanan setiap hari.

Saran

Untuk memperoleh efisiensi dalam penggunaan biaya, makanan dan tenaga, maka disarankan menggunakan metode pelaparan dalam kegiatan budidaya, terutama pada metode pelaparan sekali seminggu.

Kebenaran hipotesa metode pelaparan ini perlu dikaji lebih lanjut guna memperoleh hasil yang lebih baik dalam pengembangan budidaya udang windu.

DAFTAR PUSTAKA

- Apud, F.D., J.H. Primavera, and P.L. Torres. 1983. Farming of Prawn and Shrimps. Aquakultur Departement Southeast Asian Fisheries Development center, Iloilo, Philippines. 67 pp.
- Auster, P.J. and Stewart. 1984. Compensatory growth in the bay scallop, Argopectan irradians. J. Northwest. Atl. Fish Soc., 5: 103 - 104.
- Beamish, F.W.H. 1964. Influence of starvation and routine oxygen consumption. 3. Influence of oxygen. Can. J. Zool., 42: 3: 355 - 366.
- 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.
- Boyd, E.C. 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Elsvier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 359 pp.
- Burton, D., R. Gordon, and C. Harding. 1991. A Laboratory Manual for Animal Physiology. Memorial University of Newfounland. 63 p.
- Cholik, F. 1988. Dasar-dasar bertambak udang intensif. Hal. 1 - 141 dalam Anonim (Ed.). Faktor Lingkungan Dominan pada Budidaya Udang Intensif. Proyek Penelitian Sumberdaya Ekonomi. LON-LIPI, Jakarta.
- Cowey, C.B., and M.J. Walton. 1989. Intersediary metabolism. Pages 259 - 321 in J.E. Halver (Ed.). Fish Nutrition. Academic Press, New York.
- Claybrook, D.L. 19: 3. Nitrogen metabolisme. Pages 163 - 213 in L.H. Mantel (Ed.). The Biology of Crustacea. 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 Penaidae. Adv. Mar. Biol., 17: 1 - 489.

- _____, and D.M. Smith. 1986. Oxygen consumption and ammonia-N excretion in feed and starved tiger prawns, Penaeus esculentus Haswell. *Aquaculture*, 55: 23 - 33.
- Effendie, M.I. 1978. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri, Bogor. 112 hal.
- Egusa, S. 1961. Studies and the respiratory of the kuruma prawn, Penaeus japonicus bates. II. Preliminary experiments on its oxygen consumption. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 27: 650 - 659.
- _____, and T. Yamamoto. 1961. Studies the respiration of the kuruma prawn Penaeus japonicus Bate. I. Burrowing behaviour, with special reference to its relation. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 27: 22 - 27.
- Al-Dien Ahmed, N. and A.M. Abdel Magid. 1969. Oxygen consumption in Tilapia nilotica (L.). *Hydrobiology*, 33: 513 - 522.
- Hamriani. 1993. Studi konsumsi oksigen pada pasca larva udang windu. Tesis SI Jurusan Perikanan, Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang. 50 hal.
- Hopkins, K.D. 1992. Reporting fish growth: a review of basics. *J. World Aquacult. Soc.* 23: 173 - 179.
- Hunter, J.R. 1981. Feeding ecology and poedation of marine fish larvae. Pages 37 - 77 in R. Lasker (Ed.) *Marine Fish Larvae*. Wash. Sea Grant Prog. Univ. Wash. Press, Seattle.
- Jones, S. 1967. The crustacean fishery resources of India. *Proc. Symp. Crustacea. Part IV Mar. Biol. Assoc. India, Mandapam Camp.* pp, 1328 - 1340.
- Kutty, M.N. 1969. Oxygen consumption of the prawns Penaeus indicus H. Milne Edwards and Penaeus semiculcatus de Haan. *FAO Fish. Rep.*, 57: 957 - 969.
- _____, G. Murugapoopathy, and T.S, Krishnan. 1971. Influence of salinity and temperature on the oxygen consumption in young juveniles of the Indian prawn Panaeus indicus. *Mar. Biol.*, 11: 125 - 131.
- Lewis, W. 1963. *Maintaining Fishes for Experimental and Instructional Purposes*. Southern Illinois University Press, Carbondale. 100 pp.

- Liao, I.C., and H.J. Huang. 1975. Study on the consumption and lethal dissolved oxygen of egg up to yaoung prawn of Penaeus monodon Fabricius. J. Fish. Soc. Taiwan, 4: 33 - 50.
- Mahpud, M. 1982. Pengaruh frekuensi pemberian pakan terhadap kelangsungan hidup benih ikan kerapu karang (Epinephelus cyanostigma) dalam kurung-kurung apung. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang.
- Malecha, S.K., J. Polovina, and R. Moav. 1981. Multistage rotational stocking and harvesting system for year-round culture of the fresh water prawn Macrobrachium rosebergii. Sea grant Tech. Rep., Univ. Hawai. 31 pp.
- Mayzaud, P. 1976. Respiration and nitrogen excretion of zooplankton. IV. The influence of starvation on the metabolism and the biochemical composition of some species. Mar. Biol., 34: 47 - 58.
- Mayunar. 1990. Pengendalian senyawa nitrogen pada budidaya ikan dengan sistem resirkulasi. Oseana, 15: 43 - 45.
- Mintardjo, K., A. Sunaryanto, Utaminingsih dan Hermiyaningsih. 1984. Persyaratan tanah dan air. Hal. 63 - 87 dalam Anonim (Ed.). Pedoman Budidaya Tambak. Direktorat Jenderal Perikanan Departemen Pertanian, Jepara.
- Motoh, H. 1981. Studies on the fisheries biology on the giant tiger prawns, Penaeus monodon in the Philipp. Tech. Rep. No. 7. Aquaculture Departement, Southeast Asia Fisheries Development Centre, Tigbuan, Iloilo, Philippines. 128 pp.
- Mujiman, A., dan A.R. Suyanto. 1989. Budidaya udang windu. PT. Penebar Swadaya, Surabaya. 87 hal.
- Poernomo, A. 1979. Budidaya udang intensif. Hal. 77 - 118 dalam Anonim (Ed.). udang. Proyek Penelitian Sumberdaya Ekonomi. LON-LIPI, Jakarta.
- _____. 1988. Budidaya udang intensif. Hal. 1 - 65 dalam Anonim (Ed.). Faktor Lingsungan Dominan pada Budidaya Udang Intensif. Proyek Penelitian Sumberdaya Ekonomi. LON-LIPI, Jakarta.
- Regnault, M. 1979. Ammonia excretion of the sand shrimp, Crangon crangon during the moult cycle. J. Comp. Physiol., 133: 199 - 204.
- _____. 1981. Respiration and ammonia excretion of the shrimp Crangon crangon metabolic response to prolonged starvation. J. Comp. Physiol., 141: 549 - 555.

- Warka, A., dan Sriwulan. 1993. Pengaruh metode compensatory terhadap pertumbuhan ikan kerapu (Bodianops ongus) Lembaga Penelitian universitas Hasanuddin, Ujung Pandang 41 hal.
- Rosenberg, A.A., and A.S. Haugen. 1982. Individual growth and size selective mortality post larvae turbot (Scophthalmus maximus) reared in enclosures. Mar. Biol. 72: 73 - 75.
- Sikong, M. 1982. Beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi produksi biomassa udang windu. Disertasi Pasca Sarjana IPB, Bogor. 122 hal.
- Sokal, R.R., and F.J. Rohlf. 1987. Introduction to Biostatistic. 2nd ed. W.H. Freeman and Company, New York. 365 pp.
- Subraimanyam, C.B. 1962. Oxygen consumption in relation to body weight and oxygen tension in the prawn Penaeus indicus (Milne Edwards). Proc. Indian Acad. Sci. (B), 55: 152 - 161.
- Suhardjono, A. 1979. Pengantar Rancangan Percobaan. Lembaga Penelitian universitas Hasanuddin, Ujung Pandang. 87 hal.
- Smith, L.S. 1982. Introduction to Fish Physiology. T.F. H. Publications. Inc., Neptune, NJ. 352 pp.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Bd. Can., 167: 1 - 311.
- Waris, A. 1994. Pengaruh pelaparan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang windu (Penaeus monodon). Tesis Si Jurusan Perikanan, Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang. 57 hal.
- 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.



Tabel Lampiran 1. Kadar Oksigen Terlarut pada Respirometer tanpa Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon) pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Kadar oksigen terlarut pada setiap pengukuran			Salinitas (o/oo)	Suhu (°C)
	Awal	Botol I	Botol II		
----- ppm -----					
A1	7,94	7,73	7,70	29	26
A2	7,91	7,71	7,73	29	26
A3	7,93	7,69	7,67	29	26
B1	6,27	5,91	5,92	30	26
B2	6,29	5,94	5,94	30	26
B3	6,30	5,97	5,98	30	26

Tabel Lampiran 2. Kadar Oksigen Terlarut pada Respirometer dengan Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon) pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Kadar oksigen terlarut pada setiap pengukuran		Salinitas (o/oo)	Suhu (°C)
	Botol I	Botol II		
----- ppm -----				
A1	5,58	5,54	29	26
A2	5,60	5,61	29	26
A3	5,61	5,59	29	26
B1	4,22	4,23	29	26
B2	4,23	4,25	29	26
B3	4,30	4,30	29	26

Tabel Lampiran 3. Hasil Pengukuran Konsumsi Oksigen pada Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon) pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Kecepatan aliran (l/jam)	Biomassa (gr)	Kepadatan (ekor)	Konsumsi Oksigen (ml O ₂ /g/jam) (Rata-rata)
A1	0,588	0,595	25	0,059
A2		0,602		0,058
A3		0,604		0,057
B1	0,588	0,605	25	0,046
B2		0,699		0,047
B3		0,608		0,045

Tabel Lampiran 4. Kadar Amoniak pada Respirometer tanpa Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon) pada Setiap perlakuan

Perlakuan	Kadar amoniak pada setiap pengukuran			Suhu (°C)
	Botol III	Botol Iv	Rata-rata	
	----- ppm -----			
A1	0,06	0,06	0,06	29
A2	0,06	0,06	0,06	29
A3	0,05	0,07	0,06	29
B1	0,09	0,08	0,09	30
B2	0,09	0,09	0,09	30
B3	0,10	0,09	0,10	30

Tabel Lampiran 5. Kadar Amoniak pada Respirometer dengan Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon) pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Kadar amoniak pada setiap perlakuan			Suhu (°C)
	Botol III	Botol IV	Rata-rata	
A1	0,08	0,07	0,08	29
A2	0,07	0,08	0,08	29
A3	0,07	0,08	0,08	29
B1	0,12	0,09	0,11	30
B2	0,10	0,12	0,11	30
B3	0,13	0,10	0,10	30

Tabel Lampiran 6. Hasil Pengukuran Ekskresi Amoniak pada Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon) pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Kecepatan aliran (1/jam)	Bobot biomassa (gram)	Kepadatan (ekor)	Nilai rata-rata Ekskresi amoniak (mg NH ₃ /g/jam)
A1	0,588	0,595	25	0,00059
A2		0,602		0,00059
A3		0,604		0,00058
B1	0,588	0,605	25	0,00078
B2		0,599		0,00079
B3		0,608		0,00078

Tabel Lampiran 7. Keadaan Beberapa Parameter Kualitas Air Pendukung Selama Penelitian

Peubah kualitas air	Kisaran nilai	Alat/metode
Oksigen terlarut (mg/l)	6,27 - 8,53	Winkler
Derajat keasaman (pH)	6,9 - 7,1	pH tester
Salinitas (o/oo)	25 - 26	Refraktometer
Suhu ($^{\circ}$ C)	26 - 27	Termometer
Amoniak (mg/l)	0,04 - 0,12	Spektrometer

Tabel Lampiran 8. Analisis Uji-t Konsumsi Oksigen Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon) pada Setiap Perlakuan

Perl. Ula	Tanpa pelaparan	Pelaparan
1	0,059	0,046
2	0,058	0,047
3	0,057	0,045
N	3	3
\bar{X}	0,058	0,046
Sx	0,0014	0,0025

$$db = (n_1 + n_2) - 2 = 4$$

$$t_{0,01}(4) = 4,604$$

$$t_{0,001}(4) = 8,610$$

$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$$t_0 = 5,063^* \quad t_0 > t_{0,01} \text{ (berbeda nyata)}$$

Tabel Lampiran 9. Analisis Uji-t Ekskresi Amoniak Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon) pada Setiap Perlakuan

Perl. Ulangan	Tanpa Pelaparan	Pelaparan
1.	0,00059	0,00078
2.	0,00059	0,00079
3.	0,00058	0,00078
N	3	3
\bar{X}	0,00059	0,00078
Sx	7×10^{-5}	7×10^{-5}

$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$$t_0 = 0,02 \quad t_0 < t_{0,01} \text{ (tidak berbeda nyata)}$$

$$\text{di mana db} = (n_1 + n_2) - 2 = 4$$

$$t_{0,01}(4) = 4,604$$

$$t_{0,001}(4) = 8,610$$

Tabel Lampiran 10. Kelangsungan Hidup Pasca Larva Udang Windu Selama Penelitian.

Perlakuan	No (ekor)	Mortalitas (ekor)	Nt (ekor)	SR (%/21 hari)
A1	25	2	23	92
A2	25	3	22	88
A3	25	3	22	88
Rata-rata				89
A1	25	2	23	92
A2	25	3	22	88
A3	25	2	23	92
Rata-rata				91

Tabel Lampiran 11. Laju Pertumbuhan Harian Pasca Larva Udang Windu Selama Penelitian

Perlakuan	Wo (g)	Wt (g)	t (hari)	SGR (%/hari)
A1	0,175	0,595	21	5,83
A2	0,1745	0,602	21	5,92
A3	0,174	0,604	21	5,92
Rata-rata	0,174	0,600	21	5,89
B1	0,173	0,605	21	5,97
B2	0,170	0,599	21	6,00
B3	0,170	0,608	21	6,08
Rata-rata	0,171	0,604	21	6,02



Tabel Lampiran 12. Analisis Uji-t Kelangsungan Hidup Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon)

Perl.	Tanpa	Pelaparan
Ula.	pelaparan	
1	92	92
2	88	88
3	88	92
N	3	3
\bar{X}	89	91
SX	2,345	2,375

$$db = (n_1 + n_2) - 2 = 4$$

$$t_{0,01}(4) = 4,604$$

$$t_{0,001}(4) = 8,610$$

$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$$t_0 = 0,733 \quad t_0 < t_{0,01} \text{ (tidak berbeda nyata)}$$

Tabel Lampiran 13. Analisis Uji-t Laju Pertumbuhan Pasca Larva Udang Windu (Penaeus monodon)

Perl.	Tanpa pelaparan	Pelaparan
Ula.		
1	5,83	5,97
2	5,92	6,00
3	5,92	6,08
N	3	3
\bar{X}	5,89	6,02
Sx	0,052	0,057

$$db = (n_1 + n_2) - 2 = 4$$

$$t_{0,01}(4) = 4,604$$

$$t_{0,001}(4) = 8,610$$

$$t_0 = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

$$t_0 = 2,102 \quad t_0 < t_{0,01} \text{ (tidak berbeda nyata)}$$



Tabel Lampiran 14. Rasio O:N Pasca Larva Udang Windu Selama Penelitian

Perlakuan	Nilai rata-rata	Nilai rata-rata	Rasio O:N
	Konsumsi Oksigen (mg O ₂ /g/jam)	Ekskresi amoniak (mg NH ₃ /g/jam)	
A1	0,084	0,00059	22,7
A2	0,083	0,00058	23,1
A3	0,081	0,00058	22,5
B1	0,066	0,00078	13,5
B2	0,067	0,00079	13,7
B3	0,064	0,00077	13,3

Tabel Lampiran 15. Analisis Uji-t Rasio 0:N Pasca Larva
 Udang Windu (Penaeus monodon)

Perl.	Tanpa Pelaparan	Pelaparan
1	22,7	13,5
2	23,1	13,7
3	22,5	13,3
N	3	3
\bar{x}	22,8	13,5
Sx	0,187	0,08

$$db = (n_1 + n_2) - 2 = 4$$

$$t_{0,01}(4) = 4,604$$

$$t_{0,001}(4) = 8,610$$

$$t_0 = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \cdot \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}}$$

$$t_0 = 22,0 \quad t_0 > t_{0,01}, t_{0,001} \quad (\text{Berbeda sangat nyata})$$



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 17 Nopember 1970 di Labakkang Kabupaten Pangkep dan merupakan putra kedua dari pasangan Bannu Puang Tappu dan Cimpau Puang Naga. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negeri 19 Pacikombaja di Labakkang, tahun 1986 lulus Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Labakkang, tahun 1989 lulus Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Pangkajene di Pangkep dan pada tahun akademik 1989/1990 diterima sebagai mahasiswa di Fakultas Peternakan dan Perikanan Jurusan Perikanan dengan bidang keahlian akuakultur di Universitas Hasanuddin.

Selama pendidikan penulis pernah menjadi asisten luar biasa pada mata kuliah Ekologi Umum, Dasar-Dasar Limnologi, Produktivitas Perairan, Parasit dan Penyakit Ikan, serta Biologi dan Pengendalian Pencemaran Perairan.