

**KERAGAAN SPERMATOZOA UDANG WINDU
(*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) ASAL PERAIRAN
SULAWESI SELATAN DI BAK PEMELIHARAAN**

**PERFORMANCE OF THE TIGER SHRIMP
(*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) SPERMATOZOA AT THE
BREEDING POND IN SOUTH SULAWESI WATERS**

I NYOMAN YUDI ARSANA



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007**

KERAGAAN SPERMATOZOA UDANG WINDU
(*Penaeus monodon* Fabricius,1798)
ASAL PERAIRAN SULAWESI SELATAN DI BAK PEMELIHARAAN

Tesis
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi
Sistem-Sistem Pertanian

Disusun dan diajukan oleh

I NYOMAN YUDI ARSANA

Kepada

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007

TESIS

KERAGAAN SPERMATOZOA UDANG WINDU
(*Penaeus monodon* Fabricius, 1798)
ASAL PERAIRAN SULAWESI SELATAN DI BAK PEMELIHARAAN

Disusun dan diajukan oleh

I NYOMAN YUDI ARSANA

Nomor Pokok P0104205009

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
Pada tanggal 14 November 2007
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat,

Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc

Ketua

Dr. Ir. Joeharnani Tresnati, DEA

Anggota

Ketua Program Studi
Sistem-Sistem Pertanian,

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin,

Prof. Dr. Ir. Sjamsuddin Garantjang, M.Sc

Prof. Dr.dr. A. Razak Thaha, M.Sc

DAFTAR ISI

Nomor	halaman
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Morfologi	6
B. Sistem Reproduksi Udang Jantan	10
C. Karakteristik Perkawinan dengan Thelycum Terbuka dan Tertutup	15
D. Kematangan Gonad Induk Betina	17
E. Kematangan Spermatozoa	21
F. Spermatogenesis	22
G. Kerangka Pikir Penelitian	23
H. Hipotesis	26
III. BAHAN DAN METODE	27
A. Tempat dan Waktu Penelitian	27
B. Alat dan Bahan	27
1. Hewan uji	27
2. Wadah dan media pemeliharaan	28
3. Peralatan penelitian	28
4. Bahan penelitian	29

Nomor	halaman
C. Metode Penelitian	30
1. Tahap penelitian	30
2. Parameter dan cara pengukuran	36
3. Analisis statistik	38
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
A. Keragaan Spermatozoa Pada Daerah Asal Udang Windu ...	39
1. Bobot spermatozoa	39
2. Jumlah Spermatozoa	42
3. Persentase Spermatozoa Hidup	46
4. Spermatozoa Abnormal	49
5. Diameter Spermatozoa	53
B. Keragaan Spermatozoa Antar Regenerasi Spermatofora	56
1. Bobot spermatozoa	56
2. Jumlah Spermatozoa	58
3. Persentase Spermatozoa Hidup	60
4. Spermatozoa Abnormal	62
5. Diameter Spermatozoa	64
C. Keragaan Spermatozoa Selama Di Bak Pemeliharaan	66
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	68
A. Kesimpulan	68
B. Saran	68
VII. DAFTAR PUSTAKA	69
VIII. LAMPIRAN	73

DAFTAR TABEL

Nomor	halaman
1. Komposisi larutan Ca 2+ free saline per liter larutan	29
2. Ukuran udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) jantan asal Pinrang Takalar dan Siwa	31
3. Kualitas air pada pemeliharaan udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa	32
4. Bobot spermatofora udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa pada berbagai regenerasi spermatopora	41
5. Jumlah spermatozoa udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa pada berbagai regenerasi spermsatofora	44
6. Persentase spermatozoa hidup pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa pada berbagai regenerasi spermatofora	48
7. Persentase spermatozoa abnormal pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) jantan asal Pinrang, Takalar dan Siwa pada berbagai regenerasi spermatofora .	52
8. Diameter spermatozoa pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) jantan asal Pinrang, Takalar dan Siwa pada berbagai regenerasi spermatofora	54
9. Bobot spermatozoa antar regenerasi pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa ...	57
10. Jumlah spermatozoa antar regenerasi pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa .	59

Nomor		halaman
11.	Persentase spermatozoa hidup antar regenerasi pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa	61
12.	Persentase spermatozoa abnormal antar regenerasi pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa	63
13.	Diameter spermatozoa abnormal antar regenerasi pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa	65
14.	Matrik keragaan spermatozoa udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar, dan Siwa pada berbagai regenerasi spermatofora	67

DAFTAR GAMBAR

Nomor	halaman
1. Morfologi udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) (Murtidjo, 2003)	9
2. Sistem reproduksi (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) (Motoh, 1981)	13
3. Petasma (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) (Motoh, 1981)	13
4. Appendix masculina (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) (Motoh, 1981)	14
5. Spermatofora (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) (Lante dan Haryanti, 2005)	14
6. Spermatozoa udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798)	14
7. Diagram sistem bekerjanya hormon dalam reproduksi Decapoda (Adiyodi dan Adiyodi, 1970)	20
8. Kerangka pikir penelitian	25
9. Spermatofora yang keluar pada saat ejakulasi.....	34
10. Udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) yang telah diberi tagging	35
11. Spermatozoa udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798)...	47
12. Spermatozoa mati udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798)	47
13. Spermatozoa abnormal udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798)	51

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	halaman
1. Data hasil pengamatan keragaan spermatozoa udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang pada regenerasi awal dan regenerasi pertama	74
2. Data hasil pengamatan keragaan spermatozoa udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang pada regenerasi kedua dan regenerasi ketiga	74
3. Data hasil pengamatan keragaan spermatozoa udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Takalar pada regenerasi awal dan regenerasi pertama	76
4. Data hasil pengamatan keragaan spermatozoa udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Takalar pada regenerasi kedua dan regenerasi ketiga	77
5. Data hasil pengamatan keragaan spermatozoa udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Siwa pada regenerasi awal dan regenerasi pertama	78
6. Data hasil pengamatan keragaan spermatozoa udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Siwa pada regenerasi kedua dan regenerasi ketiga	79
7. Hasil analisa t-test udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Siwa dan asal Pinrang pada regenerasi awal (data ditransformasi ke Log (Y+1))	80
8. Hasil analisa t-test udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Siwa dan asal Takalar pada regenerasi awal (data ditransformasi ke Log (Y+1)).....	82
9. Hasil analisa t-test udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang dan asal Takalar pada regenerasi awal (data ditransformasi ke Log (Y+1)).....	84

Nomor	halaman
10. Hasil analisa t-test udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Siwa dan asal Pinrang pada regenerasi pertama (data ditransformasi ke Log (Y+1)).....	86
11. Hasil analisa t-test udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Siwa dan asal Takalar pada regenerasi pertama (data ditransformasi ke Log (Y+1)).....	88
12. Hasil analisa t-test udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang dan asal Takalar pada regenerasi pertama (data ditransformasi ke Log (Y+1))....	90
13. Hasil analisa t-test udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Siwa dan asal Pinrang pada regenerasi kedua (data ditransformasi ke Log (Y+1)).....	92
14. Hasil analisa t-test udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Siwa dan asal Takalar pada regenerasi kedua (data ditransformasi ke Log (Y+1)).....	94
15. Hasil analisa t-test udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang dan asal Takalar pada regenerasi kedua (data ditransformasi ke Log (Y+1))	96
16. Hasil analisa t-test udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Siwa dan asal Pinrang pada regenerasi ketiga (data ditransformasi ke Log (Y+1))	98
17. Hasil analisa t-test udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) jantan asal Siwa dan asal Takalar pada regenerasi ketiga (data ditransformasi ke Log (Y+1)).....	100
18. Hasil analisa t-test udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang dan asal Takalar pada regenerasi ketiga (data ditransformasi ke Log (Y+1))	102
19. Hasil analisa t-test antar regenerasi spermatofora udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Pinrang (data ditransformasi ke Log (Y + 1))	104

Nomor	halaman
20. Hasil analisa t-test antar regenerasi spermatofora udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Takalar (data ditransformasi ke Log (Y + 1))	116
21. Hasil analisa t-test antar regenerasi spermatofora udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798) asal Siwa (data ditransformasi ke Log (Y + 1))	128

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan atas semua rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penelitian ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis sangat menghargai dan menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, teristimewa untuk:

1. Bapak Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc dan Ibu Dr. Ir. Joeharnani Tresnati, DEA sebagai pembimbing yang telah banyak memberikan bantuan selama penelitian berlangsung hingga dalam penyusunan tesis ini.
2. Bapak Dr. Ir. Dody Dharmawan, M.App.Sc, Ibu Dr. Ir. Yushinta Fujaya, M.Si dan Ibu Dr. Ir. Haryati Tandipayuk, M.S selaku team penguji atas segala saran-saran dan arahnya demi penyempurnaan tesis ini.
3. Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Bapak Prof. Dr. dr. A. Razak Thaha, M.Sc
4. Ketua Program Studi Sistem-Sistem Pertanian Program Pascasarjana UNHAS, Bapak Prof. Dr. Ir. Sjamsuddin Garantjang, M.Sc
5. Kepala Balai Budidaya Air Payau Takalar, Bapak Ir. Haruna Hamal, atas bantuannya dalam meminjamkan fasilitas laboratorium demi kelancaran penelitian.

6. Drh. Joko Suwiryono, Dwi Esa Oktavia, Syamsul Bahri, Haruna dan rekan-rekan Pegawai Balai Budidaya Air Payau Takalar atas bantuannya demi kelancaran penelitian.
7. Seluruh Pegawai Program Pascasarjana Unhas yang telah membantu penulis dalam melengkapi berbagai kelengkapan administrasi.
8. Seluruh dosen pengajar di Program Pascasarjana Unhas Program Sistem-Sistem Pertanian.
9. Ayahanda I Wayan Sunadra dan Ibunda Ni Ketut Sudiati, istri tercinta Ni Wayan Sarining serta Ananda tersayang Ni Putu Linda Wikansari, I Made Fajar Wikantara dan Ni Nyoman Shinta Devi Wikantari yang senantiasa memberikan dukungan moril dan do'a, kasih sayang demi keberhasilan penulis.
10. Teman-teman seangkatan Program Pascasarjana serta teman-teman lainnya yang turut membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga segala asuhan, didikan, bimbingan dan bantuan serta petunjuk yang telah dipersembahkan kepada penulis dapat bermanfaat dan menjadi amal ibadah.

Makassar, Nopember 2007

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) merupakan andalan utama budidaya perikanan nasional untuk perolehan devisa. Hal ini dapat terlihat dari besarnya permintaan pasar dunia terhadap komoditas udang, yaitu sebesar lebih dari 1 juta ton tahun⁻¹, dan baru terpenuhi sekitar 60%. Untuk memanfaatkan peluang pasar ini, pemerintah telah merencanakan program peningkatan produksi udang nasional yang dikenal dengan PROTEKAN 2003, yaitu suatu harapan dapat meraih devisa sebesar USD 5,5 milyar dari usaha budidaya udang.

Besarnya potensi budidaya udang windu ini menyebabkan potensi pembenihan udang windu juga sangat besar. Salah satu masalah yang dihadapi para petani tambak sampai sekarang ini adalah terbatasnya benih, yang merupakan hambatan dalam meningkatkan produksi udang. Kebutuhan benih udang windu yang besar ini merupakan potensi yang besar bagi peningkatan jumlah dan produksi panti pembenihan.

Salah satu kendala yang dihadapi oleh para pembenih dalam menghasilkan benur bermutu adalah kualitas induk. Pembenih di Sulawesi Selatan pada proses produksinya kebanyakan menggunakan induk yang

berasal dari Aceh dan Jawa. Hal ini menyebabkan ketergantungan akan induk pada suatu tempat dimana kelangsungan pasokan yang terbatas dan terjadinya kualitas genetik yang semakin menurun akibat terjadinya *inbreeding*.

Berdasarkan survei yang dilakukan pada bulan Agustus hingga September 1997, wilayah perairan Indonesia yang memiliki potensi udang yang cukup tinggi adalah Samudera Hindia, Laut Arafura, Selat Malaka, Laut Cina Selatan, Selat Makassar, Laut Flores, dan Teluk Bone (Sumiono dan Priono, 1999). Kenyataan ini menunjukkan bahwa potensi untuk pemanfaatan induk asal perairan Sulawesi Selatan cukup besar dan memungkinkan untuk dilakukan persilangan antara induk udang windu dari asal yang berbeda sehingga memberikan pengaruh positif bagi peningkatan kualitas benih secara genetik.

Percepatan perkembangan dari budidaya udang tergantung pada pemahaman yang baik dari aspek biologi, terutama pada aspek biologi reproduksinya. Lebih lanjut dalam proses pembenihannya diharapkan dapat dihasilkan efisiensi produksi dan tingkat kelangsungan hidup benih yang tinggi. Walaupun terjadi peningkatan secara signifikan dalam kajian reproduksi udang penaeid, namun kajian ini lebih banyak berfokus pada aspek reproduksi dari udang betina (Primavera, 1985; Chamberlain, 1988). Kajian tentang reproduksi dari udang jantan masih sangat kurang.

Evaluasi dari kualitas reproduksi udang penaeid jantan pertama kali dilaporkan oleh Leung-Trujillo dan Lawrence (1985), yang melihat pengaruh dari ablasi mata pada *P. vannamei*. Selanjutnya Bray *et al.* (1985) telah menggunakan pendekatan yang sama untuk mengevaluasi pengaruh dari suhu air media pemeliharaan, EDTA, dan bakteri vibrio terhadap kualitas sperma *P. setiferus* di bak pemeliharaan. Leung-Trujillo dan Lawrence (1987a) telah mempelajari penurunan perkembangan kualitas sperma pada *P. setiferus* yang dipelihara di bak, dan Leung-Trujillo dan Lawrence (1987b) telah mengevaluasi waktu pembentukan kembali spermatofora pada *P. stylirostris*, *P. vannamei* dan *P. setiferus*. Kemudian Chamberlain (1988) telah mempelajari pengaruh dari pengaturan pakan dan vitamin E terhadap pematangan gonad *P. setiferus*. Selanjutnya Leung-Trujillo dan Lawrence (1988) telah mempelajari pengaruh dari asam askorbat terhadap kualitas reproduksi *P. vannamei*. Kualitas sperma dalam hubungannya dengan umur dan berat dari udang putih *L. vannamei* telah diteliti oleh Ceballos-Vaques *et al.* (2003).

Penurunan perkembangan dalam sistem reproduksi adalah merupakan masalah yang sering didapatkan dalam pemeliharaan udang jantan. Hasil-hasil penelitian secara umum menunjukkan bahwa kualitas spermatozoa udang pada bak pemeliharaan maupun di laboratorium menunjukkan perkembangan yang menurun sejalan dengan lamanya pemeliharaan. Leung-Trujillo dan Lawrence (1987a) menyatakan pada

P. setiferus bukan hanya terjadi penurunan kualitas spermatozoa seiring dengan waktu pemeliharaan, akan tetapi terjadi pula penurunan dengan cepat kualitas spermatozoa setelah dua minggu pemeliharaan di laboratorium. Lebih lanjut Alfaro dan Lozano (1993), dalam penelitiannya pada *P. vannamei* menyatakan terjadi penurunan perkembangan kualitas spermatozoa untuk waktu pemeliharaan selama 6 minggu.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas akhir dari spermatozoa di bak pemeliharaan adalah penanganan dalam pemeliharaan, penanganan lingkungan, dan nutrisi yang diberikan. Disamping itu perbedaan secara alami pada populasi udang penaeid juga tergantung pada letak geografis. Benzie (1995) dan Daud *et al.* (1996) melaporkan bahwa pada populasi udang dari letak geografis yang berbeda mempengaruhi kerentanan yang khusus terhadap penurunan spermatozoa.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk melihat keragaan spermatozoa udang jantan berdasarkan asal daerah atau letak geografis yang ada di perairan Sulawesi Selatan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada Latar Belakang, maka dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Apakah ada perbedaan keragaan spermatozoa pada udang windu (*P. monodon*) yang berasal dari perairan Sulawesi Selatan.
2. Apakah ada perbedaan keragaan spermatozoa antar regenerasi spermatofora udang windu (*P. monodon*) yang berasal dari perairan Sulawesi Selatan.

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keragaan spermatozoa (bobot spermatofora, jumlah spermatozoa, persentase spermatozoa hidup, persentase spermatozoa abnormal dan diameter spermatozoa) pada udang windu dari berbagai daerah perairan Sulawesi Selatan dan pada berbagai regenerasi spermatofora selama di bak pemeliharaan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang keragaan spermatozoa udang windu dari berbagai daerah asal perairan Sulawesi Selatan dan pada beberapa regenerasi spermatofora, yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber induk dan kemungkinannya untuk melakukan perkawinan silang di panti pembenihan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Morfologi

Dilihat dari luar, tubuh udang windu (*P. monodon*) terdiri dari dua bagian, yaitu bagian depan dan bagian belakang (Gambar 1). Bagian depan disebut bagian kepala, yang sebenarnya terdiri dari bagian kepala dan dada yang menyatu, sehingga dinamakan kepala-dada (*cephalothorax*). Pada bagian belakang perut (*abdomen*) terdapat ekor (Martosoedarmo dan Ranoemihardjo. 1980)

Semua bagian badan beserta anggota-anggotanya terdiri dari ruas-ruas (*segmen*). Kepala-dada terdiri dari 13 ruas, yaitu kepala terdiri dari lima ruas dan dada terdiri dari delapan ruas. Bagian perut terdiri dari enam ruas, tiap ruas badan mempunyai sepasang anggota badan yang beruas-ruas pula (Martosoedarmo dan Ranoemihardjo. 1980).

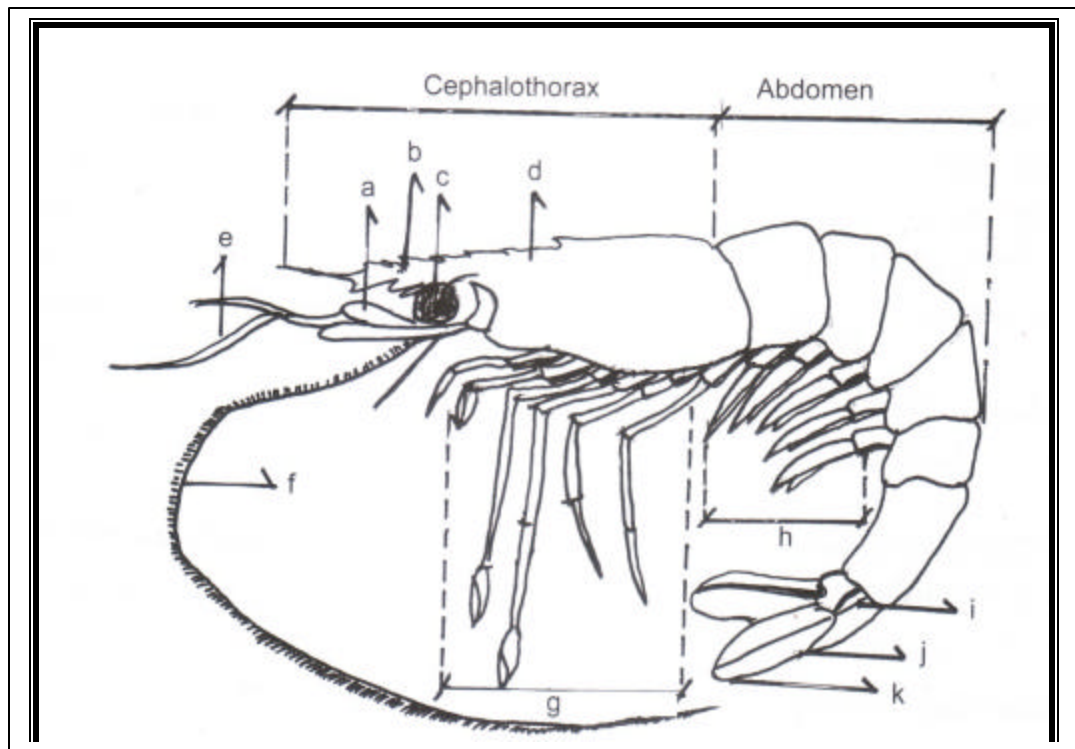
Seluruh tubuh tertutup oleh kerangka luar yang disebut eksoskeleton, yang terbuat dari bahan khitin. Kerangka tersebut mengeras, kecuali pada sambungan-sambungan antara dua ruas tubuh yang berdekatan. Hal ini memudahkan mereka untuk bergerak (Martosoedarmo dan Ranoemihardjo. 1980).

Bagian kepala-dada tertutup oleh sebuah kelopak kepala atau cangkang kepala (*carapace*). Di bagian depan, kelopak kepala memanjang dan meruncing, yang pinggir-pinggirnya bergigi-gigi dinamakan cucuk kepala (*rostrum*). Pada bagian kepala terdapat anggota-anggota tubuh lain yang berpasang-pasangan, yaitu sungut kecil (*antennula*), sungut besar (*antenna*), dua pasang alat-alat pembantu rahang (*maxilla*), tiga pasang *maxilliped*, dan lima pasang kaki jalan (*pereiopoda*). Tiga pasang kaki jalan yang pertama (kaki jalan ke-1, ke-2, ke-3), ujung-ujungnya bercapit, yang dinamakan *chela* (Martosoedarmo dan Ranoemihardjo. 1980).

Di bagian perut (*abdomen*) terdapat lima pasang kaki renang (*pleopoda*) yaitu pada ruas ke-1 sampai ke-5. Pada ruas ke-6, kaki renang mengalami perubahan bentuk menjadi ekor kipas atau ekor (*uropoda*). Ujung ruas ke-6 arah belakang membentuk ujung ekor (*telson*). Di bawah pangkal ujung ekor terdapat lubang dubur (anus) (Martosoedarmo dan Ranoemihardjo. 1980).

Rostrum berbentuk sigmoid, memanjang keluar melewati ujung dari antennular peduncle, terdiri dari enam sampai delapan (kebanyakan tujuh) gigi dorsal dan dua sampai empat (kebanyakan tiga) gigi ventral. Carapace dan abdomen berwarna transparan dengan corak berwarna merah dan putih. Antena berwarna coklat keabu-abuan. Kaki jalan dan kaki renang berwarna coklat dan terdapat bulu-bulu kasar yang berwarna merah. Pada daerah perairan payau yang dangkal atau jika udang dipelihara di tambak warna bisa

berubah menjadi coklat gelap dan sering sampai coklat kehitaman. Udang windu mempunyai ukuran terbesar dari spesies udang komersil lainnya, dan bisa mencapai ukuran 33 cm atau lebih (Motoh, 1981).



Gambar 1. Morfologi (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798), a = alat pembantu rahang; b = kerucut kepala; c = mata; d = cangkang kepala; e = sungut kecil; f = sungut besar; g = kaki jalan; h = kaki renang; i = anus; j = telson; k = ekor kipas (Murtidjo, 2003)

B. Sistem Reproduksi Udang Jantan

Secara umum ukuran udang yang dapat dipakai sebagai induk adalah ukuran yang dicapai pada saat matang pertama yang terjadi di alam. Di alam maupun di tambak, ukuran induk yang matang biasanya dicapai setelah berumur 8 sampai 10 bulan. Pada umur ini, *P. vannamei* bisa mencapai bobot sekitar 40 g, sedikit lebih besar dari *P. stylirostris*. Pada induk *P. vannamei*, yang sesuai untuk betina adalah lebih besar dari 45 g dan jantan berukuran lebih besar 40 g. Pada *P. monodon* yang merupakan spesies terbesar dari genus ini, ukuran untuk udang jantan adalah setelah mencapai 60 g dan betina sekitar 90 g. Pada spesies berukuran kecil, seperti *P. indicus*, reproduksinya sudah mulai aktif pada ukuran 10 g atau kurang. (Wyban *et al.*, 1987 dalam Bray dan Lawrence, 1992).

Udang penaeid termasuk hewan yang heteroseksual, yaitu mempunyai jenis kelamin jantan dan betina yang terpisah dan masing-masing dapat dibedakan dengan jelas. Udang jantan mempunyai alat kelamin jantan yang disebut petasma dan terletak pada kaki renang pertama, sedangkan udang betina mempunyai alat kelamin betina yang disebut thelycum serta terletak di antara kaki jalan keempat dan kelima. Thelycum pada udang penaeid betina bisa bersifat terbuka (open) atau tertutup (closed) tergantung pada spesies. Pada thelycum tertutup, spermatofora ditempatkan oleh udang jantan di bawah lekukan lapisan pada kelamin betina pada saat

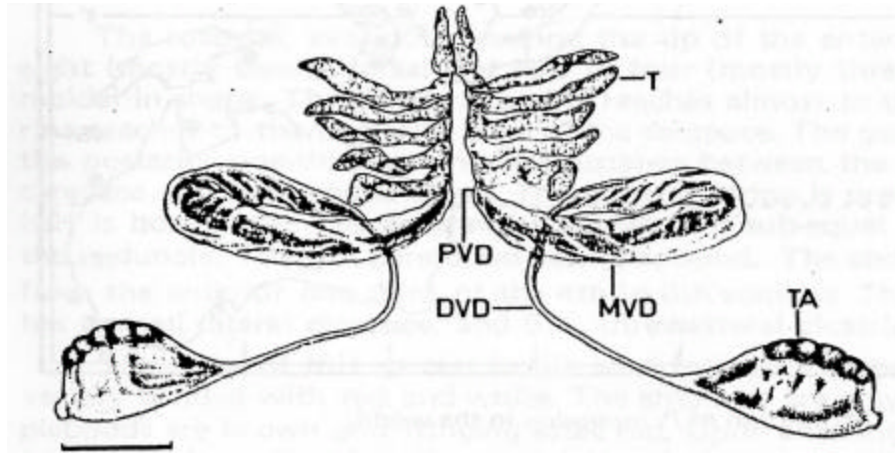
kulit luar udang betina dalam keadaan lembek setelah terjadinya molting. Spermatofores disimpan selama beberapa hari sebelum udang betina bertelur. Pada udang yang mempunyai kelamin terbuka (open thelycum) spermatofores diletakkan oleh udang jantan ketika kulit luar udang betina masih dalam keadaan keras, biasanya beberapa jam sebelum bertelur. Udang yang memiliki kelamin terbuka ditemukan pada beberapa spesies udang endemik di belahan Bumi Barat seperti *P. stylirostris* dan *P. vannamei*, sedang yang memiliki kelamin tertutup ditemukan pada kebanyakan spesies di Asia seperti *P. monodon*, *P. chinensis*, *P. japonicus*, *P. indicus*, *P. merguensis* dan *Metapenaeus ensis* (Bailey-Brock dan Moss, 1992).

Alat reproduksi udang windu (*P. monodon*) jantan terdiri atas organ internal dan eksternal. Organ internal terdiri dari sepasang testes, sepasang vas deferens dan sepasang terminal ampula. Organ eksternal terdiri dari sebuah petasma dan sepasang appendix masculina. Testes merupakan organ bening dan tidak berpigmen, terdiri dari sebuah anterior dan lima cabang samping terletak di bawah karapaks pada daerah hepatopankreas. Cabang-cabang ini berhubungan satu sama lain dan selanjutnya menuju kepada organ berikutnya yaitu vas deferens. Vas deferens merupakan perpanjangan bagian posterior dari pusat saluran testes dan membuka menuju ke daerah eksterior sampai pada lubang genital yang terletak di bagian pertengahan coxopod kaki jalan kelima (Gambar 2). Setiap vas deferens terdiri dari empat bagian yang bisa dibedakan dengan jelas yaitu:

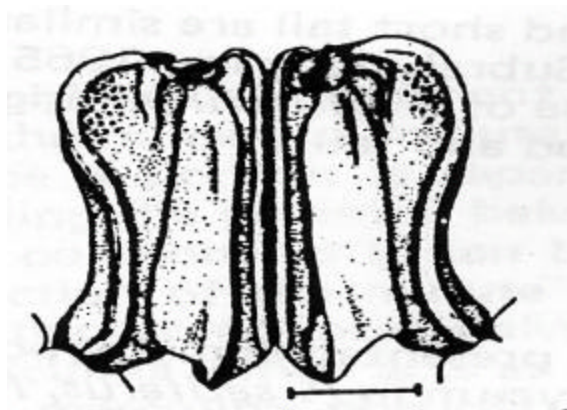
proximal vas deferens, medial vas deferens, distal vas deferens dan terminal ampula (Motoh, 1981). Pada bagian proximal dan medial vas deferens terdapat lumen-lumen yang berfungsi menjaga komponen-komponen pembentuk spermatofora. Pada medial vas deferens, terdapat lumen primer yang mengandung spermatozoa matang dan lumen sekunder. Distal yang membesar yang merupakan bagian akhir dari vas deferens adalah terminal ampula (seminal vesicle). Disinilah spermatofora diletakkan dan dipersiapkan untuk ditempatkan pada udang betina (Harrison dan Humes, 1992).

Terminal ampula merupakan sebuah struktur yang berbentuk bulat, mempunyai sebuah dinding otot yang tebal dengan sel-sel epithelium yang berbentuk kolom. Terminal ampula mempunyai dua ruangan di dalamnya; salah satu berisi spermatofora dan yang lainnya material *calcareous* yang berwarna keabu-abuan. Sepasang terminal ampula terdapat pada bagian pangkal dari coxopod pada kaki jalan kelima (Harrison dan Humes, 1992).

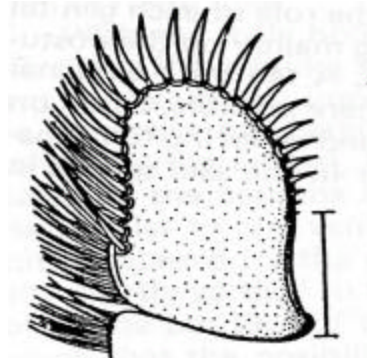
Petasma adalah sebuah pasangan dari endopod dari kaki renang pertama, yang mempunyai bentuk seperti struktur yang berpautan satu sama lain yang berfungsi untuk mentransfer spermatofora (Gambar 3). Appendix masculina (Gambar 4) terletak pada endopod dari kaki renang ke dua yang pada umumnya berbentuk oval (Motoh, 1981).



Gambar 2. Sistem reproduksi (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) jantan. T = testes; PVD = proximal vas deferens; MVD= medial vas deferens; DVD = distal vas deferens; TA = terminal ampula. Skala 1 : 5 mm (Motoh, 1981).



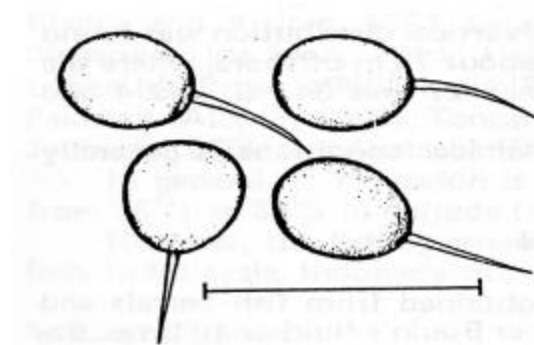
Gambar 3. Petasma (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798). Skala 1 : 0.2 mm (Motoh, 1981).



Gambar 4. Appendix masculina (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798). Skala 1 : 1 mm (Motoh, 1981)



Gambar 5. Spermatofora (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) (Lante dan Haryanti, 2005)



Gambar 6. Spermatozoa (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798)
Skala 1 : 5 mikron (Motoh, 1981)

Pada spermatofora (Gambar 5) terdapat spermatozoa. Spermatozoa berbentuk bulat kecil terdiri dari dua bagian yaitu bagian kepala dan ekor (Gambar 6). Bagian kepala adalah bagian yang besar dan berbentuk bulat dengan diameter sekitar 3 mikron, sedang ekor adalah relatif tebal dan pendek (Motoh, 1981). Spermatozoa bersifat non-motile dan berbentuk seperti sebuah bola golf dengan spike yang memanjang keluar (King, 1948 *dalam* Bray dan Lawrence, 1992). Pada *P. setiferus* terdapat hubungan yang berkorelasi positif antara jumlah spermatozoa dengan bobot badan. Pada *P. setiferus* yang sudah dewasa dengan bobot 35 g bisa menghasilkan 70 juta spermatozoa untuk setiap spermatofora (Trujillo, 1990 *dalam* Bray dan Lawrence, 1992).

C. Karakteristik Perkawinan dengan Thelycum Terbuka dan Tertutup

Pada *Penaeus*, terdapat pengelompokan udang betina berdasarkan perbedaan morfologi dari alat kelamin (thelycum). Udang betina dengan thelycum terbuka (open thelycum) menerima spermatofora dari udang jantan dan menyimpannya di bagian luar beberapa jam sebelum terjadi peneluran. Pada kelompok ini udang jantan mentransfer spermatofora pada saat betina masih memiliki kulit luar yang keras. Spesies yang memiliki thelycum tertutup (closed thelycum) melakukan perkawinan di saat betina molting (terjadi pada setiap satu sampai dua minggu pada bak pemeliharaan). Spesies dengan thelycum tertutup terdapat pada subgenera

Farfantopenaeus, *Fenneropenaeus*, *Marsupenaeus*, *Melicertus*, dan *Penaeus*. Udang betina dengan thelycum tertutup menerima spermatofora yang dimasukkan ke dalam thelycum, kemudian kulit luar yang baru terbentuk mengeras. Spermatofora disimpan untuk digunakan dalam satu atau beberapa kali peneluran atau sampai pada molting berikutnya (Bray dan Lawrence, 1992).

Pada spesies dengan thelycum tertutup, setelah spermatofora dimasukkan ke dalam thelycum, masih terlihat sebagian dari spermatofora yang menonjol ke luar pada thelycal yang masih terbuka selama beberapa waktu sampai kulit luar sudah mengeras yaitu sekitar 24 jam. Pada beberapa spesies seperti *P. japonicus*, bagian dari spermatofora ini masih terlihat dari luar selama periode intermolting (Bray dan Lawrence, 1992).

Terjadinya tingkah laku birahi dari udang *Penaeus* sp sebelum terjadi perkawinan, diduga sebagai akibat dikeluarkannya sex pheromone bersama dengan urine dari udang betina dan diterima oleh antena udang jantan (Bauchau dan Fontaine 1984 *dalam* Bray dan Lawrence, 1992) atau antennular flagella (Young, 1959 *dalam* Bray dan Lawrence, 1992). Walaupun tidak bisa ditunjukkan pada udang *Penaeus*, sex pheromone bisa ditunjukkan pada beberapa crustacea decapoda, termasuk *Palaemonetes vulgaris*, *Palaemon paucidens*, dan *Macrobrachium kistnensis* (Sarojini *et al.*, 1982 *dalam* Bray dan Lawrence, 1992).

Perkawinan pada spesies dengan thelycum tertutup, yang bersamaan terjadinya molting terjadi pada waktu malam hari. Pada *P. semisulcatus* perkawinan terjadi antara pukul 22.30 sampai 02.00 (Browdy, 1989 dalam Bray dan Lawrence, 1992). Primavera (1979) menemukan bahwa 88% dari *P. monodon* mengalami molting antara pukul 18.00 sampai 06.00 selama waktu penelitian lima bulan.

Pada spesies dengan thelycum terbuka, perkawinan terjadi pada malam terjadinya peneluran. Bray dan Lawrence (1984 dalam Bray dan Lawrence, 1992) menyatakan kebanyakan aktifitas perkawinan di alam pada *P. setiferus* terjadi antara pukul 19.00 sampai 21.00 dalam pengamatannya selama dua tahun. Pola seperti ini bisa diaplikasikan pada perkawinan di bak perkawinan induk dan betina yang sudah kawin dengan memindahkannya dalam bak-bak peneluran yang gelap selama satu sampai dua jam (Bray dan Lawrence, 1992).

D. Kematangan Gonad Induk Betina

Kematangan telur pada udang betina dapat dilihat dari perkembangan ovarinya yang terletak di bagian punggung atau dorsal dari tubuh udang mulai dari kepala sampai pangkal ekor (telson). Ovari tersebut berwarna hijau sampai hijau gelap. Semakin matang ovari makin gelap warnanya dan tampak melebar serta berkembang ke arah kepala (carapace). Menurut

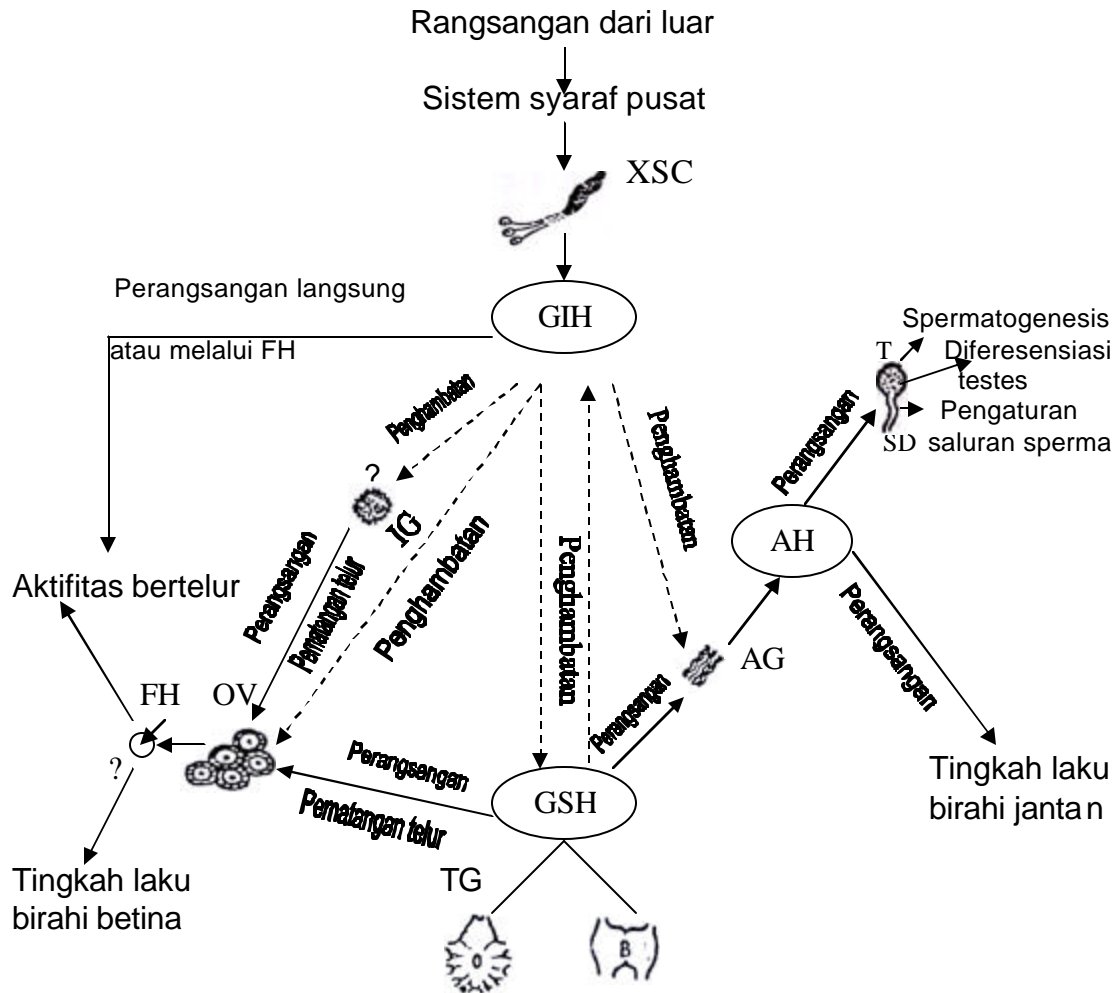
Motoh (1981), perkembangan ovari udang windu dikategorikan ke dalam empat tingkatan yaitu: tingkat I (*undeveloped* atau *spent stage*), tingkat II (*developing stage*), tingkat III (*nearly ripe stage*), dan tingkat IV (*ripe stage*).

Pada tingkat IV (*ripe stage*) terlihat ovari pada ruas abdomen tersebut menggelembung di tiga tempat, dan perkembangan ovarinya juga terlihat jelas pada bagian kepala yang menyerupai bulan sabit di sebelah kiri dan kanan. Tingkat ini merupakan puncak kematangan telur, dimana telur kemudian dilepaskan dan dibuahi oleh sperma yang dikeluarkan dari spermatofora yang tersimpan dalam thelycum. Setelah itu ovarium akan terlihat berwarna pucat dan telur sudah siap dipijahkan (Motoh, 1981).

Pada dasarnya proses pematangan gonad merupakan faktor penentu utama awal keberhasilan usaha pembenihan udang. Proses pematangan itu sendiri ditentukan oleh keberadaan dan efektivitas hormon yang secara alami diatur oleh endokrin. Orang pertama yang menemukan organ endokrin yang disebut kelenjar sinus dan organ – X adalah Hanstrom (Carlisle dan Knowlwa, 1959). Organ- X yang terdapat pada kelenjar sinus merupakan sumber penghasil hormon (Carlisle dan Passano, 1953).

Penelitian terhadap proses pematangan gonad telah dilakukan orang sampai sekarang. Adiyodi dan Adiyodi (1970) telah membahas beberapa hormon, antara lain *Gonad-Inhibiting Hormone* (GIH) dan *Gonad- Stimulatory Hormone* (GSH) yang berperan dalam reproduksi dan sistem mekanisme hormon pada Decapoda. *Gonad-Inhibiting Hormone* ini sebelum dilepas ke

organ sasaran terlebih dahulu disimpan dalam kelenjar sinus yang terletak di tangkai mata (Kukarni dan Nagabhushanam, 1980). *Gonad-Inhibiting Hormone* menghambat perkembangan gonad, baik pada udang jantan maupun betina, dengan menghambat aktivitas organ-Y yang terletak pada bagian kepala. Kerja organ-Y menghasilkan *Gonad- Stimulatory Hormone* yang merangsang pembentukan sperma dan telur. Diagram sistem bekerjanya hormon dalam reproduksi Decapoda lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Sistem bekerjanya hormon dalam reproduksi Decapoda. AG = kelenjar androgenic (androgenic gland), AH = hormon androgenik (androgenik hormone); B = otak (brain); CNS = sistyem syaraf pusat (central nervous system); FH = hormone betina (female hormone); GIH = hormone penghambat gonad (gonad-inhibiting hormone); GSH = hormone penstimulir gonad (gonad-stimulatory hormone); IG = kelenjar intermedia hypothetika (hypothetical intermediate gland); OV= ovarium; SD = saluran sperma; T = testes; TG = thoracic ganglion; XSC = organ-sinus gland complex (Adiyodi dan Adiyodi, 1970).

E. Kematangan Spermatozoa

Alfaro (1993) menyatakan bahwa pada *P. stylirostris* yang dipelihara di tambak telah ditemukan spermatofora terbentuk pada setiap individu-individu jantan yang berukuran di atas 23.6 g (panjang total 100 mm). Selanjutnya dikemukakan juga bahwa spermatofora pada udang yang lebih muda (berat 20-30 g, panjang 100 – 111 mm) memiliki bobot spermatofora yang lebih rendah dan jumlah persentase spermatozoa abnormal yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang dihasilkan oleh udang yang lebih tua (ukuran 30- 40 g, panjang 112 – 116 mm).

Pada proses pematangan jantan sedikitnya ada tiga tahap (Alfaro, 1993): Tahap pertama adalah pematangan dari testes, dengan produksi sperma yang masih muda. Tahap kedua adalah pematangan vas deferens, dimana terjadi pematangan spermatozoa dengan pembentukan spike. Tahap ketiga adalah pembentukan spermatofora pada terminal ampula yang merupakan produk terakhir.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas akhir dari spermatofora di bak pemeliharaan adalah penanganan dalam pemeliharaan, penanganan lingkungan, dan nutrisi yang diberikan. Disamping itu juga perbedaan secara alami pada populasi udang penaeid, tergantung pada letak geografis, sebagaimana yang telah dilaporkan oleh Benzie (1995) dan Daud *et al.* (1996).

F. Spermatogenesis

Proses spermatogenesis pada crustacea dibagi dalam lima fase sebagai berikut (Aida *et al.*,1994) :

1. Fase spermatogonia

Terjadi pembentukan spermatogonia pada saluran-saluran seminiferous yang membelah dan jumlahnya semakin meningkat dengan pembelahan secara mitosis.

2. Fase spermatosit primer

Beberapa spermatogonia, setelah mengalami pembelahan secara mitosis mengalami pertumbuhan lebih lanjut, dan menjadi spermatosit primer. Pada sel ini, inti berbentuk bulat dan nampak dengan jelas jika menggunakan pewarnaan.

3. Fase spermatosit sekunder

Spermatosit primer mengalami pembelahan meiosis pertama, dan masing-masing berkembang menjadi spermatosit sekunder. Spermatosit sekunder menunjukkan morfologi yang sama dengan spermatosit primer, tetapi ukuran spermatosit sekunder adalah dua kali lipat dari spermatosit primer.

4. Fase spermatid

Spermatisit sekunder mengalami meiosis yang kedua dan setiap spermatisit berkembang menjadi dua spermatid. Inti sel menunjukkan perubahan bentuk seperti sabit.

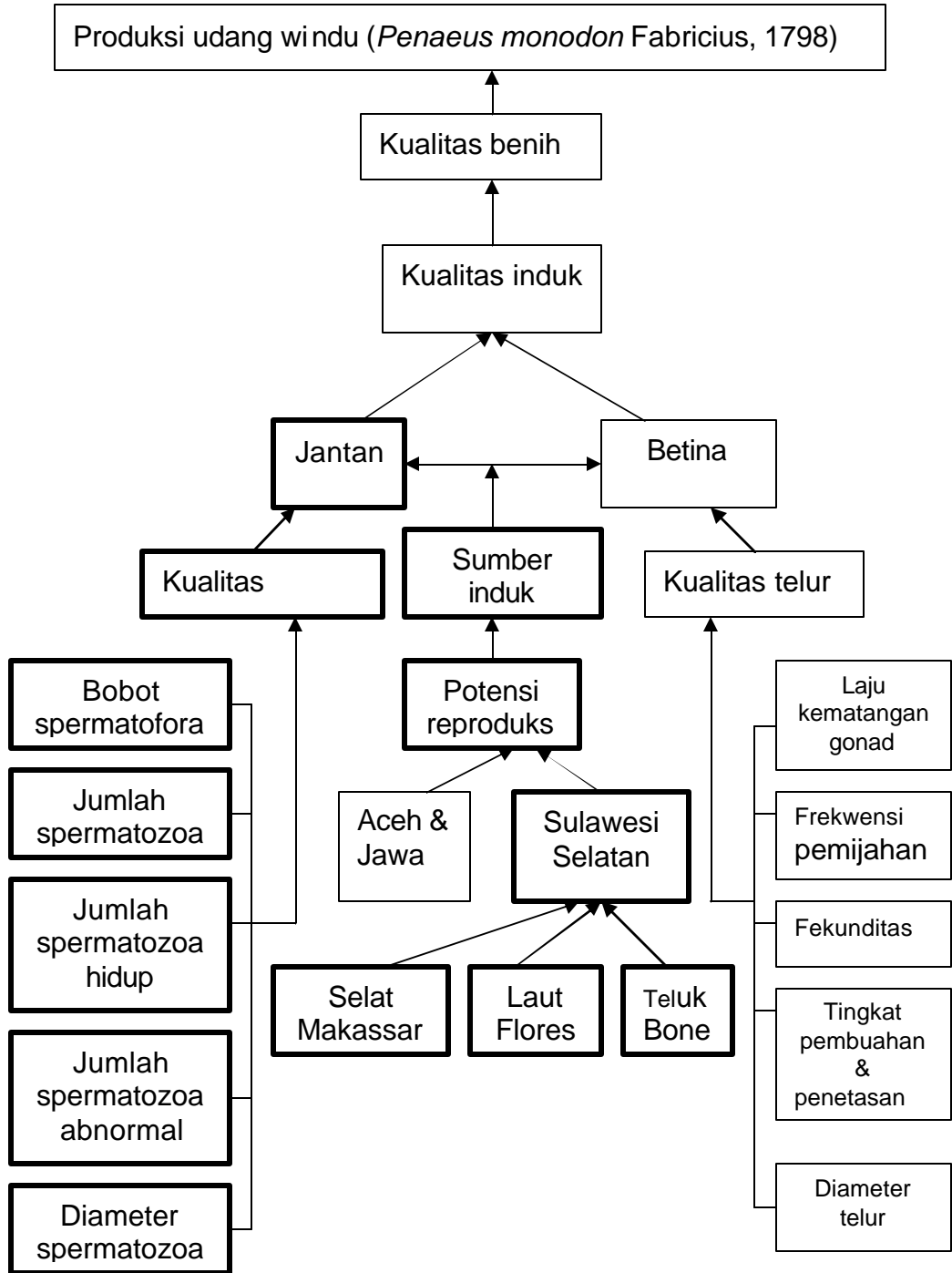
5. Fase spermatozoa

Dengan tidak mengalami pembelahan lebih lanjut, spermatid mengalami perubahan menjadi sel-sel spermatozoa. Proses perubahan ini disertai juga dengan penyusutan dari nukleus dan hilangnya sitoplasma. Bentuk sel sperma secara sempurna adalah seperti kepala peniti.

G. Kerangka Pikir Penelitian

Sasaran yang ingin dicapai dalam kegiatan budidaya udang windu adalah peningkatan produksi. Pada peningkatan produksi, faktor yang sangat berpengaruh adalah kualitas benih yang digunakan, dimana benih yang berkualitas dihasilkan oleh induk yang berkualitas pula. Dalam kajian reproduksi induk udang, hal yang perlu diperhatikan adalah bukan saja dari aspek reproduksi betina, akan tetapi juga dari aspek reproduksi jantan. Pada kegiatan pembenihan, baik induk jantan maupun betina yang digunakan bisa berasal dari beberapa daerah. Untuk daerah perairan Sulawesi Selatan, sumber induk berasal dari perairan Selat Makassar, Laut Flores dan Teluk Bone. Faktor yang bisa dijadikan

parameter dalam kajian reproduksi induk betina adalah kualitas telur yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti: laju kematangan gonad, frekwensi pemijahan, fekunditas, tingkat pembuahan dan penetasan, serta diameter telur. Pada penelitian ini akan berfokus pada aspek reproduksi dari udang jantan, dengan melihat kualitas spermatozoa. Kualitas spermatozoa bisa dilihat dari keragaan spermatozoa dengan mengukur variabel-variabel seperti: bobot spermatozoa, jumlah spermatozoa, jumlah spermatozoa yang hidup, jumlah spermatozoa abnormal dan diameter spermatozoa. Lebih jelas kerangka pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kerangka pikir penelitian

H. Hipotesis

Berdasarkan latar belakang, permasalahan dan tujuan penelitian tersebut di atas, maka hipotesis yang diajukan adalah :

1. Terdapat perbedaan keragaan spermatozoa pada udang windu (*P. monodon*) yang berasal dari Selat Makassar, Laut Flores dan Teluk Bone.
2. Terdapat perbedaan keragaan spermatozoa antar regenerasi spermatofora pada udang windu (*P. monodon*) yang berasal dari Selat Makassar, Laut Flores dan Teluk Bone.

BAB III

BAHAN DAN METODE

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Balai Budidaya Air Payau Takalar, Desa Bontoloe, Kecamatan Galesong Selatan, Kabupaten Takalar. Pelaksanaan kegiatan pemeliharaan induk dilaksanakan pada unit pembenihan udang windu dan untuk analisa kualitas spermatozoa dilakukan pada Laboratorium Mikrobiologi. Penelitian dilakukan pada bulan Maret sampai April 2007.

B. Alat dan Bahan

1. Hewan uji

Hewan uji yang digunakan adalah udang jantan hasil tangkapan di alam yang berasal dari perairan Selat Makassar, Laut Flores, dan Teluk Bone. Untuk perairan Selat Makassar digunakan udang dari perairan Paria (Kabupaten Pinrang), untuk Laut Flores digunakan udang dari perairan Kabupaten Takalar dan untuk Teluk Bone digunakan udang dari perairan Kabupaten Siwa. Udang jantan yang digunakan sebanyak sepuluh ekor dari masing-masing daerah.

2. Wadah dan media pemeliharaan

Wadah penelitian yang digunakan adalah wadah dari bak beton volume 4 m³ yang dilengkapi dengan peralatan aerasi. Media pemeliharaan adalah air laut yang diperoleh melalui sistem pemompaan dari laut dengan sistem filter Balai Budidaya Air Payau Takalar.

3. Peralatan penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa peralatan yang terdiri dari peralatan untuk mengukur kualitas air antara lain: hand-refraktometer untuk mengukur salinitas, pH meter untuk mengukur pH, DO-meter untuk mengukur oksigen terlarut, termometer batang untuk mengukur suhu air, dan spektrofotometer untuk mengukur kandungan amonia, nitrit dan nitrat. Untuk mengeluarkan spermatofora digunakan stimulator elektrik berupa adaptor DC 1,5 – 12 V, 1,2 A. Pengamatan spermatozoa digunakan mikroskop, penimbangan bobot spermatofora digunakan timbangan elektrik digital, penghomogenan spermatozoa digunakan mikrotube dan vortex mixer, dan perhitungan jumlah spermatozoa digunakan haemocytometer.

4. Bahan penelitian

Bahan yang digunakan untuk melakukan homogenitas spermatozoa sebelum dilakukan perhitungan jumlah adalah larutan Ca^{2+} bebas garam. Penandaan terhadap sperma yang hidup dan yang mati digunakan pewarna trypan blue. Komposisi dari larutan Ca^{2+} bebas garam adalah seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi dari larutan Ca^{2+} bebas garam liter⁻¹ larutan (Leung-Trujillo dan Lawrence, 1987a)

Komponen	Jumlah (g)
NaCl	21,63
KCl	1,12
H_3BO_3	0,53
NaOH	0,19
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4,93

pH disesuaikan pada 7,4 dengan 1 N HCL

C. Metode Penelitian

1. Tahap penelitian

- a. Udang jantan yang diperoleh dari Pinrang, Takalar dan Siwa diseleksi dan dipilih sebanyak sepuluh ekor pada masing-masing daerah. Seleksi dilakukan dengan melihat kondisi fisik dan warna serta gerakan udang yang aktif. Kondisi fisik dicirikan dengan anggota/organ tubuh lengkap, tidak cacat, alat kelamin tidak cacat (rusak) punggung tidak patah/retak, tubuh tidak ditemeli oleh parasit, tanpa bercak, tidak berlumut dan tidak ada luka dalam, Insang bersih (jernih), tidak bengkak, tidak berlendir berlebihan. Warna dicirikan dengan bagian abdomen loreng merah kecoklatan dengan corak yang jelas. Serta gerakan yang dicirikan dengan gerakan yang aktif, prosartema bergerak aktif, kaki dan ekor membuka bila di dalam air. Ukuran induk dari masing-masing daerah dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan uji statistik, baik bobot maupun panjang badan udang windu asal Pinrang, Takalar dan Siwa tidak berbeda secara maknawi.

Tabel 2. Ukuran udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) asal Pinrang Takalar dan Siwa

Asal Induk	Ukuran Induk	
	Bobot (g)	Panjang badan (cm)
1. Pinrang	73,95 ± 4,84 a	18,57 ± 0,66 b
2. Takalar	71,71 ± 12,35 a	19,15 ± 0,78 b
3. Siwa	74,30 ± 9,88 a	18,57 ± 1,04 b

Keterangan : huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan secara maknawi ($P > 0,05$)

- b. Kemudian dilakukan pengemasan untuk diangkut ke tempat penelitian dengan menggunakan kantong plastik yang diisi air laut, diberikan oksigen murni dan dimasukkan dalam kotak styrofoam. Untuk menjaga kestabilan suhu selama pengangkutan digunakan es yang dimasukkan ke dalam kotak styrofoam.
- c. Pemeliharaan induk dilakukan secara terpisah untuk masing-masing daerah, dipelihara selama dua puluh satu hari (tiga minggu) pada bak beton dengan volume 4 m³. Untuk menjaga kestabilan suhu media pemeliharaan dilakukan dengan menutup bak menggunakan terpal berwarna hitam. Sirkulasi air dilakukan sebanyak 50 L menit⁻¹ dalam waktu kurang lebih satu jam dan dilakukan dua kali pada pagi (06.00 WITA) dan sore (16.00 WITA). Pakan yang diberikan berupa cacing

laut (*Nereis* sp.), cumi-cumi dan tiram (*Crassostrea virginica*) dengan perbandingan 3 : 1 : 1 sebanyak 20-30 % dari bobot badan setiap hari dan dilakukan pemberian sebanyak dua kali pada pagi (07.00 WITA) dan sore (17.00 WITA). Kualitas air selama pemeliharaan tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Kualitas air pada pemeliharaan udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa

Parameter	Asal Induk			Rata-rata
	Pinrang	Takalar	Siwa	
1. Suhu (°C)	29,2 ± 0,4	30,6 ± 0,6	30,5 ± 0,4	30,1 ± 0,8
2. Salinitas (‰)	33,3 ± 0,4	32,8 ± 0,6	33,0 ± 0,0	32,9 ± 0,5
3. pH	7,9 ± 0,2	8,0 ± 0,1	8,0 ± 0,1	8,0 ± 0,1
4. DO (ppm)	4,8 ± 0,4	4,8 ± 0,3	4,6 ± 0,4	4,7 ± 0,4
5. Amoniak (NH ₃ -N) (ppm)	0,01 ± 0,01	0,10 ± 0,09	0,05 ± 0,05	0,03 ± 0,07
6. Nitrat (NO ₃ -N) (ppm)	0,00 ± 0,00	0,003 ± 0,006	0,001 ± 0,002	0,001 ± 0,003
4. Nitrit (NO ₂ -N) (ppm)	0,08 ± 0,02	0,001 ± 0,001	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,04

- d. Regenerasi spermatofora yang dimaksud pada penelitian ini adalah waktu dilakukan pengeluaran spermatofora. Pengeluaran spermatofora dilakukan segera setelah udang jantan beradaptasi yaitu setelah 3 hari dipelihara di bak yang disebut dengan regenerasi awal. Kemudian pengeluaran spermatofora berikutnya dilakukan setiap satu minggu, sampai pemeliharaan selama tiga minggu yang disebut dengan regenerasi pertama, regenerasi kedua dan regenerasi ketiga.
- e. Pengeluaran spermatofora dilakukan mengikuti metode Leung-Trujillo dan Lawrence (1985) menggunakan stimulator elektrik yang dilengkapi dengan dua elektroda (Gambar 9). Pada penelitian ini, stimulator elektrik yang digunakan adalah adaptor 1,5 -12 V DC, 1,2 A. Kedua elektroda ditempelkan dekat kaki renang ke-5, dengan kejutan secara teratur selama 30 detik sehingga menyebabkan udang jantan akan mengeluarkan spermatofora secara perlahan-lahan.
- f. Pengamatan dilakukan pada semua spermatofora yang keluar dari terminal ampula, baik yang berasal dari terminal ampula sebelah kanan maupun yang berasal dari terminal ampula sebelah kiri.
- f. Untuk membedakan antara udang jantan yang telah diamati dan yang belum, dilakukan penandaan atau tagging (Gambar 10).

g. Keragaan spermatozoa yang diamati pada penelitian ini terdiri dari bobot spermatofora, jumlah spermatozoa, persentase spermatozoa yang hidup, persentase spermatozoa yang abnormal dan diameter spermatozoa.



Gambar 9. Spermatofofa yang keluar pada saat ejakulasi
Keterangan : a = keluar kedua spermatofofa; b = keluar spermatofofa kiri; c = keluar spermatofofa kanan



Gambar 10. Udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) jantan yang telah diberi tagging
Keterangan ♂ tagging

2. Parameter dan cara pengukuran

a. Bobot spermatofores

Bobot spermatofores ditimbang dengan timbangan elektrik digital berketelitian 0,001 g. Spermatofores yang ditimbang adalah keseluruhan spermatofores yang dikeluarkan dari terminal ampula.

b. Jumlah spermatozoa

Perhitungan jumlah spermatozoa untuk setiap spermatofores dilakukan dengan menghomogenisasikan spermatofores pada 1,0 ml larutan Ca^{2+} bebas garam dan diwarnai dengan tripan blue (Cavanaugh, 1956). Suspensi diaduk beberapa waktu untuk memastikan kehomogenannya, setelah itu dilakukan perhitungan jumlah spermatozoa pada tiga sampel dengan menggunakan haemocytometer.

c. Persentase spermatozoa hidup

Persentase spermatozoa hidup dihitung dengan menggunakan metode dari Alfaro (1993). Spermatozoa yang hidup memperlihatkan warna terang kebiru-biruan apabila diberi zat pewarna dan spermatozoa mati memperlihatkan warna biru kehitam-hitaman yang disebabkan selaput luar spermatozoa yang telah mati. Pengamatan dilakukan paling sedikit pada 100 sel spermatozoa. Perhitungan persentase sperma yang hidup dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ sperma hidup} = \frac{\text{Jumlah spermatozoa hidup}}{\text{Total spermatozoa}} \times 100$$

d. Persentase spermatozoa abnormal

Persentase spermatozoa abnormal diperoleh dengan mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Talbot *et al.* (1989). dengan mencatat jumlah sperma yang normal yaitu berbentuk bulat, spike yang memanjang dan jumlah sperma yang abnormal yaitu kepala yang tidak normal, spike yang bengkok atau hilang. Pengamatan tiap sampel dilakukan paling sedikit pada 100 sel spermatozoa. Persentase spermatozoa yang abnormal dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ sperma abnormal} = \frac{\text{Spermatozoa abnormal}}{\text{Total spermatozoa}} \times 100$$

e. Diameter spermatozoa

Diameter spermatozoa diukur dengan menggunakan mikrometer okuler dengan cara mengukur diameter kepala spermatozoa yang dinyatakan dalam satuan mikron.

3. Analisa statistik

Untuk mengetahui perbedaan keragaan spermatozoa antar daerah dan antar regenerasi dilakukan analisa dengan uji t menggunakan software SPSS for windows versi 10.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi keragaan spermatofores dari berbagai asal induk dan antar regenerasi spermatofores meliputi : bobot spermatofores, jumlah spermatozoa, persentase spermatozoa hidup, persentase spermatozoa abnormal dan diameter spermatozoa.

A. Keragaan Spermatozoa Antar Daerah Asal Ujung Windu

1. Bobot Spermatofores

Bobot spermatofores dari ketiga daerah asal ujung windu pada beberapa regenerasi spermatofores dapat dilihat pada Tabel 4. Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa rata-rata bobot spermatofores dari ketiga asal induk pada setiap regenerasi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan kecuali pada ujung jantan asal Pinrang dan asal Siwa pada regenerasi kedua.

Rata-rata bobot spermatofores pada semua regenerasi spermatofores pada ujung windu asal Pinrang adalah sebesar 0,046 g, asal Takalar adalah 0,047 g dan asal Siwa adalah 0,049 g. Rata-rata bobot spermatofores dari ketiga daerah ini lebih rendah dari hasil yang diperoleh Gomes dan Primavera (1993) pada ujung windu asal perairan Philipina yang dipelihara selama enam minggu yaitu sebesar 0,162 g dengan bobot induk sebesar 75,6 g. Hasil ini juga lebih rendah dari yang didapatkan oleh

Pratoomchat *et al.* (1993) pada udang windu berasal dari perairan Timur Teluk Thailand yaitu sebesar 0,057 gr dengan bobot udang berkisar 46 – 138 g/ekor.

Hasil penelitian Alfaro (1993) pada udang jantan *P. stylirostris* didapat bahwa bobot spermatofora tergantung pada bobot dari induk jantan. Semakin berat induk maka semakin berat pula spermatofora yang dihasilkan. Satu diantara indikator yang diekspresikan dari bobot spermatofora yang rendah adalah korelasinya terhadap kualitas spermatozoa yang rendah pula, terutama adanya abnormalitas spermatozoa yang tinggi seperti dilaporkan oleh Motoh (1981) serta Leung-Trujillo dan Lawrence (1985) masing-masing pada udang windu dan *P. vannamei*.

Spermatofora berperan penting dalam pemindahan dan penyimpanan spermatozoa pada udang. Selain itu, spermatofora memberikan perlindungan terhadap spermatozoa dan berfungsi dalam melengkapi kebutuhan energi spermatozoa selama tersimpan pada udang betina (Subramoniam, 1990).

Tabel 4. Bobot spermatofores jantan dari ketiga daerah pada berbagai regenerasi spermatofores.

Alfaro (1993) menyatakan perubahan bobot spermatofora bukan merupakan indikator terhadap jumlah spermatozoa, karena spermatofora bukan saja disusun oleh spermatozoa tetapi juga disusun oleh jaringan lapisan luar spermatofora yang tersusun dalam saluran spermatozoa. Selanjutnya Subramoniam (1990) menyatakan bahwa spermatofora berperan mencegah spermatozoa dari kerusakan yang disebabkan oleh infeksi mikroba selama penyimpanan pada thelycum udang betina sebelum spermatozoa digunakan untuk pembuahan. Menurut Leung-Trujillo dan Lawrence (1987a), kerusakan pada lapisan luar spermatofora memungkinkan adanya serangan bakteri yang menyebabkan terjadinya kerusakan spermatozoa.

2. Jumlah Spermatozoa

Pada regenerasi awal, udang windu asal Siwa mempunyai rata-rata jumlah spermatozoa tertinggi, dan berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 7, 8 dan 9) bila dibandingkan dengan udang asal Pinrang dan asal Takalar. Rata-rata jumlah spermatozoa yang didapat pada udang asal Siwa mencapai 995×10^6 sel. Sedang udang asal Pinrang mempunyai rata-rata jumlah spermatozoa yang tidak berbeda secara maknawi dengan udang asal Takalar. Rata-rata jumlah spermatozoa udang windu asal Pinrang adalah 603×10^6 sel dan udang windu asal Takalar adalah 338×10^6 (Tabel 5).

Pada regenerasi pertama rata-rata jumlah spermatozoa udang windu asal Siwa tidak berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 10) dengan udang windu asal Pinrang. Akan tetapi udang windu asal Siwa dan asal Pinrang memiliki jumlah spermatozoa yang lebih tinggi dibandingkan dengan udang windu asal Takalar dan berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 11 dan 12). Rata-rata jumlah spermatozoa yang dicapai oleh udang windu asal Siwa adalah 1.289×10^6 sel, udang windu asal Pinrang adalah 837×10^6 sel dan udang windu asal Takalar adalah 369×10^6 sel.

Pada regenerasi kedua, rata-rata jumlah spermatozoa yang dicapai oleh udang windu asal Siwa memiliki nilai tertinggi dan berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 13 dan 14) dengan rata-rata jumlah spermatozoa udang windu asal Pinrang dan udang windu asal Takalar. Rata-rata jumlah spermatozoa yang dicapai pada udang windu asal Siwa adalah 1.189×10^6 sel. Sementara rata-rata jumlah spermatozoa udang windu asal Pinrang memiliki jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata jumlah spermatozoa udang windu asal Takalar dan berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 15). Rata-rata jumlah spermatozoa udang windu asal Pinrang adalah 839×10^6 sel dan udang windu asal Takalar adalah 411×10^6 sel.

Tabel 5. Jumlah spermatozoa jantan dari ketiga daerah pada berbagai regenerasi spermatofora.

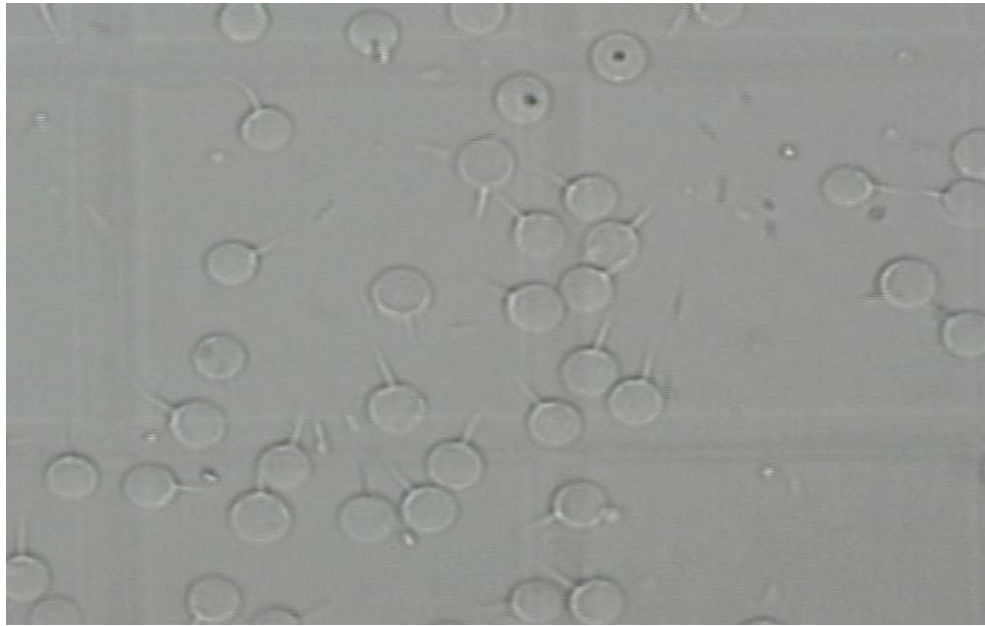
Pada regenerasi ketiga, udang windu asal Siwa masih memiliki rata-rata jumlah spermatozoa tertinggi dan berbeda secara signifikan ($P < 0,05$; Lampiran 16 dan 17) dibandingkan dengan rata-rata jumlah spermatozoa udang windu asal Pinrang dan asal Takalar. Rata-rata jumlah spermatozoa yang dicapai oleh udang windu asal Siwa mencapai 1.304×10^6 sel. Sementara udang windu asal Pinrang memiliki rata-rata jumlah spermatozoa yang lebih tinggi dan berbeda secara signifikan ($P < 0,05$; Lampiran 18) dibandingkan dengan rata-rata jumlah spermatozoa udang windu asal Takalar. Rata-rata jumlah spermatozoa udang windu asal Pinrang adalah 931×10^6 sel dan udang windu asal Takalar adalah 301×10^6 sel.

Rata-rata jumlah spermatozoa udang windu pada semua regenerasi yang dicapai udang windu asal Pinrang adalah 817×10^6 sel, udang windu asal Takalar adalah 356×10^6 sel dan udang windu asal Siwa adalah 1.194×10^6 sel. Rata-rata jumlah ini jauh lebih banyak dibandingkan dengan hasil yang didapatkan oleh Gomes dan Primavera (1993) pada udang windu yang dipelihara selama enam minggu yaitu sebesar $77,53 \times 10^6$ sel dan Pratoomchat *et al.* (1993) sebesar $47,247 \times 10^3$ sel. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh faktor genetik, penanganan dalam pemeliharaan, serta nutrisi yang memadai yang diberikan selama pemeliharaan.

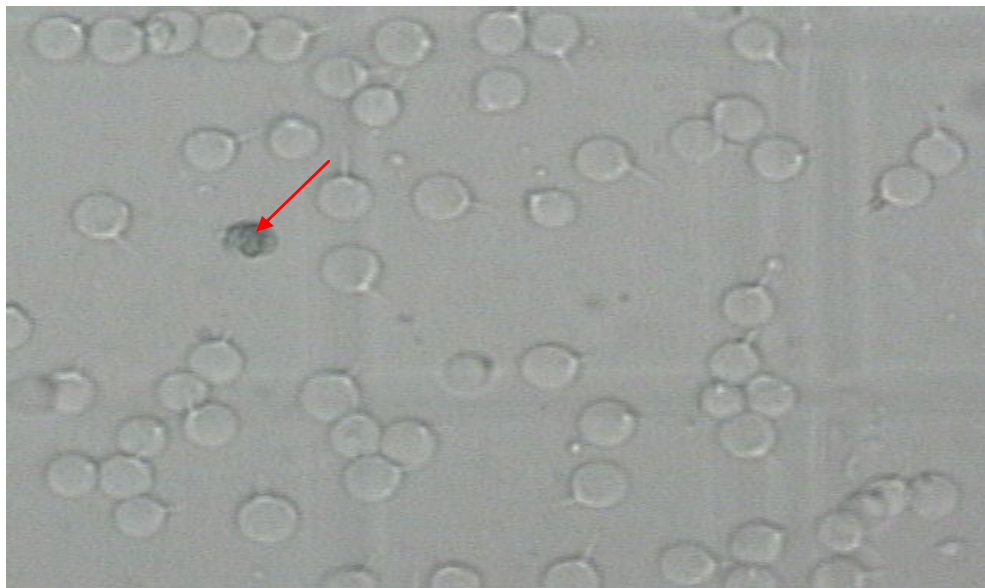
3. Persentase spermatozoa hidup


Spermatozoa hidup dihitung dengan mengurangkan total jumlah spermatozoa dengan jumlah spermatozoa yang mati. Spermatozoa udang windu yang hidup mempunyai kepala yang bulat dan ekor yang pendek disebut spike (Gambar 11), spermatozoa mati ditandai dengan adanya warna biru kehitaman (Gambar 12). Persentase spermatozoa hidup yang di temukan selama penelitian menunjukkan angka yang tinggi yaitu di atas 99,00%. Tidak ada perbedaan yang maknawi dari rata-rata persentase spermatozoa hidup antara udang windu yang berasal dari Pinrang, Takalar dan Siwa pada setiap regenerasi (Tabel 6).

Rata-rata persentase spermatozoa hidup udang windu yang dicapai pada semua regenerasi pada udang windu asal Pinrang adalah 99,68%, udang windu asal Takalar adalah 99,75% dan udang windu asal Siwa adalah 99,90%. Jumlah ini lebih rendah dari hasil yang didapatkan oleh Gomes dan Primavera (1993) pada udang windu yang dipelihara selama enam minggu sebesar 100%. Namun hasil ini lebih tinggi dibandingkan oleh Leung-Trujillo dan Lawrence (1987a), pada *P. setiferus* dengan persentase hidup spermatozoa sampai regenerasi ketiga mencapai rata-rata 99,00%.



Gambar 11. Spermatozoa udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798)
Pembesaran 400 x



Gambar 12. Spermatozoa mati udang windu (*Penaeus monodon*
Fabricius, 1798)
Keterangan :  spermatozoa mati
Pembesaran 400 x

Tabel 6. Persentase spermatozoa hidup pada jantan dari ketiga daerah pada berbagai regenerasi spermatofora

4. Persentase Spermatozoa Abnormal

Spermatozoa abnormal dicirikan oleh adanya spike yang patah atau bengkok (Gambar 13). Pada regenerasi awal terlihat udang jantan asal Pinrang memiliki rata-rata persentase spermatozoa abnormal terendah dibandingkan dengan udang jantan asal daerah lainnya (Tabel 7). Persentase spermatozoa abnormal udang jantan asal Pinrang sebesar 8,65%. Jumlah ini berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 7 dan 9) dengan rata-rata persentase spermatozoa abnormal udang windu asal Siwa dan asal Takalar. Sementara itu rata-rata persentase spermatozoa abnormal udang windu asal Siwa lebih rendah dibandingkan dengan udang windu asal Takalar dan berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 8). Rata-rata persentase spermatozoa abnormal udang windu asal Pinrang adalah 8,65%, asal Siwa adalah 13,94% dan asal Takalar adalah 18,76% (Tabel 7).

Pada regenerasi pertama, rata-rata persentase spermatozoa abnormal udang windu asal Pinrang tidak menunjukkan perbedaan yang maknawi dengan udang windu asal Siwa. Rata-rata persentase spermatozoa abnormal udang windu asal Pinrang adalah 9,00% dan asal Siwa adalah 11,35%. Rata-rata spermatozoa abnormal udang windu asal Pinrang dan asal Siwa lebih rendah dari udang windu asal Takalar dan kedua-duanya menunjukkan perbedaan secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 11 dan 12).

Rata-rata persentase spermatozoa abnormal udang windu asal Takalar adalah 23,83%.

Pada regenerasi kedua, sama halnya dengan regenerasi pertama, udang windu asal Pinrang dan asal Siwa memiliki jumlah persentase spermatozoa abnormal yang tidak berbeda secara maknawi ($P > 0,05$; Lampiran 13). Keduanya memiliki rata-rata persentase spermatozoa abnormal yang lebih rendah dibandingkan udang jantan asal Takalar dan berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 14 dan 15). Rata-rata persentase spermatozoa abnormal udang windu asal Pinrang adalah 10,07% dan udang windu asal Siwa adalah 10,39%. Sedangkan rata-rata persentase spermatozoa abnormal udang windu asal Takalar adalah 24,57%.

Pada regenerasi ketiga udang windu asal Siwa memiliki rata-rata persentase spermatozoa abnormal terendah dibandingkan dengan udang windu asal Pinrang maupun asal Takalar dan berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 16 dan 17). Sementara rata-rata persentase spermatozoa abnormal udang windu asal Pinrang lebih rendah dibandingkan rata-rata persentase spermatozoa abnormal udang windu asal Takalar dan berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 18). Rata-rata persentase spermatozoa udang windu asal Siwa adalah 7,13%, udang windu asal Pinrang adalah 16,41% dan udang windu asal Takalar adalah 31,99%.



Gambar 13. Spermatozoa abnormal udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798)

Keterangan : a = spermatozoa dengan spike patah;

b = spermatozoa dengan spike bengkok

Pembesaran 1000 X

Tabel 7. Persentase spermatozoa abnormal pada jantan dari ketiga daerah pada berbagai regenerasi spermatofora.

Rata-rata persentase abnormal yang dicapai pada semua regenerasi pada udang windu asal Pinrang adalah 11,31%, udang windu asal Takalar adalah 25,01% dan udang windu asal Siwa adalah 10,69%. Persentase spermatozoa abnormal ini lebih rendah dari hasil yang didapatkan oleh Gomes dan Primavera (1993) pada udang windu yang dipelihara selama enam minggu yaitu 73,30 %.

Hasil ini juga lebih rendah dari yang didapatkan oleh Leung-Trujillo dan Lawrence (1987a) pada *P. setiferus* sebesar 68,30%, Alfaro (1993) pada *P. stylirostris* sebesar 75,00% pada udang dengan berat 20-30 g dan 50,00% pada udang dengan berat 30-40 g.

5. Diameter Spermatozoa

Pada regenerasi awal diameter spermatozoa udang windu asal Pinrang, Takalar dan Siwa tidak menunjukkan perbedaan maknawi antara satu dengan yang lainnya. Rata-rata diameter spermatozoa udang windu jantan asal Pinrang adalah 5,63 μm , asal Takalar adalah 5,70 μm dan asal Siwa adalah 5,43 μm (Tabel 8).

Pada regenerasi pertama rata-rata diameter udang windu asal Pinrang dan asal Takalar tidak menunjukkan perbedaan yang maknawi, akan tetapi kedua udang windu ini memiliki diameter spermatozoa yang lebih besar dan berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 10 dan 11) dibandingkan

Tabel 8. Diameter spermatozoa pada jantan dari ketiga daerah pada berbagai regenerasi spermatofora.

dengan diameter spermatozoa udang windu asal Siwa. Rata-rata diameter spermatozoa udang windu asal Pinrang adalah 5,65 μm , asal Takalar adalah 5,66 % dan asal Siwa adalah 5,40 μm .

Pada regenerasi kedua, rata-rata diameter spermatozoa udang windu asal Pinrang memiliki nilai tertinggi yang berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 13 dan 15) dibandingkan dengan rata-rata diameter spermatozoa udang windu asal Takalar dan asal Siwa. Rata-rata diameter spermatozoa udang windu asal Pinrang adalah 5,88 μm . Sementara rata-rata diameter spermatozoa udang windu asal Takalar lebih besar dan berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 14) dibandingkan dengan rata-rata diameter spermatozoa asal Siwa. Rata-rata diameter spermatozoa udang windu asal Takalar adalah 5,61 μm dan rata-rata diameter spermatozoa udang windu asal Siwa adalah 5,30 μm .

Pada regenerasi ketiga, seperti halnya pada regenerasi kedua, rata-rata diameter spermatozoa udang windu asal Pinrang memiliki nilai tertinggi dan berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 16 dan 18) dibandingkan dengan rata-rata diameter spermatozoa udang windu asal Takalar dan asal Siwa. Rata-rata diameter spermatozoa udang windu asal Pinrang adalah 5,88 μm . Sementara rata-rata diameter spermatozoa udang windu asal Takalar lebih besar dan berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 17) dibandingkan dengan rata-rata diameter spermatozoa asal Siwa. Rata-rata

diameter spermatozoa udang windu asal Takalar adalah 5,59 μm dan rata-rata diameter spermatozoa udang windu asal Siwa adalah 5,35 μm .

Rata-rata diameter spermatozoa pada semua regenerasi pada udang windu asal Pinrang adalah 5,76 μm , udang windu asal Takalar adalah 5,64 μm dan udang windu asal Siwa adalah 5,37 μm . Sementara hasil yang didapatkan oleh Gomes dan Primavera (1993) pada udang windu selama pemeliharaan enam minggu, mendapatkan hasil diameter spermatozoa sebesar $5,568 \pm 0,350 \mu\text{m}$ untuk jantan yang tidak diablastasi dan $6,682 \pm 0,330 \mu\text{m}$ untuk jantan yang diablastasi.

B. Keragaan Spermatozoa Antar Regenerasi Spermatozoa

1. Bobot spermatozoa

Rata-rata bobot spermatozoa antar regenerasi pada udang windu asal Pinrang, Takalar dan Siwa dapat dilihat pada Tabel 9. Rata-rata bobot spermatozoa pada regenerasi spermatozoa udang windu asal Pinrang dan asal Siwa menunjukkan fluktuasi yang tidak beraturan sejalan dengan lamanya pemeliharaan tetapi dari regenerasi awal sampai regenerasi ketiga tidak terdapat perbedaan secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 19 dan 21). Sementara rata-rata bobot spermatozoa pada udang windu asal Takalar mengalami penurunan secara terus menerus sejalan dengan lamanya pemeliharaan tetapi walaupun demikian penurunan ini tidak menunjukkan

perbedaan secara maknawi dari regenerasi awal sampai regenerasi ketiga ($P < 0,05$; Lampiran 20).

Tabel 9. Bobot spermatozoa antar regenerasi pada udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa

Regenerasi	Rata-rata bobot Spermatozoa (g)		
	Pinrang	Takalar	Siwa
Awal	0,047 a (0,009) N=10	0,051 a (0,023) N= 11	0,046 a (0,010) N=12
I	0,046 a (0,010) N=12	0,048 a (0,020) N= 14	0,051 a (0,010) N=12
II	0,043 a (0,006) N=14	0,047 a (0,015) N=13	0,050 a (0,010) N=14
III	0,046 a (0,021) N=14	0,042 a (0,012) N=13	0,048 a (0,007) N=12

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan secara maknawi ($P > 0,05$)
 () = simpangan baku
 N = jumlah sampel spermatozoa

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Leung-Trujillo dan Lawrence (1987a) pada *P. setiferus* yang melihat regenerasi spermatozoa selama 7 minggu, didapat bahwa sampai minggu ke lima bobot spermatozoa mengalami fluktuasi yang tidak beraturan akan tetapi pada minggu ke enam

dan ke tujuh mengalami penurunan bobot spermatofora secara maknawi. Selanjutnya hasil penelitian yang dilakukan oleh Alfaro (1993) pada *P. stylirostris* mendapatkan bahwa bobot spermatofora berfluktuasi pada lima regenerasi yang dipelihara selama 65 hari. Sebaliknya hasil penelitian Alfaro dan Lozano (1993) pada *P. vannamei* dengan bobot $24,2 \pm 2,6$ g didapat bahwa bobot spermatofora mengalami penurunan secara terus menerus sampai pada regenerasi ketiga untuk waktu pemeliharaan selama 4 minggu.

2. Jumlah Spermatozoa

Rata-rata jumlah spermatozoa pada udang windu asal Pinrang dari regenerasi awal sampai pada regenerasi ketiga terjadi peningkatan dari 603×10^6 sel menjadi 931×10^6 sel (Tabel 10). Peningkatan rata-rata jumlah spermatozoa dari regenerasi awal sampai regenerasi ketiga ini tidak menunjukkan perbedaan secara maknawi ($P > 0,05$; Lampiran 19). Sedang pada udang windu asal Takalar peningkatan rata-rata jumlah spermatozoa terjadi dari regenerasi awal sampai regenerasi kedua yaitu sebesar 338×10^6 - 411×10^6 sel, selanjutnya pada regenerasi ketiga mengalami penurunan menjadi 311×10^6 namun peningkatan maupun penurunan ini tidak berbeda secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 20), Pada udang windu asal Siwa, terjadi peningkatan rata-rata jumlah spermatozoa dari regenerasi awal sampai

regenerasi ketiga yaitu sebesar 995×10^6 sel – 1.304×10^6 sel. Akan tetapi perbedaan secara maknawi hanya terjadi pada regenerasi awal dan regenerasi ketiga ($P < 0,05$; Lampiran 21), sedang pada regenerasi lainnya, satu dengan yang lain tidak menunjukkan perbedaan secara maknawi.

Tabel 10. Jumlah spermatozoa antar regenerasi pada udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa.

Regenerasi	Rata-rata jumlah spermatozoa ($\times 10^6$)		
	Pinrang	Takalar	Siwa
Awal	603 a (486) N=10	338 a (238) N= 11	995 a (296) N=12
I	837 a (214) N=12	369 a (310) N=14	1.289 ab (903) N=12
II	839 a (208) N=14	411 a (147) N=13	1.189 ab (295) N=14
III	931 a (448) N=14	301 a (97) N=13	1.304 b (305) N=12

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan secara maknawi ($P > 0,05$)
 () = simpangan baku
 N = jumlah sampel spermatozoa

Secara umum dari keseluruhan regenerasi yang terjadi pada udang jantan selama pemeliharaan, mengindikasikan bahwa kondisi reproduksi

udang jantan berjalan dengan normal. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Leung-Trujillo dan Lawrence (1987a), didapat bahwa pada *P. setiferus* terjadi kondisi reproduksi yang normal selama pemeliharaan sampai minggu ketiga, akan tetapi pada minggu keempat mulai terjadi penurunan dan pada minggu keenam dan ketujuh sama sekali tidak ditemukan spermatozoa.

Penelitian yang dilakukan oleh Perez-Velazquez *et al.* (2001) yang melihat pengaruh suhu terhadap kualitas sperma *L. vannamei* di bak pemeliharaan ditemukan bahwa pada pemeliharaan dengan suhu 26°C terjadi peningkatan jumlah spermatozoa untuk waktu pemeliharaan selama 42 hari sebaliknya pada suhu 29°C dan 32°C terjadi penurunan sampai pada tidak ditemukan adanya spermatozoa. Hal ini membuktikan bahwa pada pemeliharaan udang windu jantan dengan cara penanganan pemeliharaan, pengelolaan kualitas air serta nutrisi yang tepat akan bisa mendukung perkembangan reproduksi udang jantan.

3. Persentase spermatozoa hidup

Rata-rata persentase spermatozoa hidup antar regenerasi pada udang windu asal Pinrang, Takalar dan Siwa dapat dilihat pada Tabel 11. Dari tabel 11 dapat dilihat bahwa persentase spermatozoa hidup yang terjadi selama pemeliharaan dari regenerasi awal sampai regenerasi ketiga pada udang

windu asal Pinrang, Takalar dan Siwa tidak menunjukkan perbedaan secara maknawi ($P > 0,05$; Lampiran 19, 20 dan 21).

Penelitian yang dilakukan oleh Leung-Trujillo dan Lawrence (1987a) pada *P. setiferus*, didapat persentase spermatozoa hidup mencapai 99,00% sampai pada regenerasi ketiga, tetapi mulai regenerasi keempat persentase spermatozoa menurun mencapai 20,70% pada regenerasi kelima dan 0,00 % pada regenerasi keenam.

Tabel 11. Persentase spermatozoa hidup antar regenerasi pada udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa

Regenerasi	Rata-rata persentase spermatozoa hidup (%)		
	Pinrang	Takalar	Siwa
Awal	99,51 a (0,91) N=10	99,76 a (0,37) N= 11	99,90 a (0,31) N=12
I	99,69 a (0,48) N=12	99,73 a (0,50) N=14	99,92 a (0,24) N=12
II	99,74 a (0,49) N=14	99,78 a (0,43) N=13	99,85 a (0,35) N=14
III	99,73 a (0,44) N=14	99,74 a (0,43) N=13	99,93 a (0,17) N=12

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan secara maknawi ($P > 0,05$)

() = simpangan baku

N = jumlah sampel spermatozoa

4. Persentase Spermatozoa Abnormal

Rata-rata persentase spermatozoa abnormal antar regenerasi pada udang windu asal Pinrang dari regenerasi awal sampai regenerasi kedua menunjukkan terjadinya peningkatan dari 8,65% - 10,07% tetapi peningkatan ini tidak menunjukkan perbedaan secara maknawi ($P > 0,05$; Lampiran 19). Rata-rata persentase spermatozoa abnormal mengalami peningkatan secara maknawi setelah mencapai regenerasi ketiga yaitu sebesar 16,41% (Tabel 12). Pada udang windu asal Takalar rata-rata persentase spermatozoa abnormal menunjukkan peningkatan dari regenerasi awal sampai regenerasi ketiga yaitu sebesar 18,76% - 31,99%. Rata-rata persentase spermatozoa abnormal dari regenerasi awal sampai regenerasi pertama dan regenerasi pertama sampai regenerasi kedua secara berturut-turut tidak menunjukkan perbedaan secara maknawi ($P > 0,05$; Lampiran 20). Perbedaan secara maknawi baru terjadi pada regenerasi kedua dan ketiga. Selanjutnya pada udang windu asal Siwa, rata-rata persentase spermatozoa abnormal mengalami penurunan dari regenerasi awal sampai regenerasi ketiga yaitu sebesar 13,94% - 7,13%. Pada penurunan rata-rata spermatozoa abnormal ini, antara regenerasi awal dengan regenerasi pertama terdapat perbedaan secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 21), antara regenerasi pertama dengan regenerasi kedua tidak menunjukkan perbedaan secara maknawi. Dan

selanjutnya antara regenerasi kedua dengan regenerasi ketiga menunjukkan perbedaan secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 21).

Tabel 12. Persentase spermatozoa abnormal antar regenerasi pada udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa

Regenerasi	Rata-rata persentase spermatozoa abnormal (%)		
	Pinrang	Takalar	Siwa
Awal	8,65 a (2,49) N=10	18,76 a (6,36) N= 11	13,94 a (3,18) N=12
I	9,00 a (2,98) N=12	23,83 ab (5,37) N=14	11,35 b (3,04) N=12
II	10,07 a (2,83) N=14	24,57 b (4,29) N=13	10,39 b (2,17) N=14
III	16,41 b (4,32) N=14	31,99 c (2,65) N=13	7,13 c (1,89) N=12

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan secara maknawi ($P > 0,05$)
 () = simpangan baku
 N = jumlah sampel spermatozoa

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Gomes dan Primavera (1993) yang melihat kualitas reproduksi udang windu didapatkan hasil pada minggu keenam persentase spermatozoa abnormal mencapai $73,30 \pm 9,70\%$ (untuk udang yang tidak diabiasi) dan $45,50 \pm 22,90$ (untuk udang yang diabiasi).

Alfaro dan Lozano (1993) yang melihat perkembangan regenerasi spermatofora *L. vannamei* yang dilakukan setiap dua minggu di tambak pemeliharaan, didapatkan hasil persentase spermatozoa yang abnormal pada minggu keempat mencapai $39,4 \pm 29,30\%$. Perez-Velazquez *et al.* (2001) melaporkan persentase spermatozoa abnormal pada *L. vannamei* yang dipelihara pada suhu 26°C sampai hari ke 42 mencapai $36,7 \pm 3,32\%$.

5. Diameter spermatozoa

Rata-rata diameter spermatozoa udang windu asal Pinrang mengalami peningkatan dari regenerasi awal sampai regenerasi kedua yaitu sebesar $5,63 - 5,88 \mu\text{m}$ (Tabel 13), untuk selanjutnya pada regenerasi ketiga menunjukkan angka yang tetap. Pada regenerasi awal dan regenerasi pertama rata-rata diameter spermatozoa tidak menunjukkan perbedaan secara maknawi, selanjutnya pada regenerasi pertama dan regenerasi kedua terdapat peningkatan secara maknawi ($P < 0,05$; Lampiran 19). Pada udang windu asal Takalar rata-rata diameter spermatozoa mengalami penurunan mulai regenerasi awal sampai regenerasi ketiga yaitu sebesar $5,70\% - 5,59\%$. Pada penurunan rata-rata diameter spermatozoa, perbedaan secara maknawi terjadi pada regenerasi awal dengan regenerasi kedua serta regenerasi awal dengan regenerasi ketiga ($P < 0,05$; Lampiran 20). Pada udang windu asal Siwa rata-rata diameter spermatozoa mengalami penurunan dari regenerasi awal sampai regenerasi kedua, kemudian

meningkat pada regenerasi ketiga. Peningkatan dan penurunan ini tidak menunjukkan perbedaan secara maknawi ($P>0,05$; Lampiran 21).

Tabel 13. Diameter spermatozoa antar regenerasi pada udang windu (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa

Regenerasi	Rata-rata diameter spermatozoa (μm)		
	Pinrang	Takalar	Siwa
Awal	5,63 a (0,29) N=10	5,70 a (0,10) N= 11	5,43 a (0,19) N=12
I	5,65 a (0,12) N=12	5,66 ab (0,17) N=14	5,40 a (0,22) N=12
II	5,88 b (0,11) N=14	5,61 b (0,10) N=13	5,30 a (0,11) N=14
III	5,88 b (0,14) N=14	5,59 b (0,14) N=13	5,35 a (0,12) N=12

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan secara maknawi ($P>0,05$)

() = simpangan baku

N = jumlah sampel spermatozoa

C. Keragaan Spermatozoa Selama Di Bak Pemeliharaan

Keragaan spermatozoa udang windu asal Pinrang, Takalar dan Siwa menunjukkan keragaan yang bervariasi pada masing-masing regenerasi spermatofora selama tiga minggu di bak pemeliharaan. Hal ini menunjukkan respon kualitas reproduksi yang terjadi pada udang sangat tergantung pada kondisi fisik dari udang windu selama di bak pemeliharaan. Menurut Alfaro (1990) dalam Alfaro dan Lozano (1993) yang melihat kualitas reproduksi *P. setiferus*, menyatakan faktor stress sangat berpengaruh terhadap perkembangan kualitas reproduksi. Diduga akibat stress akan menghambat kinerja kelenjar androgen dalam menghasilkan hormon guna memicu perkembangan reproduksi udang jantan.

Untuk melihat keragaan spermatozoa yang terbaik yang ditampilkan oleh udang windu asal Pinrang, Takalar dan Siwa selama di bak pemeliharaan, dibuatkan matrik dengan melakukan penilaian keragaan spermatozoa pada berbagai regenerasi spermatofora (Tabel 14). Dari Tabel 14 dapat diketahui bahwa udang windu asal Pinrang menampilkan keragaan spermatozoa relatif lebih baik dibandingkan dengan udang windu asal Siwa. Sementara keragaan spermatozoa yang ditampilkan oleh udang windu asal Pinrang dan Siwa lebih baik dengan udang windu asal Takalar.

Tabel 14. Matrik keragaan spermatozoa udang windu (*Penaeus monodon*, Fabricius, 1798) asal Pinrang, Takalar dan Siwa pada berbagai regenerasi spermatofora

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Keragaan spermatozoa udang windu asal Pinrang, Takalar dan Siwa menunjukkan keragaan spermatozoa yang bervariasi pada berbagai regenerasi spermatofora selama tiga minggu di bak pemeliharaan.
2. Keragaan spermatozoa udang windu asal Pinrang menampilkan keragaan relatif lebih baik dibandingkan dengan keragaan spermatofora udang windu asal Siwa. Sementara keragaan spermatozoa yang ditampilkan udang windu asal Pinrang dan Siwa lebih baik dibandingkan dengan udang windu asal Takalar.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjut yang melihat kualitas spermatozoa jantan sampai regenerasi pada pemeliharaan lebih dari tiga minggu.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjut untuk melihat variasi genetik berdasarkan pada daerah asal atau letak geografis yang berbeda kaitan dengan keragaan spermatozoa udang windu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyodi, K.G. and R.G. Adiyodi. 1970. Endocrine control of production in decapoda crustacea. *Biological Review* 45 : 121 – 165.
- Alfaro, J. 1993. Reproductive quality evaluation of male *Penaeus stylirostris* from grow-out pond. *Journal of the World Aquaculture Society* 24 (1) : 6 – 11.
- Alafaro, J. and X. Lozano. 1993. Development and deterioration of spermatophore in pond-reared *Penaeus vannamei*. *Journal of World Aquaculture Society* 24 (4): 522-529.
- Aida, K., T. Okumura and Wilder M.N., 1994. Reproductive Mechanisms in Crustacea. JICA.
- Bailey-Brock, J.H. and S.M. Moss. 1992. Penaeid taxonomy, biology and zoogeography, pp: 9-28. *In* A.W. Fast and L.J. Lester, (ed.). *Marine Shrimp Culture, Principles and Practices*. Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam, Netherlands.
- Benzie, J.A.H., 1995. Genetic in the domestication of the giant tiger prawn *Penaeus monodon* in Australia. *Book of Abstracts, Aquaculture '95*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA, p. 32.
- Bray, W.A. and A.L. Lawrence. 1992. Reproduction of *Penaeus* species in captivity, pp: 93-170. *In* A.W. Fast and L.J. Lester, (ed.). *Marine Shrimp Culture Principles and Practices*. Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam, Netherlands.
- Bray, W.A., J. Leung-Trujillo and A.L. Lawrence. 1985. Preliminary investigation on the effects of temperature, bacterial inoculation, and EDTA on sperm quality in captive *Penaeus setiferus*. *Journal of the World Mariculture Society* 16 : 250-257.
- Carlise, D.B. and L.M. Passano, 1953. The X-organ of crustaceans. *The Nature*. 107p.
- Carlise, D.B. and S.F. Knowlwa, 1959. *Endocrine Control in Crustaceans*. The Cambridge University Press. London. 119 p.

- Cavanaugh, G.M. (editor). 1956. *Formulae and Methods of the Marine Biological Laboratory Chemical Room*. Marine Biological Laboratory, Woods Hole, Massachusetts, USA.
- Ceballos-vasques, B.P., C. Rosas and I.S. Racotta. 2003. Sperm quality in relation to age and weight of white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 228: 141-151.
- Chamberlain, G.W. 1988. *Stepwise Investigation of Environmental and Nutritional Requirements for Reproduction of Penaeid Shrimp*. Doctoral dissertation. Texas A & M University, College Station, Texas, USA.
- Daud, S.K., B.J. McAndrew and D. Penman. 1996. Genetic population subdivision in Malaysian *P. Monodon* Fabricius and its relation to hatchery stock management. *In* Crewell, R.L. (ed.). *Book of Abstracts, World Aquaculture '96*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA, p. 98.
- Dinas Perikanan dan Kelautan Propinsi Sulawesi Selatan. 2003. *Peluang Investasi Perikanan dan Kelautan Sulawesi Selatan*.
- Gomes, L.A.O. and J.H. Primavera. 1993. Reproductive quality of male *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 112: 157-164.
- Harrison, W.F. and A.G. Humes. (editor). 1992. *Microscopic Anatomy of Invertebrates. Volume 10. Decapod Crustacea*. Department of Biology, Western Carolina University. Cullowhee, North Carolina.
- Herdiawan, D. 2002. *Manajemen kesehatan udang pada budidaya tambak dalam upaya penanggulangan penyakit white spot*. Direktorat Kesehatan Ikan dan Lingkungan. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Jakarta. 35 hal.
- Kukarni, G.K. and R. Nagabushanam. 1980. Role of ovary inhibiting hormone from eyestalk of marine penaeid prawn (*Parapenaopsis hard Wickii*) during ovarium development cycle. *Aquaculture* 19:13-19.
- Kooda-Cisco, M.J. and P. Talbot. 1983. A technique for electrically stimulating extrusion of spermatophores from the lobster, *Homarus americanus*. *Aquaculture* 30: 211-127.

- Lante, S. dan Haryanti. 2005. Keragaan spermatozoa udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) asal laut dan tambak. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia 11 (7) : 13-19.
- Leung-Trujillo, J.R. and A.L. Lawrence. 1985. The effect of eyestalk ablation on spermatophore and sperm quality in *Penaeus vannamei*. Journal of the World Mariculture Society 16 : 258-266.
- Leung-Trujillo, J.R. and A.L. Lawrence. 1987a. Observation on the decline in sperm quality of *Penaeus setiferus* under laboratory conditions. Aquaculture 65 : 363-370.
- Leung-Trujillo, J. and A.L. Lawrence. 1987b. Spermatophore regeneration times for three commercially important penaeid species: *Penaeus stylirostris*, *Penaeus vannamei*, and *Penaeus setiferus*. Journal of the World Aquaculture Society 18 (1): 32 A (Abstract 127).
- Leung-Trujillo, J. and A.L. Lawrence. 1988. The effect of ascorbic acid on sperm and spermatophore quality in *Penaeus vannamei* males fed prepared diets. Journal of the World Aquaculture Society 19:46 A (Abstract 170).
- Martosoedarmo, B dan B.S. Ranoemihardjo. 1980. Biologi Udang Penaeid dalam Pedoman Pembenihan Udang Penaeid. Dirjen Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta. 21 hal.
- Motoh, H. 1981. Studies on Fisheries Biology of the Giant Tiger Prawn, *Penaeus monodon* in Philippines. SEAFDEC. Aquaculture Departement. Tigbuan Iloilo, Philippines. 128 p.
- Murtidjo, B.A. 2003. Benih Udang Windu Skala Kecil. Kanisius. Penebar Swadaya.
- Perez-velazques, M., W.A. Bray, A.L. Lawrence, D.M. Galtin III and M.L. Gonzales-Felix. 2001. Effect of temperature on sperm quality of captive *Litopenaeus vannamei* broodstock. Aquaculture 198: 209-218.
- Pratoomchat, B.S., Piyatiratitivorakul and P. Menasveta. 1993. Sperm quality of pond-reared and wild-caught *Penaeus monodon* in Thailand. Journal of the World Aquaculture Society 24 (4): 530-540.

- Primavera, J.H. 1979. Notes on the courtship and mating behavior in *Penaeus monodon* Fabricius (Decapoda:Natantia). *Crustaceana* 37: 287-292.
- Primavera, J.H., 1985. A Review of Maturation in Closed Thelicum Penaeid Prawn/Shrimp. Iloilo. Philippines.
- Subramoniam, T. 1990. Chemical composition of spermatophores in decapod crustaceans. *In* *Crustacean Sexual Biology*. Columbia Universitas Press, New York. P. 308-321.
- Sumiono, B dan B.E. Priono. 1999. Potensi dan penyebaran sumberdaya ikan di perairan Indonesia. Balai Perikanan Laut, Jakarta.
- Talbot,P., D. Howard, J. Leung-Trujillo, T.W. Lee, W-Y.Li, H.Ro, and A.L. Lawrence. 1989. Characterization of male reproductive tract degenerative syndrome in captive penaeid shrimp (*Penaeus setiferus*). *Aquaculture* 78:365-377.

L A M P I R A N

