

**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).

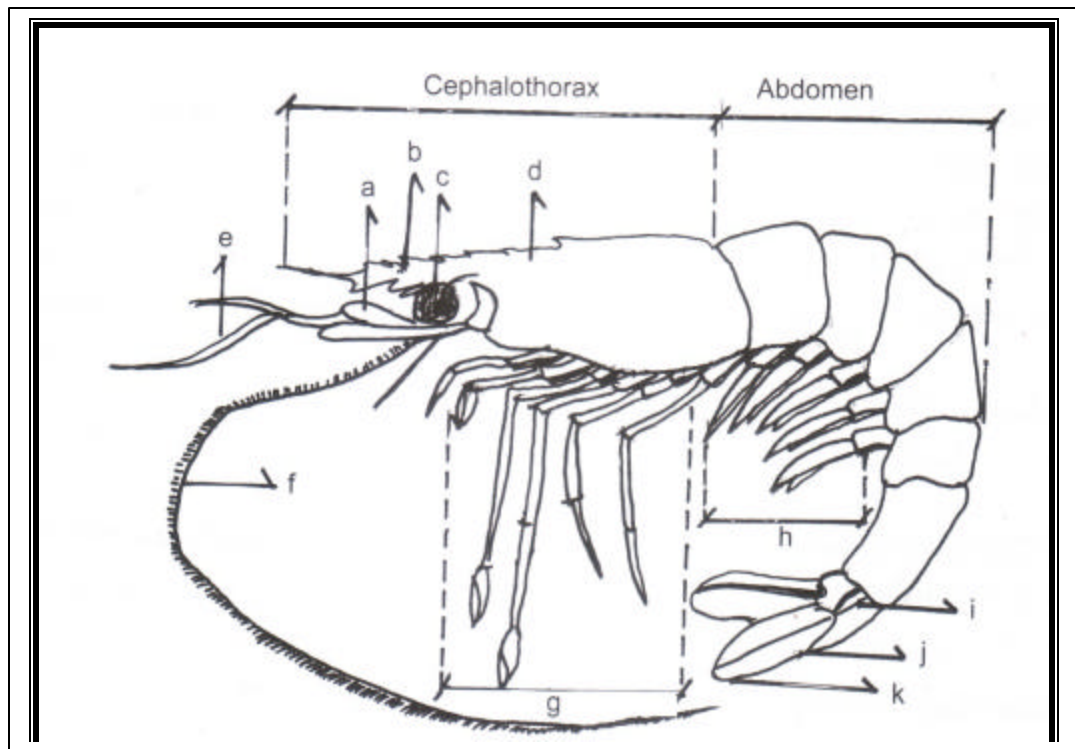
Seluruh tubuh tertutup oleh kerangka luar yang disebut eksoskeleton, yang terbuat dari bahan khitin. Kerangka tersebut mengeras, kecuali pada sambungan-sambungan antara dua ruas tubuh yang berdekatan. Hal ini memudahkan mereka untuk bergerak (Martosoedarmo dan Ranoemihardjo. 1980).

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

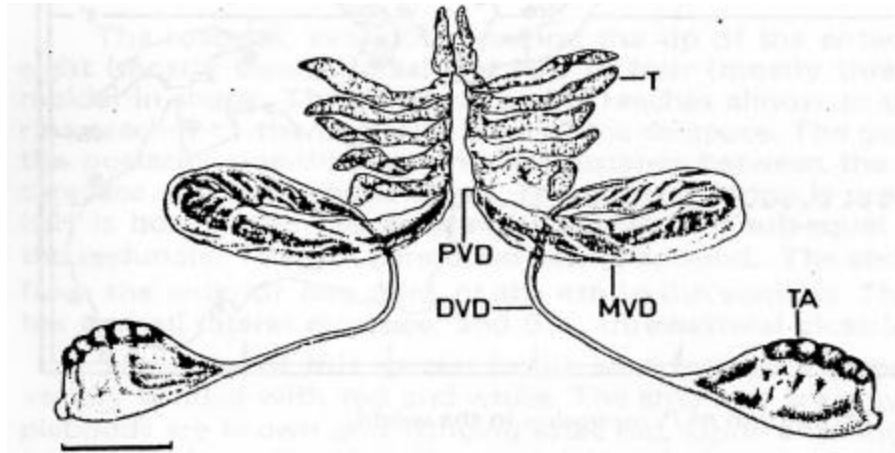
kulit luar udang betina dalam keadaan lembek setelah terjadinya molting. Spermatozoa disimpan selama beberapa hari sebelum udang betina bertelur. Pada udang yang mempunyai kelamin terbuka (open thelycum) spermatozoa diletakkan oleh udang jantan ketika kulit luar udang betina masih dalam keadaan keras, 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:

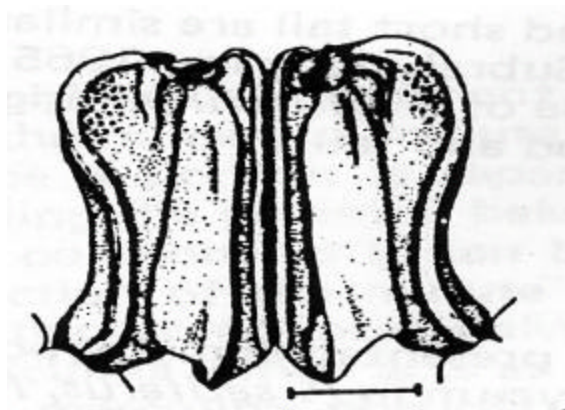
proximal vas deferens, medial vas deferens, distal vas deferens dan terminal ampula (Motoh, 1981). Pada bagian proximal dan medial vas deferens terdapat lumen-lumen yang berfungsi menjaga komponen-komponen pembentuk spermatofora. Pada medial vas deferens, terdapat lumen primer yang mengandung spermatozoa 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).

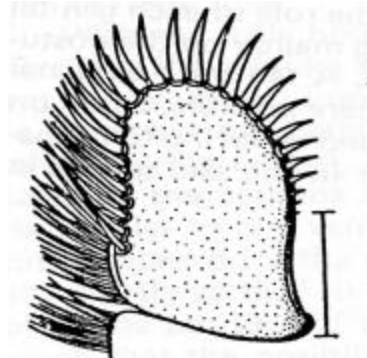
Petasma adalah sebuah pasangan dari endopod dari kaki renang pertama, yang mempunyai bentuk seperti struktur yang berpautan satu sama lain yang berfungsi untuk mentransfer spermatofora (Gambar 3). Appendix masculina (Gambar 4) terletak pada endopod dari kaki renang ke dua yang pada umumnya berbentuk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



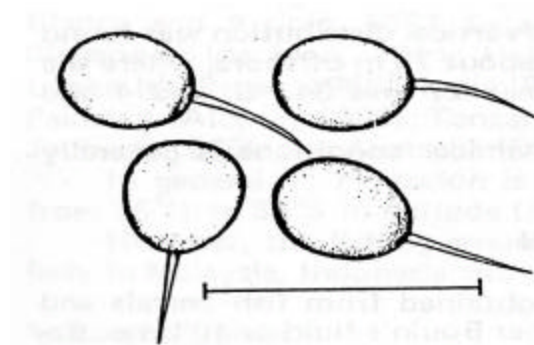
Gambar 3. Petasma (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798). Skala 1 : 0.2 mm (Motoh, 1981).



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

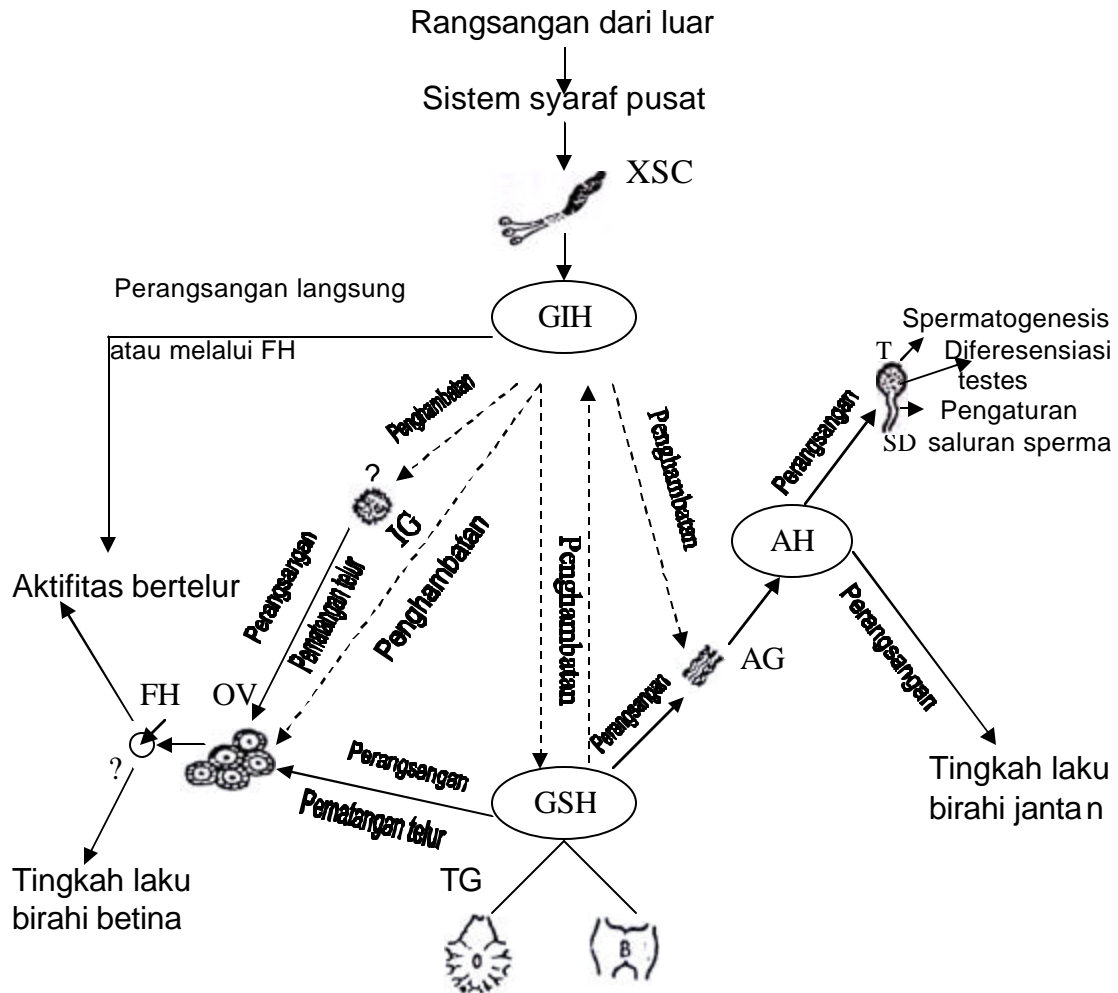
Motoh (1981), perkembangan ovari udang windu dikategorikan ke dalam empat tingkatan yaitu: tingkat I (*undeveloped* atau *spent stage*), tingkat II (*developing stage*), tingkat III (*nearly ripe stage*), dan tingkat IV (*ripe stage*).

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.

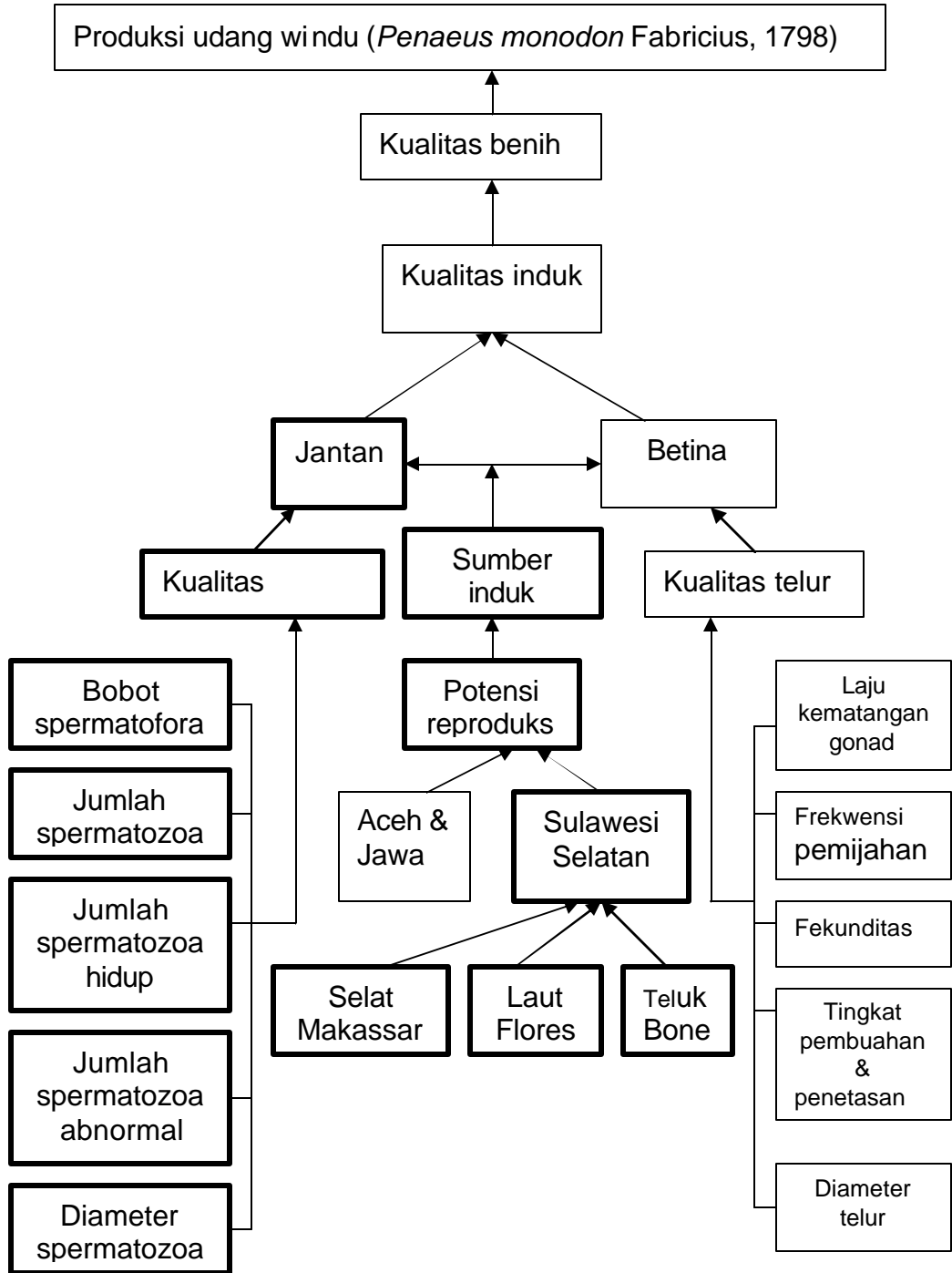
5. Fase spermatozoa

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.