

**LAPORAN AKHIR
HIBAH KOMPETITIF PENELITIAN
UNTUK PUBLIKASI INTERNASIONAL BATCH III**



**KAJIAN ASPEK REPRODUKSI DAN GENETIKA
UDANG MANTIS (*Harpiosquilla raphidea*, Fabricius 1798)
DI KUALA TUNGKAL, KABUPATEN TANJUNG JABUNG
BARAT, JAMBI SEBAGAI UPAYA LANJUTAN
DOMESTIKASI UDANG MANTIS**

Oleh:

1. Dr.Ir. Yusli Wardiatno, M.Sc
2. Dr. Ir. Achmad Farajallah, M.Sc
3. Ali Mashar, S.Pi

Dibiayai oleh

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional
sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Kompetitif Penelitian
Untuk Publikasi Internasional Nomor: 688/SP2H/PP/DP2M/X/2009,
tanggal 26 Oktober 2009

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Institut Pertanian Bogor
Nopember, 2009

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

1. Judul Penelitian **LAPORAN AKHIR**
HIBAH KOMPETITIF PENELITIAN
UNTUK PUBLIKASI INTERNASIONAL BATCH III

2. Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap

b. Jenis Kelamin

c. NIP

d. Jabatan Fungsional

e. Jabatan Struktural

f. Bidang Keahlian

g. Fakultas/Departemen



KAJIAN ASPEK REPRODUKSI DAN GENETIKA

UDANG MANTIS (*Harpiosquilla raphidea*, Fabricius 1798)
DI KUALA TUNGKAL, KABUPATEN TANJUNG JABUNG
BARAT, JAMBI SEBAGAI UPAYA LANJUTAN
DOMESTIKASI UDANG MANTIS

No.	Nama	Keahlian	Departemen	Tanggal
1.	Dr. Achmad Farajallah	Biologi Molekuler	FMIPA/ BIOLOGI	IPB
2.	Ali Mashar, S.Pi	Biologi Populasi	FPIK/MSP	IPB

3. Pendanaan dan Jangka Waktu Oleh:

a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 2 bulan

b. Biaya 1. Dr.Ir. Yusli Wardiatno, M.Sc 149.870.000,-

c. Biaya 2. Dr. Ir. Achmad Farajallah, M.Sc 100.000,-

3. Ali Mashar, S.Pi Bogor, Desember 2009

Mengetahui:

Ketua Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Ketua Peneliti

Dibiayai oleh

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional
sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Kompetitif Penelitian
Untuk Publikasi Internasional Nomor: 688/SP2H/PP/DP2M/X/2009,
tanggal 26 Oktober 2009

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Institut Pertanian Bogor

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Institut Pertanian Bogor

Nopember, 2009

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

RINGKASAN

1. Judul Penelitian : Kajian Aspek Reproduksi dan Genetika Udang Mantis (*Harpiosquilla raphidea*) di Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, sebagai Upaya Lanjutan Domestikasi Udang Mantis
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Dr.Ir. Yusli Wardiatno, M.Sc
 - b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
 - c. NIP : 196607281991031002
 - d. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
 - e. Jabatan Struktural : Ketua Departemen
 - f. Bidang Keahlian : Ekologi Hewan Bentik
 - g. Fakultas/Departemen : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan/Manajemen Sumberdaya Perairan
 - h. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
 - i. Tim Peneliti :

No.	Nama	Bidang Keahlian	Fakultas/Departemen	Perguruan Tinggi
1.	Dr. Yusli Wardiatno	Ekologi Hewan Bentik	FPIK/MSP	IPB
2.	Dr. Achmad Farajallah	Biologi Molekuler	FMIPA/ BIOLOGI	IPB
3.	Ali Mashar, S.Pi	Biologi Populasi	FPIK/MSP	IPB

3. Pendanaan dan Jangka Waktu Penelitian
- a. Jangka waktu penelitian yang diusulkan : 2 bulan
 - b. Biaya total yang diusulkan : Rp 149.870.000,-
 - c. Biaya yang disetujui tahun 2009 : Rp 80.000.000,-
Bogor, Desember 2009

Mengetahui:
Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

Ketua Peneliti,

(Prof. Dr. Ir. Indra Jaya, M.Sc)
NIP. 196104101986011002

(Dr. Ir. Yusli Wardiatno, M.Sc)
NIP. 196607281991031002

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Institut Pertanian Bogor,

Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudya N., M.Eng.
NIP. 195003011976031001

RINGKASAN

Udang mantis yang ditemukan di Kuala Tungkal ini didominasi oleh jenis *Harpiosquilla raphidea*. Hasil tangkap udang mantis Kabupaten Tanjabar secara total tahunan cukup fluktuatif, namun cenderung menurun (pada tahun 2005 tercatat sekitar 2,04 juta ekor, namun pada tahun 2008 menurun menjadi sekitar 1,80 juta ekor). Oleh karena itu, perlu upaya untuk mencegah terjadinya penurunan hasil tangkapan yang lebih jauh lagi, salah satunya melalui upaya domestikasi untuk mempertahankan populasi udang mantis agar tetap lestari. Dalam rangka untuk mendukung upaya domestikasi tersebut, dibutuhkan beberapa penelitian yang harus dilakukan secara terus-menerus tentang berbagai aspek yang diperlukan untuk upaya domestikasi, diantaranya kajian tentang aspek biologi, ekologi, reproduksi dan aspek genetika udang mantis.

Penelitian ini dilakukan dari tanggal 26 Oktober 2009 hingga 15 Desember 2009 di Kuala Tungkal, Jambi; Laboratorium Produktivitas Perairan dan Lingkungan, Departemen MSP IPB (untuk pengamatan perkembangan gonad betina) dan Laboratorium Biologi, Departemen Biologi IPB (untuk pengamatan aspek genetika). Jenis udang mantis yang hidup di daerah mudflat sekitar muara Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi, ada 2 jenis yang teridentifikasi, yaitu *Harpiosquilla raphidea* dan *Harpiosquilla harpax*. Jenis *Harpiosquilla raphidea* merupakan jenis yang paling banyak atau dominan ditemukan di lokasi penelitian.

Habitat udang mantis *Harpiosquilla raphidea* pada daerah intertidal dengan hamparan berlumpur (mudflat) dengan kedalaman lumpur antara 50-200 cm. Hasil pengukuran beberapa parameter kualitas perairan pada habitat udang mantis *Harpiosquilla raphidea* terdiri dari salinitas pada kisaran 12-19 psu; oksigen terlarut pada kisaran 6,7-7,6 ppm; pH pada kisaran 7,1-7,8; dan suhu berada pada kisaran 28,5-30,5°C. Pada seluruh populasi udang mantis, rasio kelamin betina lebih banyak yang tertangkap. Tiga tahapan kematangan gonad pada udang mantis mengindikasikan terjadinya pemijahan terus-menerus (*continual breeding*). Berdasarkan pengamatan laboratorium menunjukkan bahwa udang mantis yang dikumpulkan dari lapangan mulai menunjukkan ada yang matang gonad, baik TKG I maupun TKG III, setelah dipelihara selama dua minggu.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah Swt atas berkat rahmat-Nya Laporan Penelitian dengan judul: "Kajian Aspek Reproduksi dan Genetika Udang Mantis (*Harpiosquilla raphidea*, Fabricius 1798) di Kuala Tungkal, Tanjung Jabung Barat, Jambi, sebagai Upaya Lanjutan Domestikasi Udang Mantis" telah dapat diselesaikan. Temuan-temuan yang didapatkan pada penelitian ini akan menjadi dasar dalam pengelolaan dan pengembangan domestikasi udang mantis.

Pelaksanaan penelitian ini masih banyak menemui hambatan sehingga laporan yang dihasilkan masih jauh dari kesempurnaan. Namun demikian, mudah-mudahan informasi yang diperoleh dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkannya, terutama dalam upaya mempertahankan, mengelola dan mengembangkan populasi udang mantis melalui upaya domestikasi.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional yang telah mendanai penelitian ini dan kepada semua pihak yang membantu kelancaran penelitian ini.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Penelitian	Bogor, Desember 2009	20
5.1.1. Habitat udang mantis		20
5.1.2. Rasion kelamin populasi <i>Harpiosquilla raphidea</i>		21
5.1.3. Distribusi frekuensi panjang pop	Tim Peneliti	22
5.1.4. Biologi reproduksi <i>Harpiosquilla raphidea</i>		22
5.1.5. Aspek genetika		24
5.2. Pembahasan		24
5.2.1. Habitat udang mantis		24
5.2.2. Aspek biologi reproduksi		27

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	31
6.2. Saran	31

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR ISI

RINGKASAN	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	v
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	21
2.1. Morfologi Udang Mantis	3
2.2. Tingkah Laku Udang Mantis	6
2.3. Distribusi Udang Mantis	7
2.4. Studi Pendahuluan	8
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	11
BAB IV METODE PENELITIAN	
4.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	13
4.2. Metode Penelitian	15
4.2.1. Sampling populasi <i>Harpiosquilla raphidea</i>	15
4.2.2. Pengamatan perkembangan gonad betina di laboratorium	16
4.2.3. Aspek genetika	17
4.2.4. Pengamatan kualitas air habitat udang mantis	19
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Hasil Penelitian	20
5.1.1. Habitat udang mantis.....	20
5.1.2. Rasion kelamin populasi <i>Harpiosquilla raphidea</i>	21
5.1.3. Distribusi frekuensi panjang populasi <i>Harpiosquilla</i> <i>raphidea</i>	22
5.1.4. Biologi reproduksi <i>Harpiosquilla raphidea</i>	22
5.1.5. Aspek genetika	24
5.2. Pembahasan	24
5.2.1. Habitat udang mantis.....	24
5.2.2. Aspek biologi reproduksi.....	27
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	31
6.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Daftar spesies anggota Stomatopoda yang dijadikan referensi dalam menyusun primer untuk <i>PCR-long amplification</i> (GenBank http://www.ncbi.nlm.nih.gov/)	18
Tabel 2	Daftar primer untuk <i>PCR-long amplification</i> (GenBank http://www.ncbi.nlm.nih.gov/)	18
Tabel 3	Stasiun pengukuran kualitas air pada habitat udang mantis	19
Tabel 4	Data hasil pengukuran kualitas air pada habitat udang mantis	21
Tabel 5	Jumlah sampel udang mantis untuk masing-masing kelas ukuran dan hasil dari χ^2 test	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Morfologi udang mantis (<i>Harpiosquilla raphidea</i>) bagian punggung atau dorsal	4
Gambar 2	Morfologi lengan udang mantis (<i>Harpiosquilla raphidea</i>)	5
Gambar 3	Alat kelamin udang mantis (<i>Harpiosquilla raphidea</i>)	6
Gambar 4	Foto kegiatan sampling tahap pertama di Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjabar, Juli-Agustus 2009	10
Gambar 5	Foto udang mantis (<i>Harpiosquilla raphidea</i>) yang ditemukan di Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjabar, Jambi	11
Gambar 6	Foto alat dan teknik penangkapan udang mantis di Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjabar, Jambi	12
Gambar 7	Lokasi penelitian. Lingkaran hitam menunjukkan daerah mudflat dimana udang mantis dikumpulkan	15
Gambar 8	Disain pengamatan perkembangan udang mantis (<i>Harpiosquilla raphidea</i>) di laboratorium	17
Gambar 9	Foto kondisi habitat udang mantis di Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjabar, Jambi	20
Gambar 10	Distribusi frekuensi panjang jantan dan betina <i>Harpiosquilla raphidea</i> yang dikumpulkan pada 15–20 Nopember 2009 di Kuala Tungkal, Tanjabar, Provinsi Jambi	22
Gambar 11	Jumlah <i>Harpiosquilla raphidea</i> betina pada ukuran kelas panjang yang berbeda dengan perbedaan TKG	23
Gambar 12	Udang mantis (<i>Harpiosquilla raphidea</i>) betina menunjukkan berada pada TKG III pada pengamatan di laboratorium	23

BAB I. PENDAHULUAN

Udang mantis juga dikenal dengan udang ronggeng, udang nenek dan udang ketak, merupakan salah satu jenis krustasea yang hidup di perairan laut dengan dasar berlumpur atau berpasir. Udang mantis memiliki nilai ekonomis tinggi dan merupakan komoditas ekspor, diantaranya ke Hongkong dan Taiwan. Volume ekspor udang mantis melalui Bandara Soekarno-Hatta berkisar antara 10-15 ton/minggu (Kompas, 27 Juli 2004).

Kabupaten Tanjung Jabung Barat (Tanjabar), Jambi merupakan penghasil utama udang mantis di Indonesia, dimana dapat menyuplai sekitar 60% dari total volume ekspor udang mantis. Udang mantis yang ditemukan di Kuala Tungkal ini didominasi oleh jenis *Harpiosquilla raphidea*, sedangkan jenis lain yang jumlahnya kecil adalah jenis *Harpiosquilla harpax*.

Hasil tangkap udang mantis Kabupaten Tanjabar secara total tahunan cukup fluktuatif, namun cenderung menurun. Berdasarkan data Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Tanjabar, pada tahun 2005 hasil tangkap udang mantis Kabupaten Tanjabar yang tercatat dapat mencapai sekitar 2,04 juta ekor, namun pada tahun 2008 menurun menjadi sekitar 1,80 juta ekor. Besarnya penurunan hasil tangkap udang mantis sebenarnya dapat lebih dari data tersebut, karena data tersebut berasal dari seluruh penampung yang ada di Kabupaten Tanjabar dimana udang yang ditampung tersebut tidak seluruhnya berasal dari hasil tangkapan di wilayah Kabupaten Tanjabar. Berdasarkan hasil wawancara langsung dengan beberapa nelayan dan penampung udang mantis Kabupaten Tanjabar, didapatkan informasi bahwa saat ini hasil tangkapan udang mantis rata-rata harian hanya sekitar 5.000 ekor per hari. Apabila mereka dalam seminggu rata-rata 5 hari menangkap udang mantis, berarti hasil tangkap dalam setahun sekitar 1,275 juta ekor.

Pemerintah Daerah Kabupaten Tanjung Jabung Barat telah berupaya untuk mencegah terjadinya penurunan hasil tangkapan yang lebih jauh lagi, diantaranya melalui penetapan Kawasan Daerah Pelestarian Laut (KDPL), pelarangan penangkapan udang mantis ukuran kecil dan yang sedang bertelur serta peningkatan pengawasan penangkapan udang mantis. Namun demikian, upaya-upaya tersebut belum memperlihatkan hasil yang optimal. Oleh

karena itu, seiring dengan tetap konsisten dalam menjalankan kebijakan tersebut, upaya domestikasi cukup mendesak untuk segera dilakukan untuk mempertahankan populasi udang mantis agar tetap lestari.

2.1 Dalam rangka untuk mendukung upaya domestikasi tersebut, kami telah melakukan penelitian tentang aspek biologi dan ekologi udang mantis di Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi, dan saat ini masih terus berlangsung. Sebagai penelitian lanjutan dalam rangka menuju upaya domestikasi udang mantis, beriringan dengan masih tetap berlangsungnya penelitian tentang aspek biologi dan ekologi udang mantis, maka perlu dilakukan penelitian tentang aspek reproduksi dan aspek genetika udang mantis.

Antena memiliki cabang pada udang juga berfungsi sebagai organ sensor.

Stomatopoda mempunyai mata berangkai yang dapat bergerak naik turun dan sampingnya yang fleksibel dan merupakan mata unik dan menarik. Kemampuannya melebihi kemampuan mata manusia dan hewan lainnya (Cohen, 2001 dalam Azmadia, 2007). Mata stomatopod ini bersifat "tricolor vision" sangat akurat dalam melihat mangsanya meskipun dalam gelap (UBW, 1998 dalam Azmadia, 2007). Mandibula berfungsi untuk mengunyah makanan yang masuk. Maxilla, yang berfungsi untuk memotong dan memamah makanan. Berfungsi seperti gigi-gigi tajam di luar mandibula. Maxilla ini terdiri dari maxilla I dan maxilla II.

Di bagian ekor udang mantis, terdapat teloch dan uropoda yang berfungsi sebagai organ proteksi dan sebagai kemudi pada saat berenang. Udang mantis mempunyai warna tubuh yang cukup bervariasi, mulai dari warna kesedihan hingga warna-warna terang tergantung habitat hidupnya. Udang mantis dapat mencapai ukuran panjang 30 cm (12 Inch), walaupun dalam beberapa kasus dapat mencapai ukuran panjang 38 cm.

Gambar 1.1 menunjukkan morfologi udang mantis pada Gambar 1.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Morfologi Udang Mantis

Udang mantis mempunyai garis hitam pada bagian belakang antara antena dan *ophthalmic somite*. Karapas udang mantis hanya menutupi bagian belakang kepala dan tiga ruas pertama dari *thorax*. Udang mantis memiliki sepasang antena pertama (1st Antenna) atau sering disebut dengan antennulla yang tumbuh dan melekat dari labrum. Antennulla ini bercabang tiga pada ujungnya. Organ ini berfungsi sebagai organ sensori. Antena kedua (2nd Antenna) atau sering disebut antenna. Antenna merupakan endopodit dari biramus squama. Antenna tidak memiliki cabang pada ujungnya, juga berfungsi sebagai organ sensori.

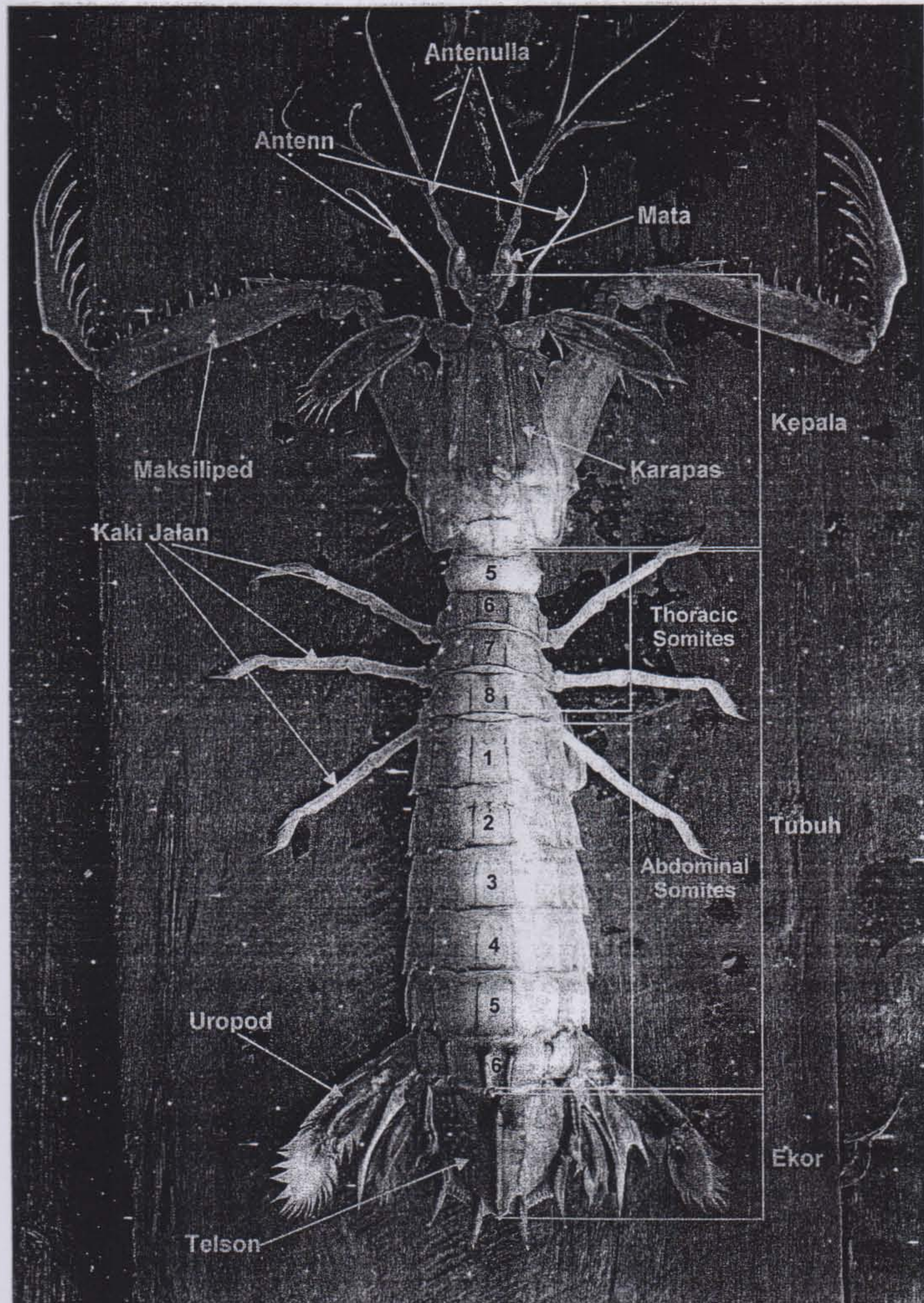
Stomatopoda mempunyai mata bertangkai yang dapat bergerak naik turun oleh tangkainya yang fleksibel dan merupakan mata yang unik dan menarik, kemampuannya melebihi kemampuan mata manusia dan hewan lainnya (Cohen, 2001 dalam Azmarina, 2007). Mata stomatopod ini bersifat "trinocular vision" sangat akurat dalam melihat mangsanya meskipun dalam gelap (DBW, 1998 dalam Azmarina, 2007). Mandible, berfungsi untuk menggiling makanan yang masuk. Maxilla, yang berfungsi untuk memotong dan memamah makanan. Berbentuk seperti gigi-gigi tajam di luar mandible. Maxilla ini terdiri dari maxilla I dan maxilla II.

Di bagian ekor udang mantis, terdapat telson dan uropoda yang berfungsi sebagai organ proteksi dan sebagai kemudi pada saat berenang. Udang mantis mempunyai warna tubuh yang cukup bervariasi, mulai dari warna kecoklatan hingga warna-warna terang tergantung habitat hidupnya. Udang mantis dapat mencapai ukuran panjang 30 cm (12 inchi), walaupun dalam beberapa kasus dapat mencapai ukuran panjang 38 cm.

Gambaran umum morfologi udang mantis disajikan pada Gambar 1.

Gambar 1. Morfologi udang mantis (*Harpiosquilla raphidea*) bagian punggung atau dorsal.

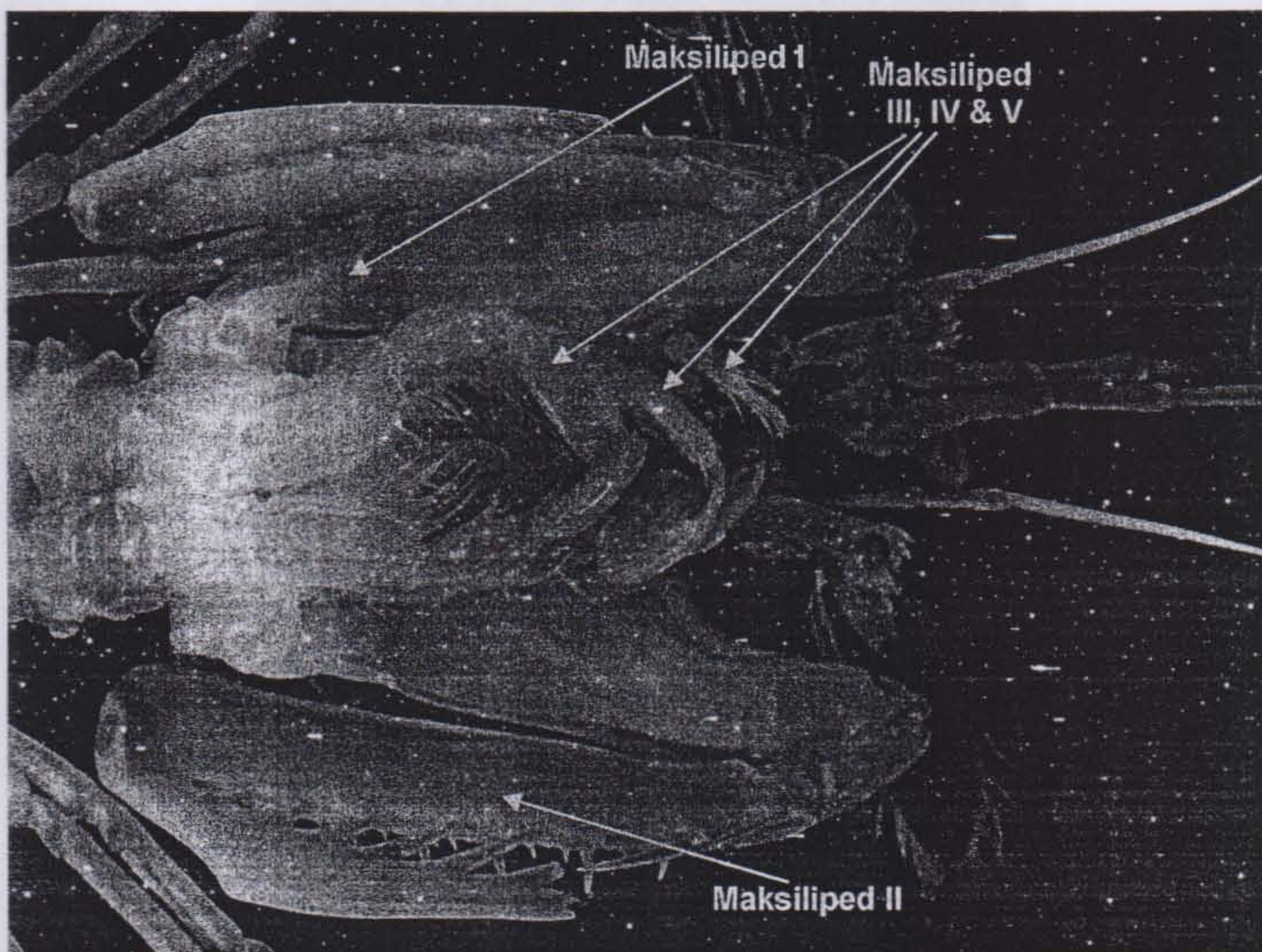
Maksiliped I berfungsi untuk menipu mangsanya. Maksiliped II atau yang dikenal dengan lengan penyangga atau lengan predator atau cakar, memiliki



Gambar 1. Morfologi udang mantis (*Harpiosquilla raphidea*) bagian punggung atau dorsal

Maksilliped I berfungsi untuk menipu mangsanya. Maksilliped II atau yang dikenal dengan lengan penyerang atau lengan predator atau cakar, memiliki

duri–duri tajam pada *dactylus* yang dapat digunakan untuk memotong atau menyobek mangsanya. Pada *Harpiosquilla raphidea* terdapat 8 duri tajam pada *dactylus*. Maksiliped III, IV dan V, adalah kaki kecil yang berakhir dalam suatu bagian yang berbentuk oval pipih dan tajam yang disebut *chelone*. *Chelone* digunakan untuk membawa makanan ke dalam mulut. *Pereopod* atau dikenal dengan kaki jalan, bentuknya langsing dan memanjang, jumlahnya ada 3 pasang (Gambar 2).



Gambar 2. Morfologi lengan udang mantis (*Harpiosquilla raphidea*)

Udang mantis mempunyai alat kelamin jantan yang terdapat pada pangkal kaki jalan ketiga berbentuk tonjolan kecil yang disebut petasma, sedangkan alat kelamin betina pada tengah-tengah kaki jalan pertama berbentuk datar yang disebut *thelicum* (Gambar 3).

Udang mantis dari famili Scudidae dapat ditemukan pada perairan dangkal dengan substrat dasar lumpur (Manning, 1977). Udang ini memiliki kebiasaan yang dengan membuat liang (burrow) (Manning and Picchioni, 1970; Frogia and Jayaram, 1980). Habitat dan cara hidup udang mantis yang termasuk subkelas udang mantis adalah udang dari famili Scudidae, yaitu Nihatorypus



Gambar 3. Alat kelamin udang mantis (*Harpiosquilla raphidea*).

2.2. Tingkah Laku Udang Mantis

Udang mantis dari famili Squillidae dapat ditemukan pada perairan dangkal dengan substrat dasar lumpur (Manning, 1977). Udang ini memiliki kebiasaan hidup dengan membuat liang (*burrow*) (Manfrin and Piccinetti, 1970; Frogliani and Giannini, 1989). Habitat dan sifat hidup udang mantis yang meliang tersebut serupa dengan jenis udang dari Famili Callinassidae, yakni *Nihonotrypaea*

japonica (Tamaki *et al.*, 1999; Wardiatno, 2001), dan sifat agresif saat bertemu dengan sesama udang dalam liang dimungkinkan juga akan ada pada udang mantis seperti halnya pada udang Callinassidae (Shiomoda *et al.*, 2005).

Di wilayah laut Mediterranean, udang mantis jenis *Squilla mantis* merupakan *target species* kegiatan perikanan, seperti di daerah delta Rhône dan Ebro. Pasar udang tersebut cukup luas meliputi Spanyol, Italia, Mesir, dan Maroko (Abelló and Martin, 1993). Penelitian mengenai biologi udang mantis di negara lain sudah cukup banyak dilakukan. Beberapa diantaranya mengenai tingkah laku meliang (Manfrin and Piccinetti, 1970), tingkah laku melarikan diri dan hubungannya dengan evolusi (Heitler *et al.*, 2000), pola masukan visual terkait dengan tingkah laku dan habitat (Schiff, 1989), kebiasaan makan (Piccinetti and Piccinetti Manfrin, 1970; Froglija and Gianinni, 1989), dinamika populasi (Griffiths and Blaine, 1988; Abelló and Martin, 1993), retina mata dan fungsi ekologi (Cronin *et al.*, 1994; Cronin *et al.*, 2000), dan pengaruh lingkungan terhadap distribusi udang mantis (Abelló and Macpherson, 1990).

2.3. Distribusi Udang Mantis

Menurut Sumiono dan Priyono (1998), di perairan Selat Cilacap dan Yogyakarta diperoleh informasi bahwa hasil tangkapan rata-rata udang mantis masing-masing adalah 8,5% dan 12,8% dari total hasil tangkapan udang. Penyebaran udang mantis di Indonesia hampir sama dengan penyebaran udang penaeid. Habitat utama udang ini adalah dasar perairan berpasir dan berbatu. Wilayah penyebaran udang mantis di Indonesia meliputi perairan Selat Malaka, timur dan barat Sumatera, Laut Jawa, serta selatan Jawa (Dwiponggo dan Badrudin *dalam* Sumiono dan Priyono, 1998). Halomoan (1999) melaporkan bahwa di perairan Teluk Banten ditemukan udang mantis jenis *Squilla harpax* de Haan dengan panjang maksimum yang tertangkap adalah 31,9 cm; Azmarina (2007) melaporkan bahwa di perairan Bagansiapiapi ditemukan udang mantis jenis *Harpiosquilla raphidea* Fabricius; Ahyong and Moosa (2004) dalam penelitiannya di Kepulauan Anambas, Natuna menemukan 12 spesies ordo Stomatopoda, diantaranya adalah *Areosquilla indica*, *Carinosquilla carinata*, *Oratosquillina perpensa*, dan *Oratosquillina quinquentata*; sedangkan di perairan Sulawesi Utara ditemukan spesies baru udang mantis, yaitu *Lysiosquilloides mapia* (Erdmann and Boyer, 2003).

Menurut Haswell (1982) dalam Sumiono dan Priyono (1998), udang mantis yang tersebar di daerah Indo-Pasifik terdiri dari enam genera, yaitu *Squilla*, *Pseudosquilla*, *Lysiosquilla*, *Coronida*, *Odontodactylus*, dan *Gonodactylus*. Diantara keenam genera tersebut, genera *Squilla* atau saat ini berubah menjadi *Harpiosquilla* adalah yang paling banyak dijumpai di perairan Indonesia terutama jenis *Squilla armata*. Sedangkan berdasarkan hasil survai yang dilakukan oleh Cronin *et al.* (1994) diperoleh informasi bahwa di perairan Indonesia khususnya Sulawesi terdapat 3 jenis Stomatopoda yang terbagi ke dalam 2 famili, yaitu *Gonodactylus affinis*, *G. falcatus* (Gonadactylidae) dan *Haptosquillidae stoliuris* (Protosquillidae).

Menurut Manning (1969) dalam Halomoan (1999) *Harpiosquilla* terdapat di Indo-Pasifik Barat dimulai dari Jepang, Australia sampai ke Pasifik meliputi Laut Merah, Afrika Selatan dan Samudera Hindia. Daerah penyebarannya, yaitu Jepang (Teluk Suruga dan Teluk Tanabe), Taiwan (Tungkang), Queensland (Semenanjung Flattery dan Teluk Tin Can), New South Wales (Teluk Jerusalem, Muara Sungai Hawk), Thailand (Tachalom dan Teluk Siam), Srilangka (Teluk Palk), Madagaskar (Teluk Ambaro), Ethiopia (Teluk Arehico), Afrika Selatan (Teluk Ricahrds), Laut Merah dan Teluk Oman, sedangkan di Indonesia terdapat di Laut Jawa sampai Singapura. Genus *Harpiosquilla* hidup pada kedalaman 2-93 meter pada kawasan sublitoral di daerah Selat Malaka. Habitat hidupnya di dasar, yaitu pasir berlumpur dan pasir halus, dan biasanya di daerah intertidal. Di perairan Indonesia, genus *Harpiosquilla* banyak ditemukan mulai dari pantai timur Sumatera hingga pantai utara Jawa.

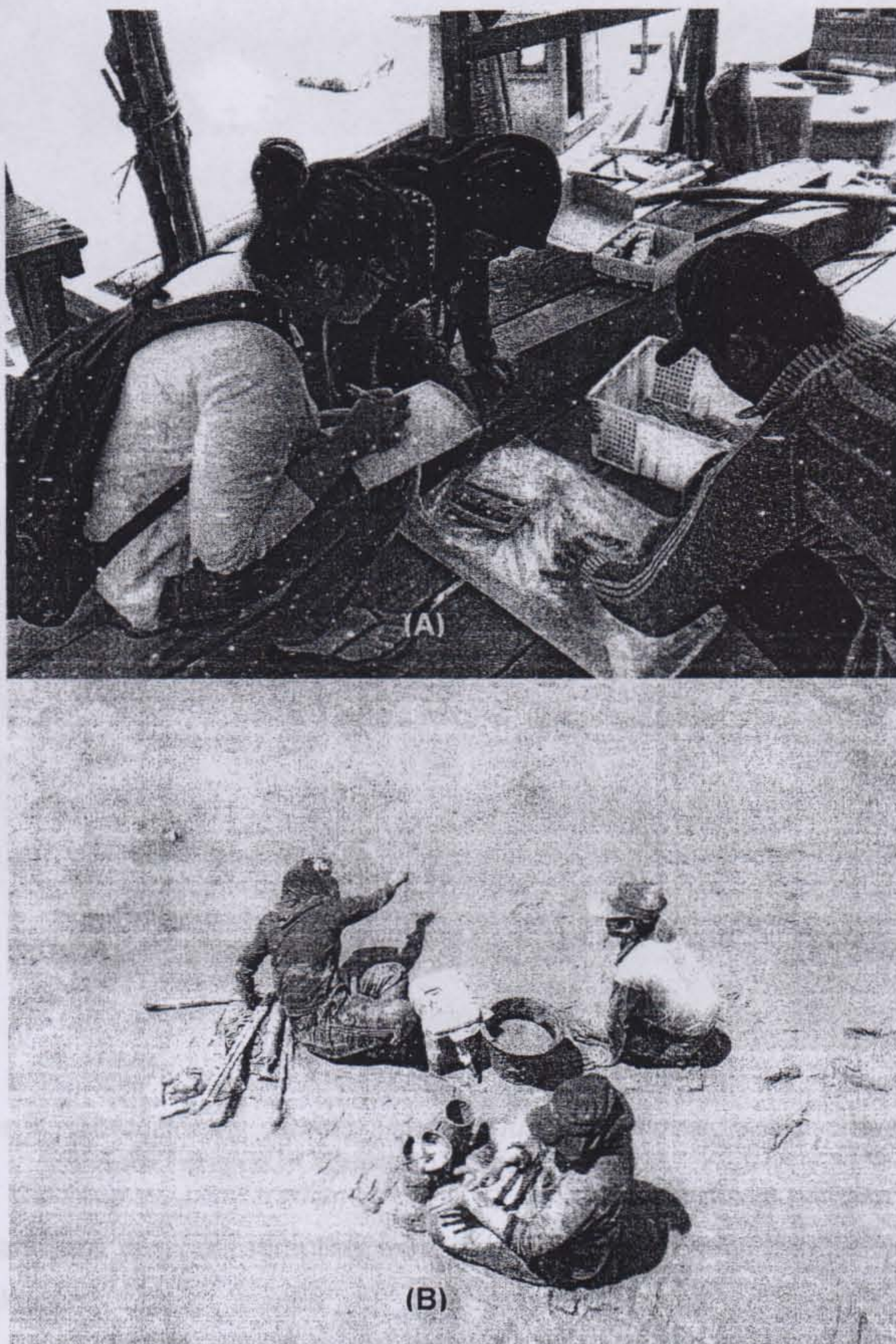
2.4. Studi Pendahuluan

Penelitian pendahuluan tentang aspek ekologi dan biologi udang mantis di Kuala Tungkal Kabupaten Tanjung Jabung Barat Jambi telah dilakukan sejak bulan Juni 2009. Saat ini penelitian tersebut masih terus berlangsung dan direncanakan selesai pada Pebruari 2010. Pada penelitian pendahuluan tersebut, telah dilakukan dua kali sampling, yaitu pada Juli dan Agustus 2009 untuk mewakili musim kemarau. Sampling berikutnya, direncanakan akan dilakukan pada periode Januari 2009 hingga Pebruari 2010 untuk mewakili musim hujan.

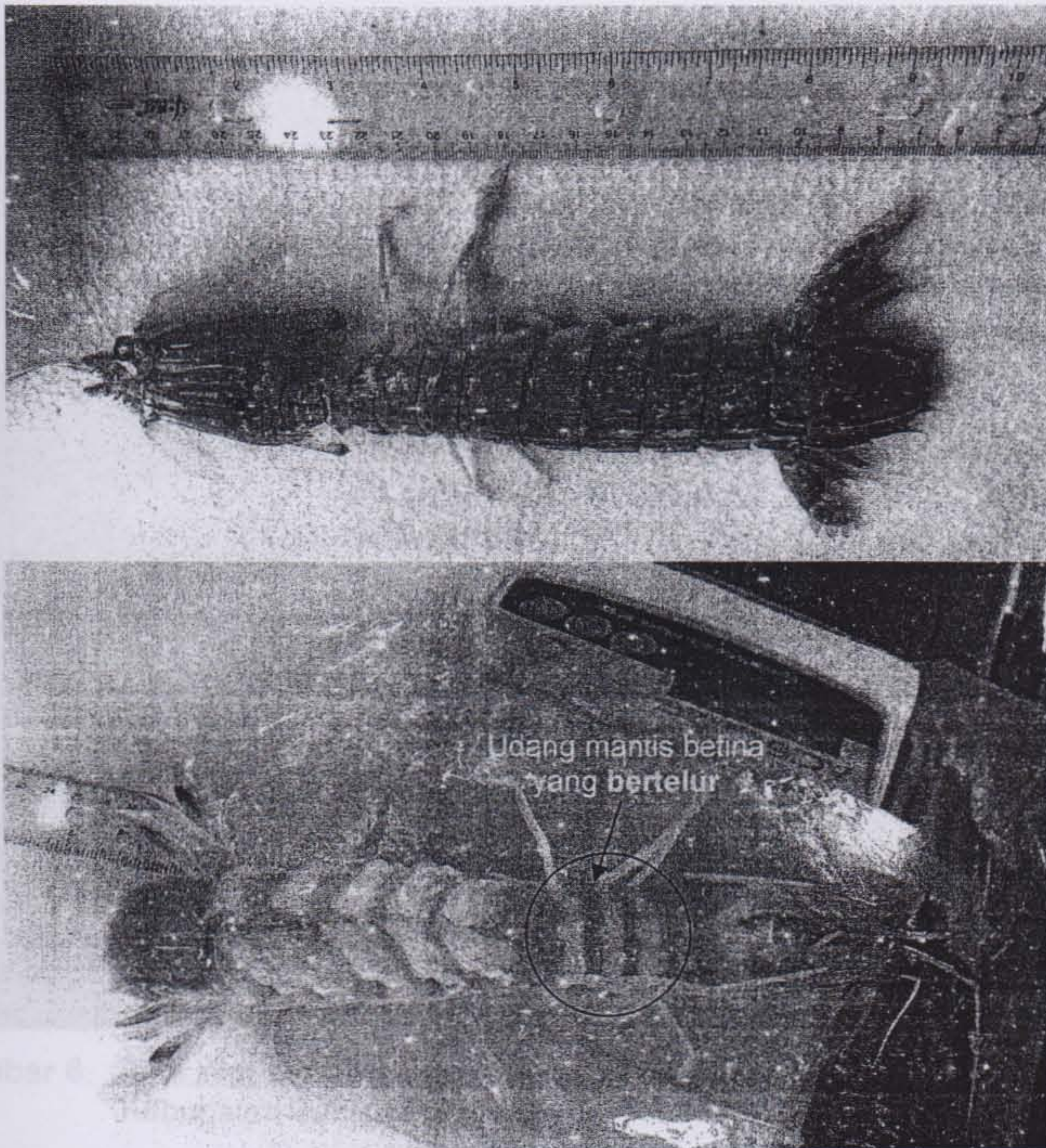
Parameter-parameter yang diamati pada penelitian pendahuluan adalah aspek ekologi, meliputi kondisi habitat, kualitas air dan substrat pada habitat udang mantis, dan aspek biologi, meliputi nisbah kelamin, morfometrik, ukuran panjang dan bobot tubuh.

Dari hasil dua kali sampling didapatkan informasi bahwa bulan Juli merupakan awal dari puncak hasil tangkapan udang mantis di Kabupaten Tanjabar, dan biasanya berlangsung hingga bulan September, dimana bulan-bulan ini secara umum merupakan musim pancaroba atau peralihan antara musim kemarau ke musim hujan di Kabupaten Tanjabar. Peningkatan hasil tangkapan tersebut terlihat dari hasil tangkapan para nelayan dimana saat ini rata-rata hasil tangkapan nelayan dapat mencapai 30 ekor per nelayan per hari, dimana pada bulan-bulan sebelumnya hanya mencapai sekitar 10 ekor per nelayan per hari. Selain itu, pada saat sampling tersebut, mulai banyak dijumpai udang mantis yang ukuran besar dan udang mantis betina yang sedang bertelur, tapi belum menetas. Hal tersebut menandakan bahwa musim kemarau kemarin adalah musim perkawinan, kemudian musim pancaroba seperti sekarang adalah masa mematangkan telur, dan diduga nanti ketika musim hujan adalah masa pemijahan atau penetasan telur. Sebagai gambaran kegiatan penelitian pendahuluan dan udang mantis yang dijumpai di Kabupaten Tanjabar disajikan pada Gambar 4 dan 5.

Gambar 4. Foto kegiatan sampling tahap pertama di Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjabar, Juli-Agustus 2009. (A) Kegiatan pengukuran panjang dan bobot udang mantis; (B) Kegiatan pengukuran parameter ekologi di habitat udang mantis.

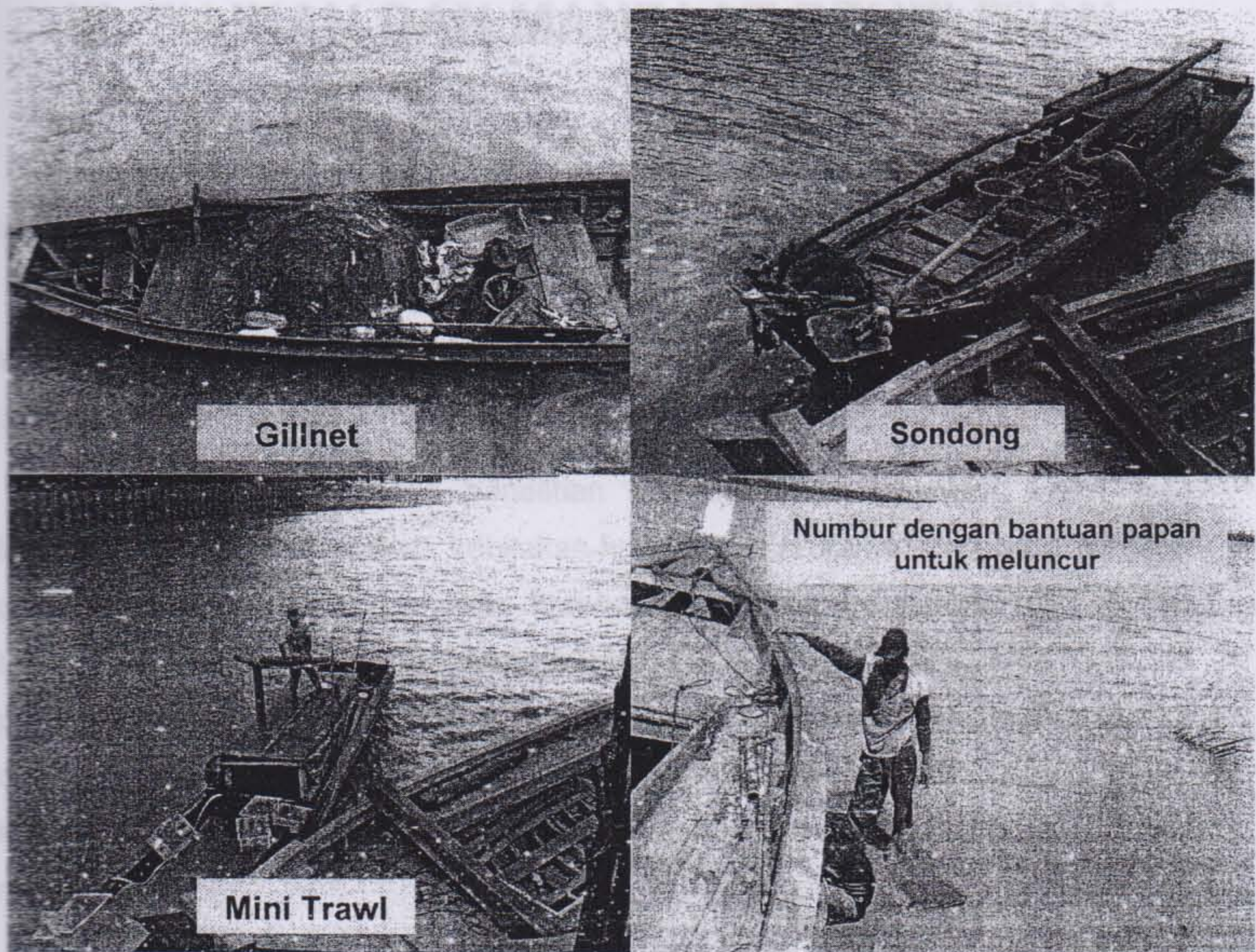


Gambar 4. Foto kegiatan sampling tahap pertama di Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjabar, Juli-Agustus 2009. (A) Kegiatan pengukuran panjang dan bobot udang mantis; (B) Kegiatan pengukuran parameter ekologi di habitat udang mantis.



Gambar 5. Foto udang mantis (*Harpiosquilla raphidea*) yang ditemukan di Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjabar, Jambi.

Dari hasil dua kali sampling awal juga didapatkan informasi bahwa teknik penangkapan udang mantis di Kabupaten Tanjabar dilakukan dengan menangkap langsung dengan tangan (numbur) dan dengan beberapa alat tangkap, seperti *gillnet*, *mini trawl* dan sondong. Dari beberapa teknik penangkapan tersebut, *gillnet* merupakan alat tangkap yang mayoritas digunakan oleh nelayan. *Gillnet* ini merupakan alat tangkap selektif, dimana dengan ukuran mata jaring 4 inchi, udang mantis yang tertangkap hanya udang mantis ukuran besar. Sebagai gambaran alat tangkap udang mantis, disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Foto alat dan teknik penangkapan udang mantis di Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjabar, Jambi.

III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji aspek reproduksi dan genetika udang mantis sebagai langkah lanjutan dalam upaya domestikasi udang mantis.

Penelitian ini sangat bermanfaat, baik bagi pemerintah (pusat dan daerah), lembaga penelitian dan perguruan tinggi, dalam upaya menuju domestikasi udang mantis.

Bagi pemerintah, hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu landasan untuk menentukan kebijakan-kebijakan, terutama anggaran khusus, untuk domestikasi udang mantis karena merupakan komoditas ekspor dan bernilai ekonomis, baik bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat maupun peningkatan devisa negara dari sektor perikanan. Bagi pihak lembaga penelitian dan perguruan tinggi, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memacu kajian-kajian dan penelitian-penelitian lebih dalam lagi dalam upaya domestikasi udang mantis.

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari tanggal 26 Oktober 2009 hingga 15 Desember 2009. Lokasi penelitian terdiri dari lokasi pengambilan sampel udang mantis, lokasi analisis laboratorium dan lokasi pengamatan perkembangan udang mantis skala laboratorium. Daftar nama alat yang digunakan selama penelitian disajikan pada Lampiran 1.

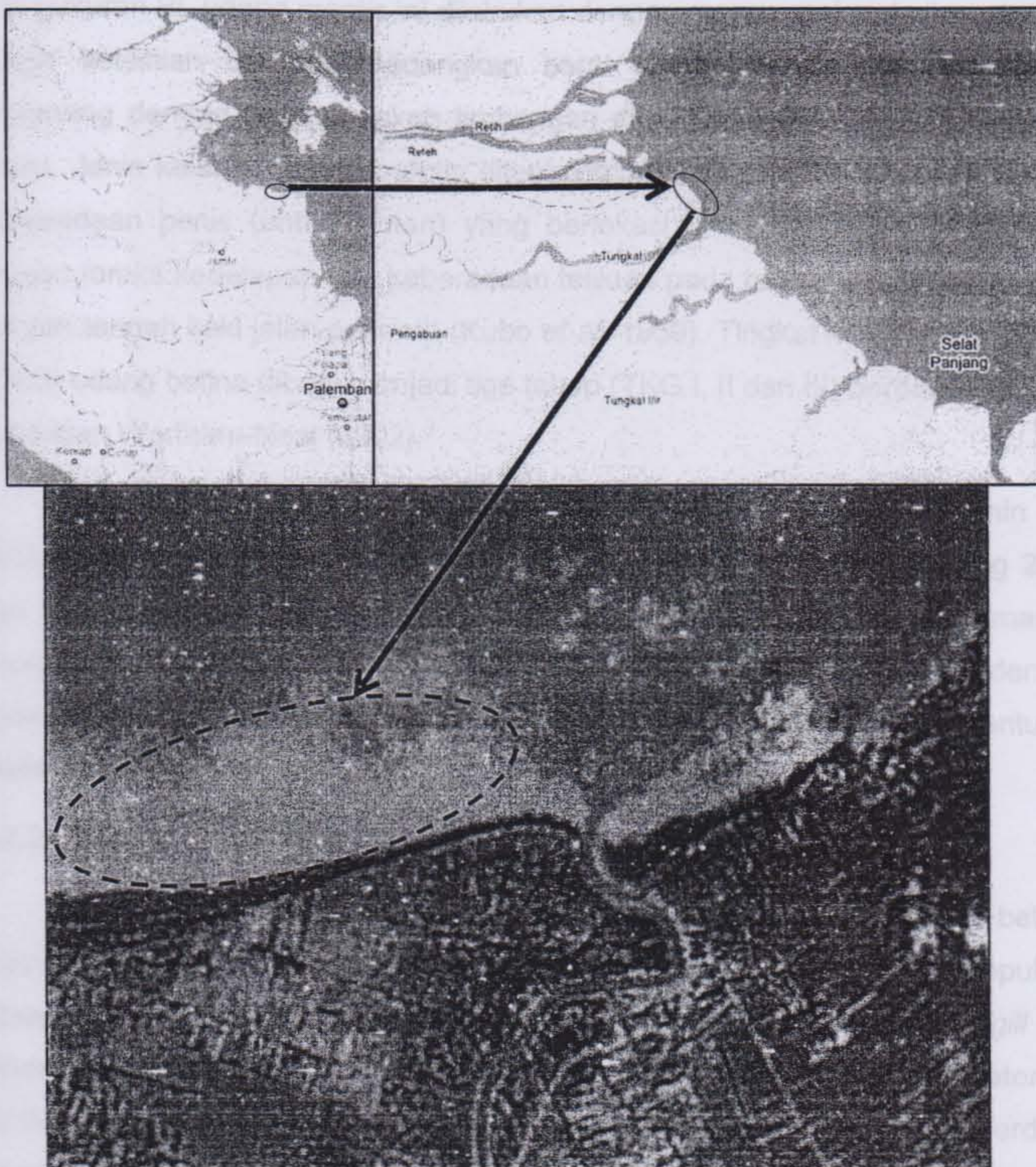
Pengambilan sampel udang mantis dilakukan pada daerah intertidal dengan substrat hamparan lumpur (*mudflat*) di pantai Kuala Tungkal Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi (Gambar 7). Pada saat surut, *mudflat* tersebut dapat mencapai panjang lebih dari 1 km dari pantai ke arah laut dan mempunyai kedalaman sedimen antara 50 cm hingga 200 cm. Lokasi analisis genetika udang mantis dilakukan di di Laboratorium Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB. Sedangkan lokasi pengamatan perkembangan udang mantis skala laboratorium di Laboratorium Produktivitas Perairan dan Lingkungan Departemen MSP-FPIK.

Gambar 7. Lokasi penelitian. Lingkaran hitam menunjukkan daerah *mudflat* tempat dimana udang mantis dikumpulkan

4.2. Metode Penelitian

4.2.1. Sampling Populasi *Harpalosquilla raphidea*

Sampling populasi *Harpalosquilla raphidea* dilakukan pada tanggal 15 – 20 Nopember 2009. Pengumpulan sampel dilakukan dari nelayan lokal yang menangkap udang mantis tersebut dengan menggunakan alat tangkap galang dengan diameter mata jaring 4 inci. Udang-udang mantis yang terumpul kemudian diukur panjang total dengan istilah panjang tubuh Kubo atau Kubo's body length (BL), yaitu panjang tubuh yang diukur dari ujung rostrum hingga anterior (ujung bagian lengan telson) (lihat Ontoni et al. 1992; Kubo et al. 1993).



Gambar 7. Lokasi penelitian. Lingkaran hitam menunjukkan daerah mudflat dimana udang mantis dikumpulkan

4.2. Metode Penelitian

4.2.1. Sampling Populasi *Harpiosquilla raphidea*

Sampling populasi *Harpiosquilla raphidea* dilakukan pada tanggal 15 – 20 Nopember 2009. Pengumpulan sampel dilakukan dari nelayan lokal yang menangkap udang mantis tersebut dengan menggunakan alat tangkap *gill net* dengan diameter mata jaring 4 inci. Udang-udang mantis yang terkumpul kemudian diukur panjang total dengan istilah panjang tubuh Kubo atau *Kubo's body length* (BL), yaitu panjang tubuh yang diukur dari ujung rostrum hingga anterior (ujung bagian tengah telson) (lihat Ohtomi *et al.* 1992; Kubo *et al.* 1959)].

Pengukuran BL udang mantis ini dilakukan dengan menggunakan kaliper dengan faktor ketelitian 0,1 cm. Sedangkan berat udang mantis yang tertangkap ditimbang dengan menggunakan timbangan digital dengan faktor ketelitian 0,1 gram. Jenis kelamin udang mantis ditentukan dengan melihat secara langsung keberadaan penis (untuk jantan) yang berlokasi pada kaki jalan ketiga pada bagian toraks kedelapan dan keberadaan telikum pada betina yang terletak pada tengah-tengah kaki jalan pertama (Kubo *et al.* 1959). Tingkat kematangan gonad (TKG) udang betina dibagi menjadi tiga tahap (TKG I, II dan III) berdasarkan hasil penelitian Wortham-Neal (2002).

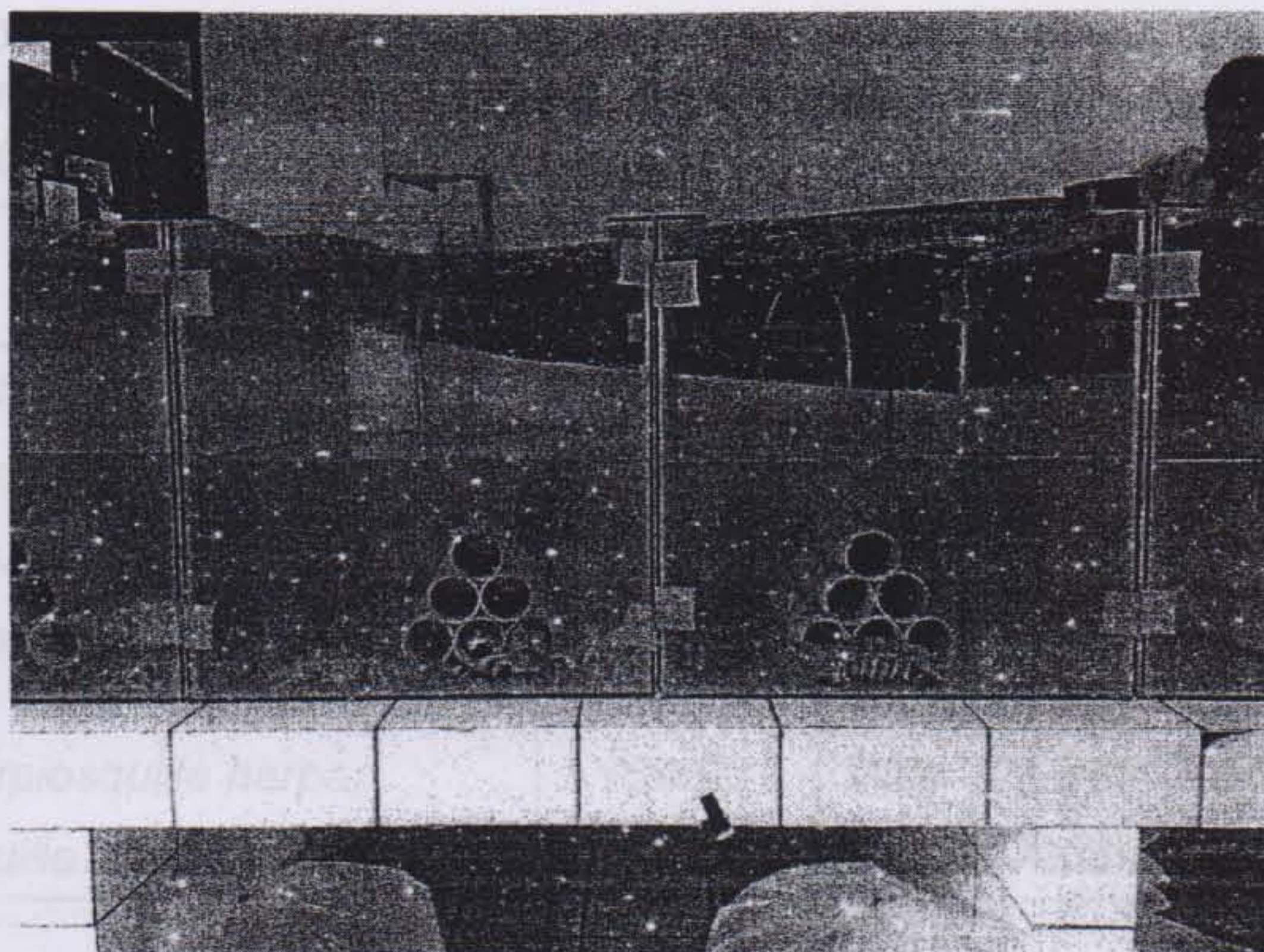
Frekuensi ukuran BL dari seluruh sampel berdasarkan jenis kelamin dan TKG diplotkan dalam sebuah grafik dengan interfal kelas ukuran panjang 2 cm dari Kubo's body length. Rasio jenis kelamin dari seluruh populasi dan masing ukuran kelas panjang dianalisis dengan menggunakan *chi-squared tests* dengan *Yates' Correction for Continuity* (Fowler and Cohen 1990) untuk menentukan deviasi yang signifikan terhadap rasio jenis kelamin 1:2 yang diharapkan.

4.2.2. Pengamatan Perkembangan Gonad Betina di Laboratorium

Untuk mengamati perkembangan gonad udang mantis betina, *Harpiosquilla raphidea* dewasa (panjang tubuh lebih dari 19 cm) dikumpulkan udang tersebut pada 20 Nopember 2009 yang tertangkap menggunakan *gill net*. Udang mantis yang telah terkumpul kemudian dikirim ke Laboratorium Produktivitas Perairan dan Lingkungan, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, IPB. Udang mantis yang diangkut dari Kuala Tungkal menuju IPB Bogor tersebut dikemas kering dalam sebuah *styrofoam*, dimana setiap *styrofoam* berisi 100 ekor udang mantis dan penempatannya dalam *styrofoam* dipisah untuk setiap individu. Kemudian *styrofoam* tersebut, dimasukkan kedalam kantong plastik besar dan diberi oksigen. Selanjutnya kantong plastik dimasukkan kedalam dus besar.

Di laboratorium, udang mantis ditempatkan pada 10 akuarium, dimana setiap akuariumnya terdiri dari 3 ekor jantan dan 3 ekor betina serta 6 buah lubang buatan dari pipa PVC diameter 2 inci sebagai tempat udang bersembunyi (Gambar 8). Selama pengamatan udang diberikan makan udang cacah (dosis 5% dari berat tubuh dan diberikan tiga kali sehari). Udang dimonitor setiap hari untuk mengetahui perkembangan gonad yang dapat dilihat dari keberadaan telur pada

sekitar ovari dan ada tidaknya pembentukan "segitiga" pada telson bagian ventral (as Deecaraman & Subramoniam 1980, 1983).



Gambar 8. Disain pengamatan perkembangan udang mantis (*Harpiosquilla raphidea*) di laboratorium

4.2.3. Aspek Genetika

Semua sampel yang diperoleh disimpan dalam alkohol 70%. Setelah sampai di lab, dua hari kemudian, media penyimpan diganti dengan alkohol 70% dalam EDTA 1 mM. Kepastian spesies udang mantis dilakukan menggunakan kunci identifikasi yang dibuat oleh Ahyong *et al.* (2008) kemudian diverifikasi oleh Prof. Dr. Muhammad Kasim Moosa (Pusat Penelitian Oseanologi LIPI).

Ekstraksi DNA total dilakukan dari otot kaki jalan. Sekitar 30 mg otot kaki jalan dan eksoskeleton dicuci dari alkohol dengan merendam secara serial dalam bufer TE (Tris 10 mM, EDTA 10 mM, pH 8.0). Otot kemudian digerus menggunakan *plastic pestle* dalam tabung 1.5 ml. Ekstraksi DNA selanjutnya dilakukan menggunakan *DNA genomic extraction Kit for tissue* (GeneAid). Sebagai pembanding, DNA dari seekor udang dari setiap lokasi diekstraksi mengikuti metode standar fenol-klorofom yang diikuti dengan pengendapan alkohol (Sambrook *et al.* 1989).

Primer untuk mengamplifikasi genom mitokondria dibuat menggunakan Primer3 (<http://frodo.wi.mit.edu/primer3/>) berdasarkan hasil pensejajaran runutan nukleotida dari enam spesies anggota Stomatopoda yang ada di GenBank

(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) (Tabel 1, Lampiran 2). Desain primer dan perkiraan ukuran produk PCR yang akan dihasilkan disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 1. Daftar spesies anggota Stomatopoda yang dijadikan referensi dalam menyusun primer untuk *PCR-long amplification* (GenBank <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)

No	Spesies	No Akses GenBank	Pustaka
1	<i>Gonodactylus chiragra</i>	DQ191682	Swinstrom <i>et al.</i> 2004
2	<i>Lysiosquillina maculata</i>	DQ191683	Swinstrom <i>et al.</i> 2004
3	<i>Squilla empusa</i>	DQ191684	Swinstrom <i>et al.</i> 2004
4	<i>Pseudosquilla ciliata</i>	AY947836	Podsiadlowski & Bartolomaeus 2005
5	<i>Harpiosquilla harpax</i>	AY699271	Miller & Austin 2006
6	<i>Squilla mantis</i>	AY639936	Cook & Akam 2004

Tabel 2. Daftar primer untuk *PCR-long amplification* (GenBank <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)

Kode	Runutan Nukleotida Primer	Posisi Genom Mitokondria*	Perkiraan Produk PCR dan Ruas Gen
AF176	5'-acgtggctaattttaagcctagttt	13752 - 13776	8129 bp; 16SrRNA-Val-12SrRNA-CR-Ile-Gln-Met-ND2-Trp-Cys-Tyr-CO1-Leu-CO2-Lys-Asp-ATP8-ATP6-CO3-Gly-ND3
AF177	5'-gtgcttttagattgagcggattaata	5858 - 5882	
AF178	5'-tctaattaggagactaattattatgcta	13410 - 13437	4825 bp'; 16SrRNA-Val-12SrRNA-CR-Ile-Gln-Met-ND2-Trp-Cys-Tyr-CO1
AF179	5'-agacttttggaacattaggaataat	2211 - 2235	
AF180	5-aagaaaacaaatagctagagtcaaac	15102 - 15127	929 bp; 12SrRNA-CR-Ile
AF181	5'-tgaaaaaggattatcttgataggat	12 - 36	

* merujuk pada *Squilla mantis* No. Akses GenBank AY639936 dengan ukuran genom 15994 bp

Pereaksi PCR dalam volume 50 µl terdiri atas sampel DNA 10-100 ng, dNTPs mix 0.4 mM, masing-masing primer 1 nM, MgCl₂ 0.2 mM dan Taq polimerase 1 unit beserta bufernya (NEB biolabs, New England-USA). Produk

PCR dengan pita tunggal kemudian dimurnikan dan dijadikan cetakan untuk reaksi PCR-sequencing menggunakan primer yang sama dengan amplifikasi. Peruntukan nukleotida menggunakan mesin ABI Prism 3700-Avant Genetic Analyzer.

Hasil penentuan runutan DNA diedit berdasarkan kromatogram yang dihasilkan oleh mesin ABI sambil dibandingkan dengan runutan nukleotida homolognya menggunakan program komputer BioEdit vs 7.0.9.0 (Hal 1999).

Untuk mendapatkan runutan lengkap produk PCR-long amplification, maka dilakukan pendekatan "primer walking". Ruas genom mitokondria yang sudah selesai ditentukan runutannya, kemudian dijadikan input baru untuk mendesain primer di bagian yang *conserved*. Untuk mempelajari diferensiasi genetik udang mantis antar lokasi sampling akan didekati dengan metode PCR-RFLP. Dalam hal ini ruas genom mitokondria yang akan digunakan sebagai marker adalah ruas pengtrol genom yang lebih dikenal sebagai ruas dloop. Amlifikasi ruas dloop ini menggunakan pasangan primer AF180 – AF181 dengan perkiraan produk PCR sebesar 929 bp.

4.2.4. Pengamatan Kualitas Air Habitat Udang Mantis

Parameter kualitas air yang diukur adalah oksigen terlarut, suhu, pH dan salinitas, yang diukur pada 12 stasiun pengamatan. Stasiun pengukuran kualitas air pada habitat udang mantis disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Stasiun pengukuran kualitas air pada habitat udang mantis

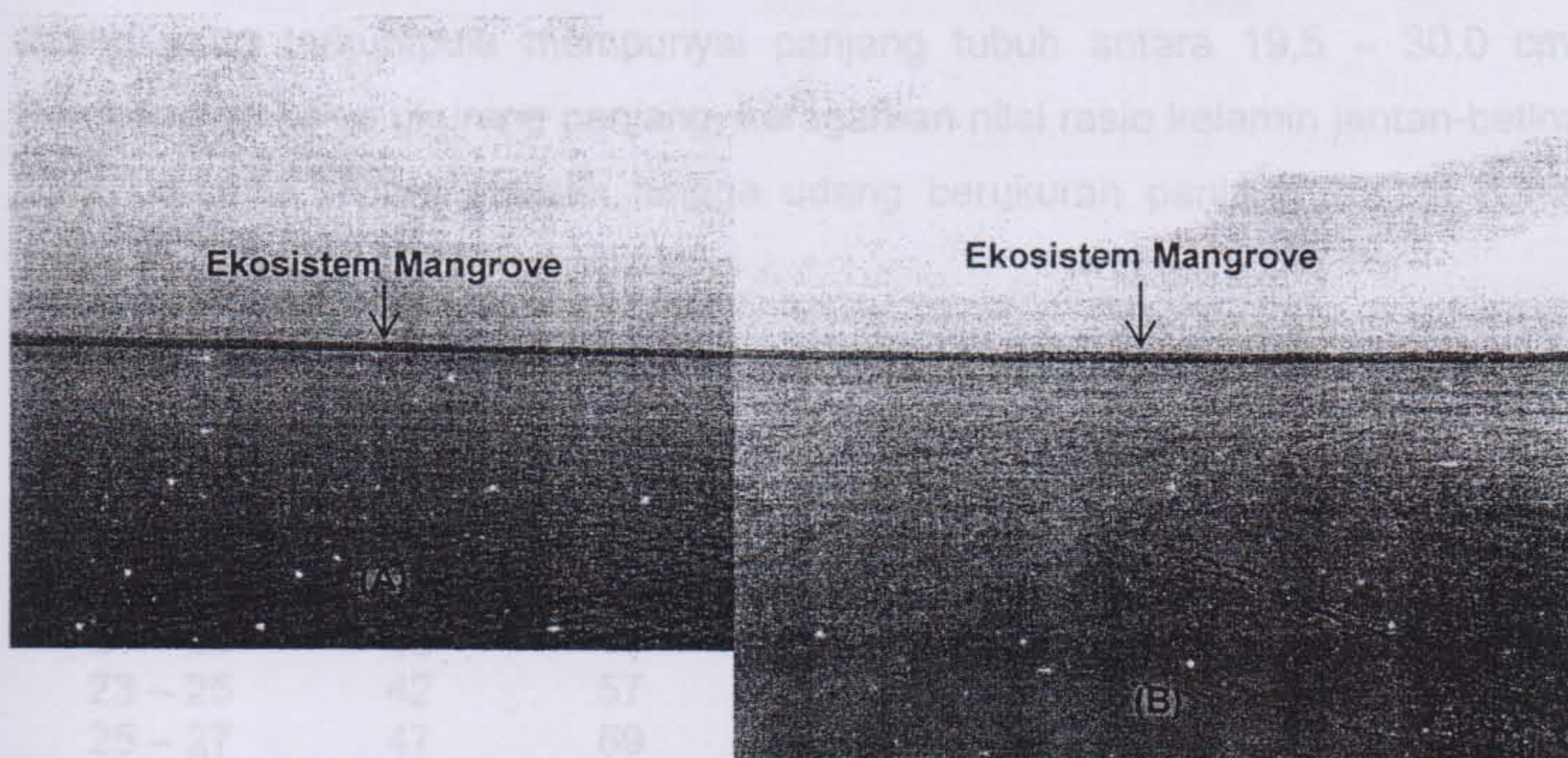
Stasiun	Koordinat	Stasiun	Koordinat
ST1 MTS	S 00°46'57.5"	ST7 MTS	S 00°45'22.1"
	E 103°29'23.0"		E 103°29'19.5"
ST2 MTS	S 00°47'06.4"	ST8MTS	S 00°45'29.1"
	E 103°29'39.5"		E 103°29'12.7"
ST3 MTS	S 00°46'36.1"	ST9 MTS	S 00°45'47.3"
	E 103°29'45.4"		E 103°29'25.1"
ST4 MTS	S 00°46'09.0"	ST10 MTS	S 00°46'23.0"
	E 103°29'54.2"		E 103°29'32.3"
ST5 MTS	S 00°45'39.0"	ST11 MTS	S 00°47'02.9"
	E 103°29'43.2"		E 103°29'23.2"
ST6 MTS	S 00°45'18.0"	ST12 MTS	S 00°47'29.1"
	E 103°29'37.9"		E 103°28'58.8"

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Hasil Penelitian

5.1.1. Habitat Udang Mantis

Habitat udang mantis yang dijumpai di Kabupaten Tanjabar adalah dasar berlumpur dengan penyebaran pada daerah pasang surut sekitar muara Kuala Tungkal, menyebar ke kanan dan ke kiri muara sepanjang pantai. Pada saat sampling tahap pertama tersebut, daerah surut di sekitar muara Kuala Tungkal hingga sepanjang pantai Tanjabar dapat mencapai sepanjang lebih dari 1 km dari bibir pantai ke arah laut dengan kedalaman lumpur dapat mencapai 2 meter. Udang mantis tersembunyi di dalam lubang di dalam lumpur tersebut dengan diameter dan kedalaman lubang bervariasi tergantung ukuran udang mantis. Setiap lubang tersebut mempunyai dua mulut lubang, satu lubang untuk masuk dan satu lubang lagi yang ukurannya lebih besar untuk udang mantis keluar. Setiap lubang hanya diisi oleh satu ekor udang mantis. Sebagai gambaran kondisi habitat udang mantis di Kabupaten Tanjabar, disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Foto kondisi habitat udang mantis di Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjabar, Jambi. (A) Kondisi sebelum surut; (B) Kondisi pada saat surut.

Hasil pengukuran parameter kualitas air pada habitat udang mantis disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data hasil pengukuran kualitas air pada habitat udang mantis

Stasiun	DO (ppm)	Suhu (°C)	pH	Salinitas (psu)
1	7,60	29,10	7,20	15
2	7,40	29,10	7,46	15
3	7,40	29,00	7,52	14
4	7,10	29,10	7,60	15
5	7,40	28,20	7,69	14
6	7,10	28,70	7,69	17
7	7,60	29,50	7,52	19
8	6,80	30,50	7,50	18
9	7,30	29,10	7,69	17
10	7,50	28,70	7,80	17
11	7,40	29,40	7,65	16
12	6,70	30,20	7,10	12

5.1.2. Rasio Kelamin Populasi *Harpiosquilla raphidea*

Pada studi ini, jumlah udang keseluruhan yang terkumpul adalah 375 ekor, terdiri dari 223 betina dan 152 jantan. Rasio kelamin untuk seluruh populasi adalah 1,47: 1, dengan nilai *chi-square* (χ^2) adalah 13,45 pada $p < 0.05$. Ukuran udang yang terkumpul mempunyai panjang tubuh antara 19,5 – 30,0 cm. Berdasarkan kelas ukuran panjang, keragaman nilai rasio kelamin jantan-betina tidak berbeda secara statistik hingga udang berukuran panjang 25 cm (Lihat Tabel 5).

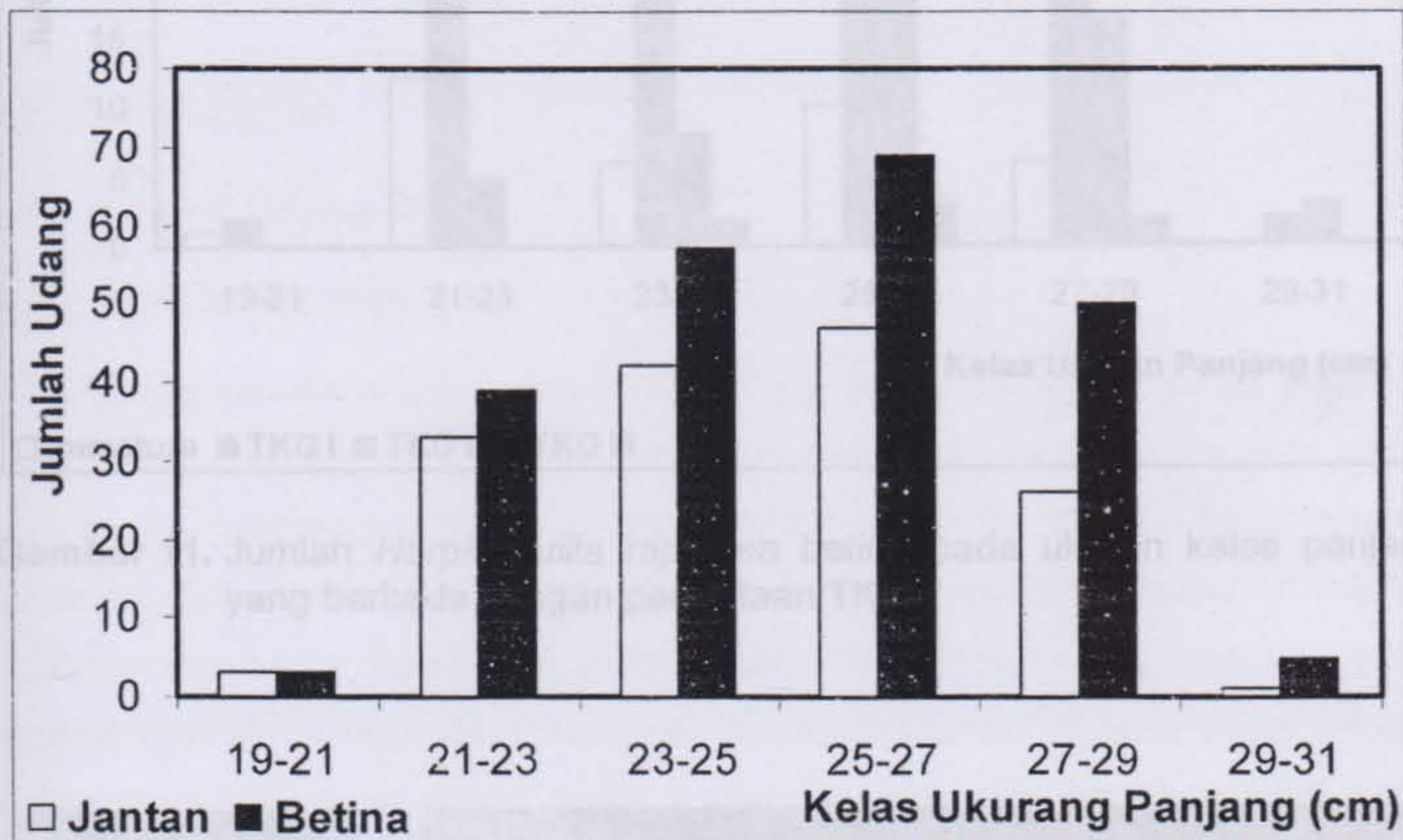
Tabel 5. Jumlah sampel udang mantis untuk masing-masing kelas ukuran dan hasil dari χ^2 test

Size class (cm)	Jumlah Jantan	Jumlah Betina	Rasio Jantan-Betina		χ^2 test
19 – 21	3	3	1,00	0,17	ns at $p = 0,05$
21 – 23	33	39	0,85	0,51	ns at $p = 0,05$
23 – 25	42	57	0,74	0,28	ns at $p = 0,05$
25 – 27	47	69	0,68	4,18	*, $p < 0,05$
27 – 29	26	50	0,52	7,59	*, $p < 0,05$
29 – 31	1	5	0,20	2,83	ns at $p = 0,05$
Total	152	223	0,68	1,45	*, $p < 0,05$

Catatan: χ^2 test dengan Yates' Correction for Continuity (see Fowler & Cohen, 1990)

5.1.3. Distribusi Frekuensi Panjang Populasi *Harpiosquilla raphidea*

Histogram distribusi frekuensi panjang untuk semua udang yang dikumpulkan pada 15–20 Nopember 2009 disajikan pada Gambar 10. Udang mantis jantan menunjukkan distribusi yang lebih simetris, tetapi ukuran rata-rata udang betina (24,38 cm) lebih signifikan dibanding udang jantan (23,92 cm) ($p < 0,05$; t-test untuk perbandingan nilai rata-rata) (Fowler and Cohen, 1990). Udang betina paling besar (30,0 cm) juga mempunyai ukuran lebih panjang dari udang jantan paling besar (28,7 cm).



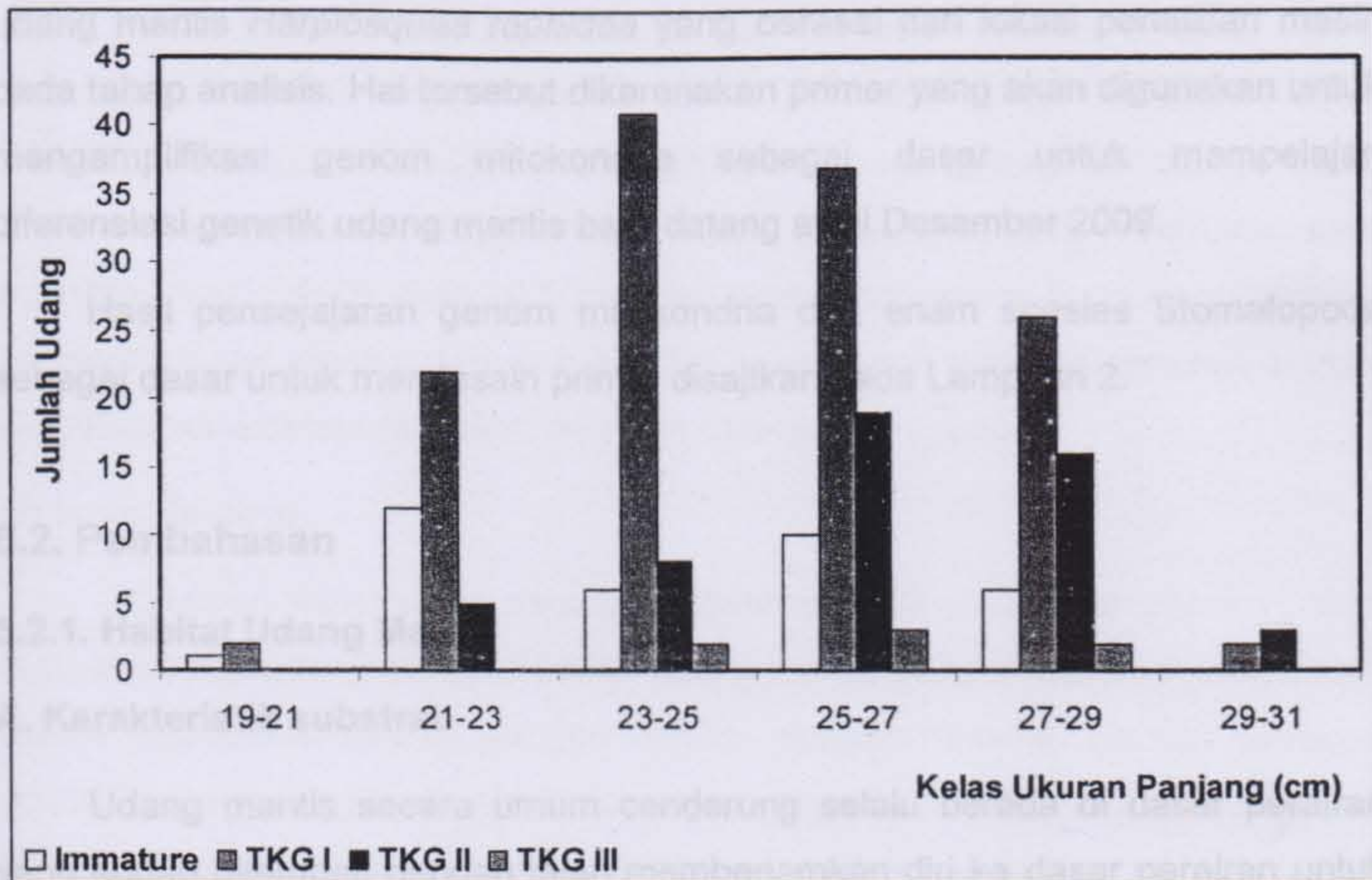
Gambar 10. Distribusi frekuensi panjang jantan dan betina *Harpiosquilla raphidea* yang dikumpulkan pada 15–20 Nopember 2009 di Kuala Tungkal, Tanjabar, Provinsi Jambi

5.1.4. Biologi Reproduksi *Harpiosquilla raphidea*

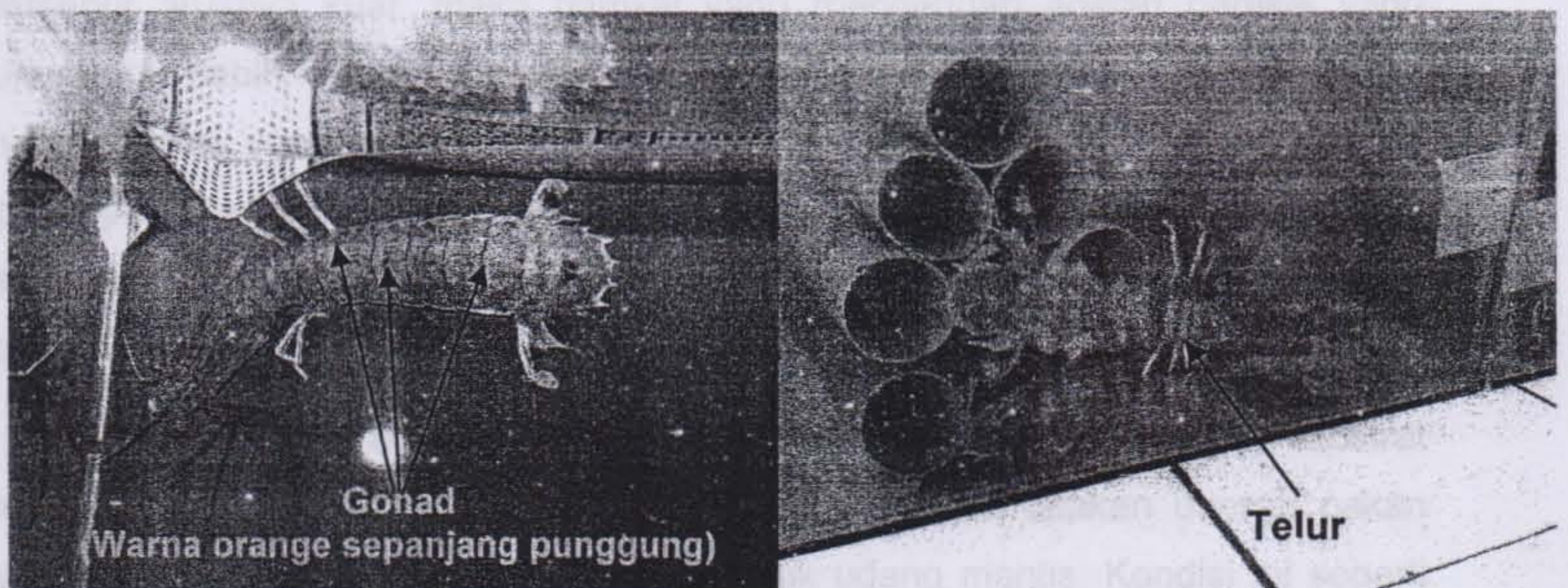
Aspek reproduksi udang mantis dapat digambarkan dari tingkat kematangan gonad (TKG). TKG pada udang mantis dibagi menjadi 3 tahap menurut Wortham-Neal (2002). Jumlah udang betina dengan perbedaan nilai TKG disajikan pada Gambar 11. Udang betina pada TKG 1 menunjukkan jumlah yang paling banyak pada semua kasus.

Pengamatan perkembangan gonad dilakukan selama 2 minggu. Seteah dilakukan pengamatan selama 2 minggu didapatkan hasil sementara ini bahwa 3

ekor udang betina menunjukkan TKG I, dan hanya 2 ekor udang betina yang gonadnya berkembang hingga TKG III (lihat Gambar 12).



Gambar 11. Jumlah *Harpiosquilla raphidea* betina pada ukuran kelas panjang yang berbeda dengan perbedaan TKG.



Gambar 12. Udang mantis (*Harpiosquilla raphidea*) betina menunjukkan berada pada TKG III pada pengamatan di laboratorium

5.1.5. Aspek Genetika

Sampai dengan laporan akhir ini selesai disusun, aspek genetika populasi udang mantis *Harpiosquilla raphidea* yang berasal dari lokasi penelitian masih pada tahap analisis. Hal tersebut dikarenakan primer yang akan digunakan untuk mengamplifikasi genom mitokondria sebagai dasar untuk mempelajari diferensiasi genetik udang mantis baru datang awal Desember 2009.

Hasil pensejajaran genom mitokondria dari enam spesies Stomatopoda sebagai dasar untuk mendesain primer disajikan pada Lampiran 2.

5.2. Pembahasan

5.2.1. Habitat Udang Mantis

A. Karakteristik substrat

Udang mantis secara umum cenderung selalu berada di dasar perairan yang sudah ditempati dengan jalan membenamkan diri ke dasar perairan untuk berlindung (Edyson 1986). Karakteristik substrat dasar juga cukup mempengaruhi kehidupan udang, dimana substrat tersebut merupakan habitat udang mantis. Tipe substrat di suatu perairan dipengaruhi oleh masukan yang berasal dari air sungai dan laut serta kecepatan arus. Apabila pada tempat tersebut arusnya kuat, maka partikel yang mengendap adalah partikel yang ukurannya lebih besar, sebaliknya pada tempat yang arusnya lemah, maka lumpur halus yang mengendap di dasar perairan. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Darmono (1991) dalam Halomoan (1999) melaporkan bahwa pada arus air 0,2 m/detik, lebih dari 90% jenis udang menguburkan diri berlawanan dengan arus.

Udang mantis biasanya hidup pada dasar dengan karakteristik substrat lumpur yang berpasir. Substrat lumpur berpasir ini merupakan daerah pakan yang baik bagi organisme perairan, termasuk udang mantis. Kondisi ini seperti dijumpai di Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi. Halomoan (1991) melaporkan bahwa udang mantis banyak ditemukan pada dasar perairan dengan substrat lumpur berpasir dengan komposisi fraksi penyusun substrat terdiri dari pasir (12,82-23,01%), debu (27,40-53,92%) dan liat (33,26-49,59%).

B. Karakteristik kualitas perairan

Kondisi lingkungan perairan merupakan faktor penting bagi udang mantis untuk hidup, tumbuh dan berkembang, bahkan dalam kondisi tertentu kondisi lingkungan tersebut dapat menjadi faktor pembatas bagi kehidupan udang mantis. Beberapa parameter lingkungan yang penting bagi kehidupan udang mantis atau krustasea secara umum adalah kandungan oksigen terlarut, suhu, salinitas, dan pH. Di alam, fluktuasi beberapa parameter lingkungan perairan tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi oseanografi perairan tersebut, musim, dan iklim serta beban masukan perairan daratan atau sungai.

Okisgen terlarut

Oksigen merupakan parameter penting bagi organisme perairan, tidak terkecuali bagi udang mantis. Habitat udang mantis dengan dasar *mudflat* secara umum merupakan daerah dengan kondisi oksigen minimal. Namun demikian, apabila pola pasang surut pada daerah tersebut teratur dan lancar serta cukup besar selisih antara pasang tertinggi dan surut terendah sehingga sirkulasi air pada daerah tersebut menjadi lancar, biasanya pada daerah tersebut kandungan oksigen cukup tinggi. Hal tersebut sebagaimana terjadi di lokasi penelitian, yaitu daerah intertidal mudflat pada sekitar muara Kuala Tungkal. Hasil pengukuran kandungan oksigen terlarut (*dissolved oxygen/DO*) pada lokasi penelitian adalah DO antara 6,7-7,6 ppm. Kandungan oksigen pada lokasi tersebut tergolong tinggi dan sangat layak untuk kehidupan biota laut, termasuk udang mantis. Kandungan DO tersebut diatas baku mutu kandungan DO untuk biota laut menurut Kepmen LH No. 51 tahun 2004, yaitu sebesar ≥ 4 ppm.

Tingginya kandungan DO pada lokasi penelitian diduga karena pasang surut yang terjadi di lokasi penelitian lancar dan cukup tinggi selisih antara pasang tertinggi dengan surut terendah sehingga menimbulkan gerakan arus yang cukup besar ketika akan pasang dan ketika akan surut. Selain itu, juga dapat dipengaruhi oleh arus atau aliran air yang berasal dari Kuala Tungkal yang cukup besar menuju muara.

Suhu

Sebagian besar biota laut daerah tropis terkondisikan dengan kisaran suhu yang relatif sempit dan stabil dibandingkan dengan biota laut daerah subtropis atau daerah bermusim empat. Fluktuasi suhu harian perairan sangat

mempengaruhi pertumbuhan biota laut, termasuk udang mantis. Fluktuasi suhu harian yang cukup drastis, akan sangat berpengaruh pada kehidupan biota laut, bahkan dapat mengakibatkan kematian. Selain itu, suhu perairan juga berkaitan erat dengan peranannya terhadap karakteristik kualitas air lainnya, seperti terhadap kandungan oksigen maupun ammonia.

Suhu perairan ini merupakan salah satu faktor yang menentukan kehidupan udang mantis, terutama untuk metabolisme dan pertumbuhan. Hasil pengukuran suhu perairan pada habitat udang mantis di lokasi penelitian berada pada kisaran 28,2-30,5°C. Kisaran suhu perairan pada habitat udang mantis ini sesuai dengan pernyataan Tricahyo (1995) bahwa kebutuhan suhu yang sesuai untuk pertumbuhan udang secara umum ditinjau dari pertumbuhan dan daya tahan hidup udang adalah 26-32°C.

Salinitas

Salinitas menggambarkan kandungan garam dalam air suatu perairan. Dalam hubungannya dengan kehidupan udang secara umum, salinitas memegang peranan yang cukup penting. Hasil pengukuran salinitas di lokasi penelitian menunjukkan nilai salinitas perairan berada pada kisaran 12-19 psu. Salinitas tersebut semakin menunjukkan bahwa lokasi penelitian merupakan daerah pesisir atau estuari dan menunjukkan pula bahwa udang mantis jenis *Harpiosquilla raphidea* yang ditemukan di lokasi penelitian merupakan udang mantis tipe *spearer* yang hidup di daerah *intertidal mudflat* yang memiliki tekstur lumpur yang lembut (Christy & Salmon 1991).

Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH merupakan gambaran jumlah atau lebih aktivitas ion hidrogen dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa asam atau basa suatu perairan. Hasil pengukuran kandungan pH perairan menunjukkan bahwa kandungan pH perairan di lokasi studi (7,1-7,8) berada pada kandungan yang cukup ideal untuk biota laut hidup dan berkembang, termasuk udang mantis, berdasarkan Kepmen LH No. 51/2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut (7,0 - 8,3).

Tricahyo (1995) mengatakan bahwa pH yang optimum untuk pertumbuhan jenis krustasea adalah 7,3. Derajat keasaman yang rendah mengakibatkan udang menjadi hipersensitif sehingga tulang menjadi koropos

dan terlalu lembek karena tidak dapat membentuk kulit baru, sebaliknya jika pH air tinggi mengakibatkan meningkatnya kadar ammonia yang secara tidak langsung membahayakan pertumbuhan udang. Halomoan (1999) melaporkan bahwa perairan Teluk Banten tempat ditemukannya udang mantis jenis *Squilla harpax* memiliki pH sekitar 7,0.

5.2.2. Aspek Biologi Reproduksi

Spesies target pada studi ini adalah *Harpiosquilla raphidea*, satu dari dua spesies udang mantis pada genus yang sama yang ditemukan pada daerah mudflat sekitar muara Kuala Tungkal, Tanjabar, Jambi. Spesies lain yang hidup di sekitar lokasi penelitian adalah *Harpiosquilla harpax*.

Studi tentang aspek biologi dan ekologi udang mantis telah dilakukan terhadap beberapa, diantaranya *Oratosquilla oratoria* (lihat Hamano & Matsuura 1984; Hamano *et al.* 1987; Kodama *et al.* 2004, 2005, 2006a, 2006b; Ohtomi *et al.* 2005; Narita *et al.* 2007; Lui *et al.* 2009), *Pseudosquilla ciliate* (lihat Kinzie 1968), *Gonodactylus falcatus* (lihat Kinzie 1968), *Oratosquilla interrupta* (Yousuf 2003), *Squilla empusa* (Wortham-Neal 2007), *Haptosquilla pulchella* (Barber *et al.* 2002), *Hemisquilla californiensis* (Shelton 2008), *Gonodactylus oerstedii* (Cronin & King 1989), and *Gonodactylaceus mutates* (Cronin *et al.* 2000). Namun demikian, hanya sedikit para peneliti yang mendiskusikan tentang rasio kelamin diantara udang mantis.

Seperti kebanyakan krustasea kelompok dekapoda, rasio kelamin betina lebih banyak untuk seluruh populasi *Harpiosquilla raphidea*, dan juga diketahui adanya keragaman rasio pada beberapa kelas ukuran. Rasio kelamin jantan yang lebih banyak, tidak dipakai untuk keseluruhan populasi pada beberapa jenis callianassid, seperti *Callianassa kraussi* (lihat Forbes, 1977), *C. subterranea* (lihat Rowden & Jones, 1994) and *C. tyrrhena* (lihat Dworschak, 1998). Pada udang callianassid diketahui bahwa rasio kelamin betina yang lebih banyak pada suatu populasi merupakan sebuah metode pengumpulan buatan yang dihipotesis oleh Rowden & Jones (1994). Pezzuto (1998) dalam reviewnya menuliskan tentang pola rasio betina lebih banyak yang ditemukan pada udang mantis yang hidup pada lingkungan yang bermacam-macam, dan ditangkap dengan dengan beberapa metode atau alat tangkap.

Pada studi ini, diketahui bahwa udang mantis betina lebih dominan dari jantan pada berbagai ukuran. Hal ini diduga terkait dengan karakteristik atau

tingkah laku dari udang jantan. Setelah matang gonad, udang mantis jantan sering melakukan perkelahian atau pertempuran dengan udang mantis jantan lainnya untuk memperebutkan pasangan. Dengan demikian, udang mantis jantan setelah matang gonad atau setelah maturasi, jumlahnya menurun cukup signifikan. Hal tersebut dapat dilihat dari rasio udang betina yang tertangkap lebih banyak pada beberapa kelas ukuran.

Tingkah laku sering melakukan perkelahian atau pertempuran (*combatant*), pada udang mantis jenis *Neaxius vivesi* terbukti telah menyebabkan kerugian yang cukup serius, bahkan dapat menyebabkan kematian, baik pada satu atau kedua udang yang saling berkelahi (lihat Berrill, 1975). Karakter tingkah laku yang sama juga dilaporkan pada beberapa udang callianassid, seperti *Callianassa filholi* (lihat Devine, 1966), *Trypaea australiensis* (lihat Hailstone, 1962), *C. tyrrhena* (lihat Ott et al., 1976: seperti *C. stebbingi*), *C. subterranea* (lihat Rowden and Jones, 1994), *Lepidophthalmus louisianensis* (lihat Felder and Lovett, 1989), *Neotrypaea californiensis* (lihat Bird, 1982), *Sergio mirim* (lihat Pezutto, 1998) and *Nihonotrypaea harmandi* (lihat Tamaki et al., 1997).

Adanya pengurangan jumlah udang mantis jantan yang matang gonad akibat perkelahian dan/atau pemangsaan, dapat menjadi keuntungan tersendiri terhadap populasi udang mantis secara umum, yaitu: (1) sebagai seleksi alam untuk mendapatkan *the best specimens*, (2) sebagai upaya pengkayaan stok udang mantis oleh masing-masing jantan yang bertahan hidup dengan mencari pasangannya/betina melalui penggalan secara acak pada setiap pengaturan, dan (3) sebagai sebuah strategi alternatif untuk mengatasi permasalahan pada penempatan pasangan yang matang gonad di bawah permukaan sedimen tanpa melalui strategi seleksi yang sering digunakan oleh hewan-hewan benthik (Pezutto, 1998).

Perhatian pengkajian terhadap aspek biologi reproduksi udang mantis meningkat pada dua dekade terakhir ini. Hamano & Matsuura (1984) telah melakukan percobaan skala laboratorium untuk mengamati tingkah laku *Oratosquilla oratoria* ketika meletakkan dan menjaga telur-telurnya. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa udang mantis tidak pernah menempatkan telurnya di luar lubang buatan. Christy & Salmon (1991) menuliskan hasil studi perbandingan tingkah laku reproduksi antara udang mantis dan kepiting.

Wortham-Neal (2002) melakukan sebuah kajian tentang morfologi reproduksi dan biologi jantan dan betina *Squilla empusa*. Dalam studinya, disimpulkan bahwa keragaman atau variasi morfologi reproduksi dapat mempengaruhi tekanan seleksi pada tingkah laku pematangan gonad pada udang mantis. *Squilla empusa* jantan mungkin tidak beruntung oleh penjagaan udang betina dikarenakan antar periode molting dan produksi telur secara teratur cukup panjang dan tidak dapat diprediksi. Strategi terbaik untuk menghasilkan reproduksi yang optimal dari perspektif betina adalah melalui pencarian murni (*pure-search*) (Wickler & Seibt, 1981).

Strategi *pure-search* memperkirakan bahwa jantan seharusnya matang gonad dengan seluruh tingkah laku yang diterima oleh udang mantis betina. Udang mantis jantan akan mentransfer material sperm-plug melalui penis ke udang mantis betina. Strategi ini dari sisi jantan menurunkan biaya penjagaan betina yang matang gonad. Kemudian jantan akan meninggalkan betina ini untuk mencari betina lain.

Kodama *et al.* (2004, 2006a) telah melakukan sebuah penelitian tentang aspek reproduksi *Oratosquilla oratoria* yang digunakan sebagai dasar untuk pengelolaan perikanan udang mantis. Poin penting dari penelitiannya adalah bahwa regulasi perikanan selama musim pemijahan dibutuhkan untuk meningkatkan ketahanan atau daya lenting stok *O. Oratoria*, terutama sekali regulasi pada puncak pemijahan pada musim semi, dimana pada waktu itu udang betina mempunyai ukuran paling besar dengan fekunditas pemijahan yang tinggi, sehingga regulasi tersebut kemungkinan akan efektif untuk memulihkan kelimpahan larva udang mantis sebelum Juli.

Pada studi ini, terjadinya TKG yang beragam pada udang mantis betina mengindikasikan bahwa terjadi pemijahan serentak (*simultaneous breeding*). Fenomena ini juga ditemukan pada udang callianassid, *Nihonotrypaea japonica* (Wardiatno, 2002). TKG III pada *Harpiosquilla raphidea* terjadi pada betina dengan ukuran lebih besar. Hal ini berarti bahwa deposisi telur telah diinisiasi oleh udang betina lebih besar pada awal musim pemijahan, sementara partisipasi reproduksi oleh udang betina dengan ukuran lebih kecil dilakukan kemudian.

Pada pengamatan skala lab menunjukkan bahwa *Harpiosquilla raphidea* betina *non-reproductive* yang dikumpulkan dari lapangan, membutuhkan waktu

sekitar 2 minggu untuk mengembangkan gonadnya hingga TKG I. Namun demikian, hanya sedikit yang menunjukkan bentuk segitiga pada bagian ventral telson. Adanya bentuk segitiga pada telson bagian ventral setelah setelah 2 minggu dari pengumpulan dari lapang, menunjukkan bahwa udang mantis tersebut siap melepaskan telur-telurnya. Untuk *Oratosquilla oratoria*, pada kondisi yang sama akan diikuti dengan pemijahan dalam waktu satu minggu kedepan (Hamano & Matsuura, 1984).

Barat, Provinsi Jambi, ada 2 jenis yang teridentifikasi, yaitu *Harpiosquilla raphidea* dan *Harpiosquilla harpax*. Jenis *Harpiosquilla raphidea* merupakan jenis yang paling banyak atau dominan ditemukan di lokasi penelitian.

Habitat udang mantis *Harpiosquilla raphidea* pada daerah intertidal dengan hamparan berlumpur (muflat) dengan kedalaman lumpur antara 50-200 cm. Hasil pengukuran beberapa parameter kualitas perairan pada habitat udang mantis *Harpiosquilla raphidea* terdiri dari salinitas pada kisaran 12-19 psu, oksigen terlarut pada kisaran 6,7-7,6 ppm, pH pada kisaran 7,1-7,8, dan suhu berada pada kisaran 29,5-30,5°C.

Pada seluruh populasi udang mantis, rasio kelamin betina lebih banyak yang terangkap. Tiga tahapan kematangan gonad pada udang mantis mengindikasikan terjadinya pemijahan terus-menerus (*continual breeding*). Berdasarkan pengamatan laboratorium menunjukkan bahwa udang mantis yang dikumpulkan dari lapangan mulai menunjukkan ada yang matang gonad, baik TKG I maupun TKG III, setelah dipelihara selama dua minggu.

6.2. Saran

Pada dilakukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan informasi dan karakter biologi lain dalam aplikasi teknik pengelolaan udang mantis *Harpiosquilla raphidea* agar pemanfaatannya dapat berkelanjutan, diantaranya penelitian tentang: (1) daur hidup populasi; (2) distribusi udang mantis berdasarkan ukuran untuk menentukan nursery habitat; (3) kelimpahan stok udang mantis; (4) Faktor biologi lain yang mempengaruhi populasi udang mantis; dan (5) filogenetik atau kekerabatan genetik udang mantis yang ada di Kuala Tungkal dengan udang mantis di perairan Indonesia lainnya.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Jenis udang mantis yang hidup di daerah mudflat sekitar muara Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi, ada 2 jenis yang teridentifikasi, yaitu *Harpiosquilla raphidea* dan *Harpiosquilla harpax*. Jenis *Harpiosquilla raphidea* merupakan jenis yang paling banyak atau dominan ditemukan di lokasi penelitian.

Habitat udang mantis *Harpiosquilla raphidea* pada daerah intertidal dengan hamparan berlumpur (mudflat) dengan kedalaman lumpur antara 50-200 cm. Hasil pengukuran beberapa parameter kualitas perairan pada habitat udang mantis *Harpiosquilla raphidea* terdiri dari salinitas pada kisaran 12-19 psu; oksigen terlarut pada kisaran 6,7-7,6 ppm; pH pada kisaran 7,1-7,8; dan suhu berada pada kisaran 28,5-30,5°C.

Pada seluruh populasi udang mantis, rasio kelamin betina lebih banyak yang tertangkap. Tiga tahapan kematangan gonad pada udang mantis mengindikasikan terjadinya pemijahan terus-menerus (*continual breeding*). Berdasarkan pengamatan laboratorium menunjukkan bahwa udang mantis yang dikumpulkan dari lapangan mulai menunjukkan ada yang matang gonad, baik TKG I maupun TKG III, setelah dipelihara selama dua minggu.

6.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan informasi dan karakter biologi lain dalam aplikasi teknik pengelolaan udang mantis *Harpiosquilla raphidea* agar pemanfaatannya dapat berkelanjutan, diantaranya penelitian tentang: (1) daur hidup populasi; (2) distribusi udang mantis berdasarkan ukuran untuk menentukan *nursery habitat*; (3) kelimpahan stok udang mantis; (4) Faktor biologi lain yang mempengaruhi populasi udang mantis; dan (5) filogenetik atau kekerabatan genetik udang mantis yang ada di Kuala Tungkal dengan udang mantis di perairan Indonesia lainnya.

Dengan demikian diharapkan pemanfaatan udang mantis *Harpiosquilla raphidea* di perairan Kuala Tungkal dapat berkelanjutan. Selain itu, informasi biologi hasil penelitian lanjutan dapat semakin memperkuat upaya domestikasi sehingga tidak tertutup kemungkinan udang mantis dapat dijadikan sebagai sumberdaya dari sektor perikanan budidaya.

- Abello, P. & P. Martin. 1983. Fishery dynamics of the mantis shrimp *Squilla mantis* (Crustacea: Stomatopoda) population off the Ebro delta (northwestern Mediterranean). *Fish Res.* 15: 131-145.
- Ahyong, S.T.; M.K. Moosa. 2004. Stomatopod crustacea from Anambas and Natuna Islands, South China Sea, Indonesia. *The Raffles Bulletin of Zoology*, Supplement No. 11: 51-55.
- Azmarina. 2007. Karakteristik morfometrik udang mantis, *Harpiosquilla raphidea* (Fabricius 1798), di perairan Bagansiapapi, (Skrigel), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau.
- Barber, P. H.; S. R. Palumbi, M. V. Erdmann & M. K. Moosa. 2002. Sharp genetic breaks among populations of *Harpiosquilla puchella* (Stomatopoda) indicate limits to larval transport, patterns, causes, and consequences. *Molecular Ecology* 11: 559-574.
- Berril, M. 1975. The burrowing, aggressive and early larval behavior of *Neaxius vivax* (Sovier) (Decapoda, Thalassinidea). *Crustaceana* 29: 92-98.
- Bird, E. M. 1982. Population dynamics of thalassinidean shrimps and community effects through sediment modification. PhD thesis, University of Maryland, USA.
- Christy, J. H. & M. Salmon. 1991. Comparative studies of reproductive behavior in mantis shrimps and fiddler crabs. *Amer. Zool.* 31:329-337.
- Cronin, T. W. & C. A. King. 1989. Spectral sensitivity of vision in the mantis shrimp, *Gonodactylus concolor*. Determined Using Noninvasive Optical Techniques. *Biol. Bull.* 175:308-316.
- Cronin, T. W., N. J. Marshall & R. L. Galowell. 2000. Spectral tuning and the visual ecology of mantis shrimps. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 355: 1263-1267.
- Colloca, F., M. Cardinale, A. Belluscio & G. Arduzone. 2003. Pattern of distribution and diversity of demersal assemblages in the central Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 58: 468-480.
- Deccaraman, M. & T. Subramoniam. 1980. Carcinin gland activity in *Squilla holoschiata* (Crustacea: Stomatopoda). Pp. 65-76 in T. Subramoniam and S. Varadarajan (eds). *Progress in Invertebrate Reproduction and Aquaculture*, University of Madras, India.
- Deccaraman, M. & T. Subramoniam. 1983. Mating and its effect on female reproductive physiology with special reference to the fate of male accessory sex gland secretion in the stomatopod *Squilla holoschiata*. *Marine Biology* 77: 161-170.

DAFTAR PUSTAKA

- Davies, C. E. 1965. Ecology of Callinassa (Callinassa) Milne-Edwards 1878 (Crustacea, Thalassinidea). Royal Society of New Zealand 8: 93-110.
- Darmochak, P. C. 1988. Observations on the biology of the burrowing mud shrimp *Callinassa (Callinassa) milne-edwardsi* (Crustacea: Decapoda). Journal of Crustacean Biology 7: 1-10.
- Abelló, P.; E. Macpherson. 1990. Influence of environmental conditions on the distribution of *Pterygosquilla armata capensis* (Crustacea: Stomatopoda) off Namibia. South Africa Journal of Marine Science 9: 169-175.
- Abello, P. & P. Martin. 1993. Fishery dynamics of the mantis shrimp *Squilla mantis* (Crustacea: Stomatopoda) population off the Ebro delta northwestern Mediterranean). Fish Res. 16: 131-145.
- Ahyong, S.T.; M.K. Moosa. 2004. Stomatopod crustacea from Anambas and Natuna Islands, South China Sea, Indonesia. The Raffles Bulletin of Zoology. Supplement No. 11: 61-66
- Azmarina. 2007. Karakteristik morfometrik udang mantis, *Harpiosquilla raphidea* (Fabricius 1798), di perairan Bagansiapiapi. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau.
- Barber, P. H., S. R. Palumbi, M. V. Erdmann & M. K. Moosa. 2002. Sharp genetic breaks among populations of *Haptosquilla pulchella* (Stomatopoda) indicate limits to larval transport: patterns, causes, and consequences. Molecular Ecology 11: 659-674.
- Berrill, M. 1975. The burrowing, aggressive and early larval behavior of *Neaxius vivesi* (Bouvier) (Decapoda, Thalassinidea). Crustaceana 29: 92-98.
- Bird, E. M. 1982. Population dynamics of thalassinidean shrimps and community effects through sediment modification. PhD thesis, University of Maryland, USA.
- Christy, J. H. & M. Salmon. 1991. Comparative studies of reproductive behavior in mantis shrimps and fiddler crabs. Amer. Zool. 31:329-337.
- Cronin, T. W. & C. A. King. 1989. Spectral sensitivity of vision in the mantis shrimp, *Gonodactylus oerstedii*, Determined Using Noninvasive Optical Techniques. Biol. Bull. 176:308-316.
- Cronin, T. W., N. J. Marshall & R. L. Galdwell. 2000. Spectral tuning and the visual ecology of mantis shrimps. Phil. Trans. R. Soc. Land. B. 355: 1263-1267.
- Colloca, F., M. Cardinale, A. Belluscio & G. Ardizzone. 2003. Pattern of distribution and diversity of demersal assemblages in the central Mediterranean Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science 56: 469-480.
- Deecaraman, M. & T. Subramoniam. 1980. Cement gland activity in *Squilla holoschista* (Crustacea: Stomatopoda). Pp. 68-76 in T. Subramoniam and S. Varadarajan (eds.). Progress in Invertebrate Reproduction and Aquaculture. University of Madras, India.
- Deecaraman, M. & T. Subramoniam. 1983. Mating and its effect on female reproductive physiology with special reference to the fate of male accessory sex gland secretion in the stomatopod *Squilla holoschista*. Marine Biology 77: 161-170.
- Dee, J. H. 1983. Seasonal variation in stock abundance of the Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* in Tokyo Bay. Fisheries Science 72: 566-577.

- Devine, C. E. 1966. Ecology of *Callinassa filholi* Milne-Edwards 1878 (Crustacea, Thalassinidea). Transactions of the Royal Society of New Zealand 8: 93-110.
- Dworschak, P. C. 1998. Observations on the biology of the burrowing mud shrimps *Callinassa tyrrhena* and *C. candida* (Decapoda: Thalassinidea). Journal of Natural History 32: 1535-1548.
- Edyson. 1986. Komposisi distribusi dan kelimpahan udang di muara Sungai Ciheru, Kecamatan Cigeulis, Kabupaten Pandeglang, Jawa Barat. [Skripsi]. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor. 93 hal
- Felder, D. L., and D. L. Lovett. 1989. Relative growth and sexual maturation in the estuarine ghost shrimp *Callinassa louisianensis* Schmitt, 1935. Journal of Crustacean Biology 9: 540-553.
- Forbes, A. T. 1973. An unusual abbreviated larval life in the estuarine burrowing prawn *Callinassa kraussi* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). Marine Biology 22: 361-365.
- Garces, L.R., I. Stobutzki, M. Alias, W. Campos, N. Koongchai, L. Lachica-Alino, G. Mustafa, S. Nurhakim, M. Srinath & G. Silvestre. 2006. Spatial structure of demersal fish assemblages in South and Southeast Asia and implications for fisheries management. Fisheries Research 78: 143-157.
- Hailstone, T. S. 1962. They're a good bait! Australian Natural History 14: 29-31.
- Hamano, T. & S. Matsuura. 1984. Egg Laying and Egg Mass Nursing Behaviour in the Japanese Mantis Shrimp. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 50: 1969-1973.
- Hamano, T., N. M. Morrissy & S. Matsuura. 1987. Ecological Information on *Oratosquilla oratoria* (Stomatopoda, Crustacea) with an Attempt to Estimate the Annual Settlement Date from Growth Parameters. The Journal of Shimonoseki University of Fisheries 36: 9-27.
- Holomoan, M. 1999. Beberapa aspek biologi reproduksi udang ronggeng (*Squilla harpax* de Haan) di perairan Teluk Banten, Serang, Jawa Barat. [Skripsi]. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Kinzie, R. A. 1968. The Ecology of the Replacement of *Pseudosquilla ciliata* (Fabricius) by *Gonodactylus falcatus* (Forsk.) (Crustacea; Stomatopoda) Recently Introduced into the Hawaiian Islands. Pacific Science 21: 465-475.
- Kodama, K., T. Shimizu, T. Yamakawa & I. Aoki. 2004. Reproductive biology of the female Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* (Stomatopoda) in relation to changes in the seasonal pattern of larval occurrence in Tokyo Bay, Japan. Fisheries Science 70: 734-745.
- Kodama, K., T. Yamakawa, T. Shimizu & I. Aoki. 2005. Age estimation of the wild population of Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* (Crustacea: Stomatopoda) in Tokyo Bay, Japan, using lipofuscin as an age marker. Fisheries Science 71: 141-150.
- Kodama, K., T. Shimizu, T. Yamakawa & I. Aoki. 2006a. Changes in reproductive patterns in relation to decline in stock abundance of the Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* in Tokyo Bay. Fisheries Science 72: 568-577.

- Kodama, K., T. Horiguchi, G. Kume, S. Nagayama, T. Shimizu, H. Shiraisho, M. Morita & M. Shimizu. 2006b. Effects of hypoxia on early life history of the stomatopod *Oratosquilla oratoria* in a coastal sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 324: 197-206.
- Kubo, I., S. Hori, M. Kumemura, M. Naganawa & J. Soedjono. 1959. A biological study on a Japanese edible mantis-shrimp, *Squilla oratoria* de Haan. *J. Tokyo Univ. Fish.* 45: 1-25.
- Lui, K. K. Y., J. S. S. Ng & K. M. Y. Leung. 2007. Spatio-temporal variations in the diversity and abundance of commercially important Decapoda and Stomatopoda in subtropical Hong Kong waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 72: 635-647.
- Lui, K. K. Y., Leung, P. T. Y., W. C. Ng & K. M. Y. Leung. 2009. Genetic variation of *Oratosquilla oratoria* (Crustacea: Stomatopoda) across Hong Kong waters elucidated by mitochondrial DNA control region sequences. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 5 : 1-9.
- Musa, N. & L. S. Wei. 2008. Outbreak of Vibriosis in Mantis Shrimp (*Squilla* sp.). *World J. Agric. Sci.*, 4 (2): 137-139.
- Narita, T., M. Ganmanee & H. Sekiguchi. 2007. Population dynamics of mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* in Ise Bay, central Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi* 73: 18-31.
- Ohtomi, J., N. Nakata & M. Shimizu. 1992. Discarding of the Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* by small-scale trawlers in Tokyo Bay. *Nippon Suisan Gakkaishi* 58: 665-670.
- Ohtomi, J., H. H. Kawazoe & T. Furota. 2005. Temporal distribution of the Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* larvae during transition from good catch period to poor catch period in Tokyo Bay, Japan. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 54: 1-6.
- Ott, J. A., B. Fuchs and A. Malasek. 1976. Observations on the biology of *Callinassa stebbingi* Borrodaille and *Upogebia litoralis* Risso and their effect upon the sediment. *Senckenbergiana maritima* 8: 61-79.
- Pezzuto, P. R. 1998. Population dynamics of *Sergio mirim* (Rodrigues 1971) (Decapoda: Thalassinidea: Callinassidae) in Cassino Beach, southern Brazil. *P.S.Z.N.: Marine Ecology* 19: 89-109.
- Shelton, T. S. J. 2008. Effects of low oxygen on behavior of the mantis shrimp *Hemisquilla californiensis*. Master Thesis. Walla Walla University.
- Sumiono, B.; B. E. Priyono. 1998. Sumberdaya udang peneid dan krustase lainnya. Hal. 107-138 in: J. Widodo, K. A. Azis, B. E. Priyono, G. H. Tampubolon, N. Naamin, & A. Djamali, eds.. Potensi dan penyebaran sumberdaya ikan laut di perairan Indonesia. Komisi Nasional Pengkajian Stok Sumberdaya Ikan Laut dan P₂O-LIPI. Jakarta.
- Tamaki, A., B. Ingole, K. Ikebe, K. Muramatsu, M. Taka, M. Tanaka. 1997. Life history of the ghost shrimp, *Callinassa japonica* Ortmann (Decapoda: Thalassinidea), an intertidal sandflat in western Kyushu, Japan. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 210: 223-250.
- Ticahyo, E. 1995. Biologi dan kultur udang windu. Akademika Presindo. Jakarta. 128 hal.

- Wardiatno, Y. 2002. Study on the biology of the ghost shrimp, *Nihonotrypaea japonica* (Ortmann 1891) (Decapoda: Thalassinidea: Callinassidae), distributed on intertidal sandflats in Ariake Sound, Kyushu, Japan. Dissertation. Graduate School of Marine Science and Engineering, Nagasaki University.
- Wickler, W. & U. Seibt. 1981. Monogamy in crustacea and man. *Journal of Comparative Ethology* 57: 215-234.
- Wortham-Neal, J. L. 2002. Reproductive morphology and biology of male and female mantis shrimp (Stomatopoda: Squillidae). *Journal of Crustacean Biology* 22: 728-741.
- Yousuf, F. 2003. Redescription of *Oratosquilla interrupta* (Manning, 1995) (Crustacea: Stomatopoda) and its Transfer to *Oratosquillina* (Manning, 1995) from Northern Arabian Sea, Karachi, Pakistan. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 6: 1199-1201.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Alat yang Digunakan Selama Penelitian

A. ALAT PENGAMATAN LAPANG

1. DO meter untuk mengukur oksigen terlarut dan suhu
2. pH meter untuk mengukur pH
3. Refraktometer untuk mengukur salinitas
4. Timbangan digital untuk menimbang bobot udang mantis
5. Galiper atau penggaris besi untuk mengukur panjang udang mantis
6. Kamera Digital untuk mendokumentasikan kegiatan, pengamatan dan sampel
7. GPS untuk melihat dan memplotkan lokasi atau stasiun sampling atau penelitian
8. Alat tulis untuk mencatat data
9. Perahu untuk transportasi dalam pengamatan dan pengukuran kualitas perairan pada habitat udang mantis

B. ALAT PENGAMATAN LABORATORIUM

1. Blower untuk mensuplai kebutuhan udara ke akuarium
2. Filter air untuk menyaring air akuarium pada sistem resirkulasi
3. Akuarium sebagai tempat pemeliharaan udang mantis
4. Timbangan digital untuk menimbang bobot udang mantis
5. Caliper atau penggaris besi untuk mengukur panjang udang mantis
6. Freezer untuk menyimpan makanan udang mantis
7. Kamera Digital untuk mendokumentasikan kegiatan laboratorium
8. Alat tulis untuk mencatat data
9. Genset sebagai cadangan listrik apabila listrik PLN mati
10. Bak atau wadah untuk menampung air (air laut dan air tawar)

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Alat yang Digunakan Selama Penelitian

Enam Spesies Stomatopoda

A. ALAT PENGAMATAN LAPANG

1. DO meter untuk mengukur oksigen terlarut dan suhu
2. pH meter untuk mengukur pH
3. Refraktometer untuk mengukur salinitas
4. Timbangan digital untuk menimbang bobot udang mantis
5. Caliper atau penggaris besi untuk mengukur panjang udang mantis
6. Kamera Digital untuk mendokumentasikan kegiatan, pengamatan dan sampel
7. GPS untuk melihat dan memplotkan lokasi atau stasiun sampling atau penelitian
8. Alat tulis untuk mencatat data
9. Perahu untuk transportasi dalam pengamatan dan pengukuran kualitas perairan pada habitat udang mantis

B. ALAT PENGAMATAN LABORATORIUM

1. Blower untuk mensuplai kebutuhan udara ke akuarium
2. Filter air untuk menyaring air akuarium pada sistem resirkulasi
3. Akuarium sebagai tempat pemeliharaan udang mantis
4. Timbangan digital untuk menimbang bobot udang mantis
5. Caliper atau penggaris besi untuk mengukur panjang udang mantis
6. Freezer untuk menyimpan makanan udang mantis
7. Kamera Digital untuk mendokumentasikan kegiatan laboratorium
8. Alat tulis untuk mencatat data
9. Genset sebagai cadangan listrik apabila listrik PLN mati
10. Bak atau wadah untuk menampung air (air laut dan air tawar)

Lampiran 2. Hasil Pensejajaran Genom Mitokondria Dari Enam Spesies Stomatopoda Sebagai Dasar Untuk Mendesain Primer

```

[ .harpax      1 1111111112 2222222223 3333333334 4444444445 5555555556 ]
[ .ciliata    1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis    CTTGTCCGAC CATTCATACA A-GCCTCTAA TTAGGAGACT AATTATTATG CTACCTTCGC
#S.empusa    CTTGTCCGAC CATTCATACA A-GCCTCTAA TTAGGAGACT AATTATTATG CTACCTTCGC
#L.maculata  CTTGTCAGAC CATTCATACC A-GCCTCTAA TTAGGAGACT AATTATTATG CTACCTTCGC
#G.chiragra  CTTGTCCGAC CATTCATACA A-GCCTCTAA TTAGGAGACT AATTATTATG CTACCTTCGC
#H.harpax    CTTGTCCGAC CATTCATACA A-GCCTCTAA TTAGGAGACT AATTATTATG CTACCTTCGC
#P.ciliata   CTTGTCCGAC CATTCATACA ATGCCTCTAA TTAGGAGACT AATTATTATG CTACCTTCGC
                AF178FW tctaa ttaggagact aattattatg cta

-----300 bp deleted-----
[ .harpax      3333333333 3333333333 3333333333 3333333334 4444444444 4444444444 ]
[ .ciliata    6666666667 7777777778 8888888889 9999999990 0000000001 1111111112 ]
[             1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis    ACAATTTTTT AACGTGGCTA ATTTTAAGCC TAGTTTAATA AAACAAATTA AGATCATTTA
#S.empusa    ACGATTTTTT AACATGACTG ATTTTAAGCC TAGTTTAATA AAACAAAG-A TAATCGTTTA
#L.maculata  ACGATTTTCG AATATGACTG ATTTTAAGCC TAATTAATA ATCTA-ATTC CTATTAATCA
#G.chiragra  ACGATTTTAA AACCTGACTG ATCTTAAGCC TAGTTAAATA AGCTATCTCA -AATTACCCA
#H.harpax    ACGATTTTTT AAAATGACTG ATTTTAAGCC TAATTAATA TATACAATTA CAATTATTTA
#P.ciliata   ACGATTTTGA AATTTGACTG ATTTTAAGCC TAATTAATA ATTTATATTT TTTTCATTTA
                AF176FW acgtggcta attttaagcc tagttt

-----420 bp deleted-----
[ .harpax      8888888888 8888888888 8888888888 8888888888 88888 88888 8888888889 ]
[ .ciliata    4444444445 5555555556 6666666667 7777777778 88888 88889 9999999990 ]
[             1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 12345 67890 1234567890 ]
#S.mantis    CTTAATAGAT AAGTTTT--- TATTTCAAAA TAAAT-CGAT TCGCA CGATA TCTTTTCAAC
#S.empusa    TTAATAGAT  AAGGATT--- TATTTCAAAA TAAAT-CGAT TTGCA CGATA TCTTTTCAAC
#L.maculata  TATCTTTAAT AAGTTTAATA TTCCTCAAAA TAAAT-CGAC TCGCA CGATA TCTTCTCAAC
#G.chiragra  TTTAAGAGTT TAGTATT-CA TTCTTCAAAA TAAAT-CGAA TTGCA CGATA TCTTCTCAAC
#H.harpax    ACAAATAGAT AAGTTTA--- ATTTTCAAAA TAAAT-CGAT TTGCA CGATA TCTTTTCAAC
#P.ciliata   TTAATTAGAT AAGAGAT--- TTTTTC AAAA TAAATTCGAT TTGCA CGATA TCTTCTCAAC
                16SrRNA←|→Val
[             9999999999 9999999999 9999999999 999999 9999 9999999999 9999999999 ]
[             0000000001 1111111112 2222222223 333333 3334 4444444445 5555555556 ]
[             1234567890 1234567890 1234567890 123456 7890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis    GTAAGTGAAA TGCTTAACTA GTCAAGCTCT ATTTTG CATT CTAGGGGCTC TTTCCAGTAC
#S.empusa    GTAAGTGAAA TGCTTAACTA ACCAAGCTCT ATTTTG CATT CTAGGGGCTC TTTCCAGTAC
#L.maculata  GTAAGTGAGA TGCTTAACTA ATCAAGCTCT ATTTTG AATT CTAGAGACAC TTTCCAGTAT
#G.chiragra  GTAAGTGAGA TGCTTAACTA ACCAAGCTCT ACTTTG CATT CTAGGAGCAC TTTCCAGTAC
#H.harpax    GTAAGTGAAG TGCTTAACTA ATCAAGCTCT ATTTTG CATT CTAGGGGCC TTTCCAGCAC
#P.ciliata   GTAAGTGAAA TGCTTAACTA ATCAAGCTCT ATTTTG CATT CTAGGGGCAC TTTCCAGTAC
                Val←|→12SrRNA

-----780 bp deleted-----
[ .chiragra   1111111111 1111111111 1111111111 1111111111 1111111111 1111111111 ]
[ .harpax     7777777777 7777777777 7777777777 7777777777 7777777777 7777777778 ]
[ .ciliata    4444444445 5555555556 6666666667 7777777778 8888888889 9999999990 ]
[             1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis    TTAATTATAT TTACATGCAC -TTAGACCAA AAAGAAAACA AATAGCTAGA GTCAAAC TTT
#S.empusa    TTAATTATAT TTACATGCGT -TTAAATCAA AAAGAAAACA AATAGCCAGA GTCAAAC TTT
#L.maculata  TCACTATTAT TTACATGCAT -TACCATCAA AGAAAAACA GACAGCCAGA GTCAAAC TTT
#G.chiragra  ATACTTATAT TTACATGCAT CTTACATCAA AAAGAAAATA ATCAGCCAGA GTCAAAC TTT
#H.harpax    TTATTTATAT TTACATGCAT -TTAAATCAA AAAGAAAACA ATTAGCCAGA GTCAAAC TTT
#P.ciliata   -----
                AF180FW aagaaaaca aatagctaga gtcaaac

[ .maculata   111 1111111 1111111111 1111111111 1111111111 1111111111 1111111111 ]
[ .chiragra   888 8888888 8888888888 8888888888 8888888888 8888888888 8888888888 ]
[ .harpax     000 0000001 1111111112 2222222223 3333333334 4444444445 5555555556 ]
[ .ciliata    123 4567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]

```

```

#S.mantis TG- TACTAAC AATACTAACA ATTATAAGGA TATAAATATA TAAAAATATT AGACACCATA
#S.empusa AA- TAAGAAG AAAAACATAA AAATAAACAT ATATTAACAA ATAAGCATAA ACTATTAAAA
#L.maculata GA- TCCACCC TATCTCTTAC ACAAAGCCTA ATTCATTAGT CCTTATATCA CGTATATATT
#G.chiragra GA- GTACTTT AGATCATTAA TACAAACAAA AAGAAAAAAA AATCTTAATA ACATACTATT
#H.harpax TGG ATAAAAG ATTAATGTTT AAATTAATA TATAACAAC AATTTATAAC AAACATCAAT
#P.ciliata ---

```

12SrRNA ←|→ CR

```

[ 1111111111 1111111111 1111111111 1111111111 1111111111 1111111111 1111111111 ]
[ 8888888888 8888888888 8888888888 8888888888 9999999999 9999999999 9999999999 ]
[ 6666666667 7777777778 8888888889 9999999990 0000000001 1111111112 ]
[ 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis ATAAGAACAA AACGAATATA TATAATATAA ATGATAATAA AAGAAAGAAA AACTTTCTGC
#S.empusa AAAGAAATAA ATAATTTACA AAAACATCAC ACAACGTAAC AAAAGGAACA ACTTCCTCCC
#L.maculata GAAGAACATA ATATCTGCCG CTTAATACGC AGCAAAGTTA AGAACGAAGT ATTACACCCC
#G.chiragra CCTAGAACTA TTAAACAATT ATTAACATA TAAATTTAC TTTTAAGAAA AACTTCCTAC
#H.harpax TTAAGAATAA AACAACTAA ACTATAAAAA CAGTTTTTAT TATTAAGAAT AACTTACTCC
#P.ciliata ---

```

-----1200 bp deleted-----

```

[ 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 ]
[ 1111111111 1111111111 1111111111 1111111111 1111111111 1111111111 1111111111 ]
[ 2222222223 3333333334 4444444445 5555555556 6666666667 7777777778 ]
[ 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis -----
#S.empusa -----
#L.maculata CCCTAAGACA ACTGGTTAAC AACTA-----
#G.chiragra TTAAATACAA AACATTGAAT TTCCTTTTTT TTTGTCCAAT AAATAAACTT TATTCTATCA
#H.harpax -----
#P.ciliata -----

```

```

[ 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 ]
[ 1111111111 1111111112 2222222222 2222222222 2222222222 2222222222 2222222222 ]
[ 8888888889 9999999990 0000000001 1111111112 2222222223 3333333334 ]
[ 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis AATGAAGTGC CTGAAAAGG ATTATCTTGA TAGGATAAAT AATGTAGAT- ----TTATAG
#S.empusa AATGAAGTGC CTGAAAAGG ATTATCTTGA TAGGATAAAT AATGTAGAT- ----ATTTAG
#L.maculata AATGAAGTGC CTGAAAAGG ATTATCTTGA TAGGATAAAT CATGTAAAAC CGAGATTTAC
#G.chiragra AATGAAGTGC CTGAAAAGG ATTATCTTGA TAGGATAAAT TATGTAAAC- ----ACGAAT
#H.harpax AATGAGATGC CTGAAAAGG ATTATCTTGA TAGGATAAAT AATGTAAAC- ----ATCCAA
#P.ciliata -----

```

tgaaaaagg attatcttga taggat AF181RV

CR←|→Ile_Gln_Met

```

[ 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 ]
[ 2222222222 2222222222 2222222222 2222222222 2222222222 2222222222 2222222223 ]
[ 4444444445 5555555556 6666666667 7777777778 8888888889 9999999990 ]
[ 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis TTTTAC---- -CTTTATTAT ACTCAATGGG GTTTGACCCA TTACCTTAAG AATCAAATC
#S.empusa CTTTAC---- -MTTCATTAT ACTCAATGGG GTTTGACCCA TTACCTCAAG AATCAAATC
#L.maculata CTTTATTAAA TCCTTATTAT ACTCAATGGG AGT-GGCCCA TTACCTTAAG AATCAAAGTC
#G.chiragra ATTTAC---- -CTTCATTAT ACTCAATGGG ATA-GGCCCA TTACCTCAAG AATCAAATC
#H.harpax CTTTAC---- -TCTCATTAT ACTCAATGGG ATT-GGCCCA TTACTATAAG AATCAAATC
#P.ciliata TTTTAC---- ----TATTAT ACTCAATGGG GTT-GACCCA TTGCCTCAAG AATCAAATC

```

---120 bp deleted-----

```

[ 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 33 33333333 ]
[ 4444444444 4444444444 4444444444 4444444444 4444444444 44 44444444 ]
[ 2222222223 3333333334 4444444445 5555555556 6666666667 77 77777778 ]
[ 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 12 34567890 ]
#S.mantis TTTAATTCCT TCTCACCTAC TTTTTTTTTC TACATTGGTT TTTGGGATAA TG ATAGCAGT
#S.empusa TTTAATTCCT TCTCATCTTC TTTTTTTTTC TACTTTAGTG TTTGGGATAA TA ATAGCTGT
#L.maculata CTTAATTCCT TCACATCTCC TGTTCTTTTC CACGCTAGTA TTTGGGACAA TA ATAGCAGT
#G.chiragra CTTAATTCCT TCTCATATCC TGTTTTTTTC CACACTAATG TTTGGGATGA TG ATAGCAGC
#H.harpax TTTAATTCCT TCCCATTTC TTTTTTTTTC TACTTTAATA TTTGGTATGA TA ATAGCTGT
#P.ciliata TTTAATTCCT TCCCATTTC TATTTATTTC TACTTTATTG TTCGGTATAC TG ATAGCCGT

```

```
[
3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 3333333333 ]
[
4444444444 4444444444 5555555555 5555555555 5555555555 5555555555 5555555555 ]
[
8888888889 9999999990 0000000001 1111111112 2222222223 3333333334 ]
[
1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis TTCCTCTTCT TCTTGGTTTA CCGCTTGAAT AGGATTAGAA CTAAACTTAC TGTCTTTTAT
#S.empusa TTCTTCTTCT TCTTGGTTCA CTGCTTGAAT AGGATTAGAA TTGAACCTAT TATCCTTTAT
#L.maculata CTCATCCTCT TCTTGATTTA CCGCTTGAAT AGGTCTAGAA TTGAACCTAT TATCCTTTAT
#G.chiragra TTCTTCCTCA TCATGATTTA CTGCTTGAAT AGGTCTAGAA CTAAACCTCC TTTCCTTTAT
#H.harpax TTCTTCTTCT TCTTGATTTA CTGCTTGAAT AGGTTTAGAA TTAAATCTAC TTTCTTTTAT
#P.ciliata TTCCTCTTCG TCCTGGTTTA CAGCATGAAT AGGCCTAGAA TTAAATCTTT TATCTTTTAT
```

-----840 bp deleted-----

```
[
4444444444 4444444444 4444444444 4444444444 4 4444444444 4444444444 ]
[
3333333333 3333333334 4444444444 4444444444 4 4444444444 4444444444 ]
[
8888888889 9999999990 0000000001 1111111112 2 2222222223 3333333334 ]
[
1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1 234567890 1234567890 ]
#S.mantis GTTGTTTATA TCTCCTTTAT TTTTATACT TAATT----A A GATCTTAAG TTAAAT-AAA
#S.empusa CTTGTTTCATA TCACCTTTAA TTTTCATAAT TAATT----A A GATCTTAAG TTAAAC-AAA
#L.maculata CTTGCTCGTA TCACCTGTTA TTTTCCTAAC TGGTT---AA A GATCTTAAG TTAAC-AAA
#G.chiragra GCTACTTATG TCCCCTATTG TTTACATATT TACTTCTTAA A GACCTTAAG TTAATA-AAA
#H.harpax ATTGTTAGTG CCTACTTTGT TTTTATAAT TAATT----A A GATCTTAAG TTAAACGAAA
#P.ciliata GCTAATAATT TCTCCTATCG TCTATATGGT TTATT----A A GATCTTAAG TTAAATAAA
```

ND2←|→Trp_Cys_Tyr

-----240 bp deleted-----

```
[
44 44444444 4444444444 4444444444 4444444444 4444444444 4444444444 ]
[
66 66666666 6666666667 7777777777 7777777777 7777777777 7777777777 ]
[
88 88888889 9999999990 0000000001 1111111112 2222222223 3333333334 ]
[
12 34567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis CG ATGATTAT TTTCTACAAA TCATAAAGAT ATTGGAACCT TATATTTTAT TCTAGGGGCT
#S.empusa CG ATGATTAT TTTCTACAAA TCATAAAGAT ATTGGAACCT TATATTTTAT TCTAGGGGCT
#L.maculata CG ATGATTAT TTTCTACAAA CCATAAAGAT ATTGGTACAT TATATTTTAT CTTAGGTGCC
#G.chiragra CG ATGATTAT TTTCTACAAA TCATAAAGAC ATTGGCACGT TATATTTTAT CTTAGGAGCA
#H.harpax CG ATGATTAT TCTCTACAAA CCATAAAGAT ATCGGAACCT TATATTTTAT TTTAGGGGCT
#P.ciliata CG ATGATTAT TTTCTACAAA TCATAAAGAT ATTGGGACTT TATATTTTAT TTTAGGGGCA
```

Trp_Cys_Tyr←|→C01

-----660 bp deleted-----

```
[
5555555555 5555555555 5555555555 5555555555 5555555555 5555555555 5555555555 ]
[
4444444444 4444444444 4444444444 4444444444 4444444444 4444444444 4444444444 ]
[
0000000001 1111111112 2222222223 3333333334 4444444445 5555555556 ]
[
1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis ATTTTAATTT TACCTGCTTT TGGCCTAATT TCACACATTG TTAGCCAAGA ATCAGGAAAG
#S.empusa ATTTTAATTT TACCTGCTTT TGGGTTAATC TCTCACATTG TTAGACAAGA GTCAGGAAA
#L.maculata ATTTTGATTC TGCCAGGGTT CGGGCTAATT TCCCATATTG TTAGTCAAGA GTCAGGAAA
#G.chiragra ATCTTAATTT TACCAGGATT TGGCCTAATC TCGCACATCG TTAGTCAAGA ATCTGGAAA
#H.harpax ATTTTAATTT TACCGGGATT TGGTTAATTT TCACATATTG TTAGACAAGA GTCAGGAAA
#P.ciliata ATTTTAATTT TACCAGGATT TGGTTAATTT TCACATATTG TTAGACAAGA ATCAGGAAA
```

```
[
5555555555 5555555555 5555555555 5555555555 5555555555 5555555555 5555555555 ]
[
4444444444 4444444444 4444444444 4444444445 5555555555 5555555555 ]
[
6666666667 7777777778 8888888889 9999999990 0000000001 1111111112 ]
[
1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis AAGGAGACTT TTGGAACATT AGGAATAATT TATGCTATAT TGGCAATTGG GGTATTAGGG
#S.empusa AAAGAAACTT TCGGAACATT AGGAATAATC TATGCTATAT TAGCAATTGG GGTATTAGGC
#L.maculata AAAGAGACTT TCGGTACGCT AGGAATAATT TACGCCATGC TTGCCATTGG AGTTTATAGGA
#G.chiragra AAAGAAACCT TCGGGACTTT AGGAATAATT TATGCTATAC TAGCCATTGG AGTTTATAGGC
#H.harpax AAAGAAACAT TTGGGACTTT GGAATAATT TATGCTATAC TAGCAATTGG AGTACTAGGA
#P.ciliata AAAGAAACAT TTGGGACTTT AGGTATAATT TATGCTATAT TAGCTATTGG AGTTCTTGG
```

agactt ttggaacatt aggaataat AF179RV

-----660 bp deleted-----


```

[ 6666666666 6666666666 6666666666 666 6666666 6666666666 6666666666 ]
[ 1111111111 1111111112 2222222222 222 2222222 2222222222 2222222222 ]
[ 8888888889 9999999990 0000000001 111 1111112 2222222223 3333333334 ]
[ 1234567890 1234567890 1234567890 123 4567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis TATATAGAAA TTCCTATAAT TACTAACTTC TAA AATGGCA GAAAAGTGCA ATGGATTTAA
#S.empusa TATATAGAAA TTCCTATGAT TACTAACTTC TAA AATGGCA GAAAAGTGCA ATGGATTTAA
#L.maculata TATATAGAGG TTCCTATGAT TACTAACTTC TAA AATGGCA GAGAAGTGCA ATGGATTTAA
#G.chiragra TATATGGAGA TTCCTATAAT CACTAACTTC TAA AATGGCA GAAAAGTGCA ATGGATTTAA
#H.harpax TACATAGAAA TCCCTATAAT TACTAATTTTC TAA AATGGCA GAAAAGTGCA ATGGATTTAA
#P.ciliata TACATAGAGA TTCCTATAAT TACTAACTTC TAA AATGGCA GAAAAGTGCA ATGGATTTAA

```

CO1←|→Leu

```

[ 6666666666 6666666666 6666666666 6666666666 6666666666 6666666666 ]
[ 2222222222 2222222222 2222222222 2222222222 2222222222 2222222223 ]
[ 4444444445 5555555556 6666666667 7777777778 8888888889 9999999990 ]
[ 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis GCTCCATATA TGAAGAAATT -TCTCTTCTT TTAGAAATTA ATGGCAACAT GAGGTTACTT
#S.empusa GCTCCATATA TGAAGAAATT ATCTCTTCTT TTAGAAAT-A ATGGCAACAT GAGGTTATTT
#L.maculata GCTCCATATA TGAAGGA--T ACTCCTTCTT TTAGAAACTA ATGGCAACGT GAGGATATTT
#G.chiragra GCTCCATATA TGAAGG-TTT ATCTCTTCTT TTAGAAACCA ATGGCAACAT GAGGTTATTT
#H.harpax GCTCCATATA TGAAGGACTC -TTCCTTCTT TTAGAAA--A ATGGCAACAT GAGGTTACTT
#P.ciliata GCTCCATATA TGAAGGATTT ATTCCTTCTT TTAGAAT--A ATGGCAACAT GAGGTTACTT

```

Leu←|→CO2

-----660 bp deleted-----

```

[ 66666666 66 6666666666 6666666666 6666666667 7777777777 7777777777 ]
[ 99999999 99 9999999999 9999999999 9999999990 0000000000 0000000000 ]
[ 66666666 67 7777777778 8888888889 9999999990 0000000001 1111111112 ]
[ 12345678 90 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis TGAAGAAT CA TTAAGTGACT GAAAGTAAGT GTAAATCTTT TAAATTTATT ATAATAGTTA
#S.empusa TGAAGAAT CA TTAAGTGACT GAAAGTAAGT GTAAATCTTT TAAATTTATT ATAATAGTTA
#L.maculata AGAGGAAT CA TTAAGTGACT GAAAGTAAGT GTAAATCTTT TAAATTTATT ATAATAGACA
#G.chiragra GGAAGAAT CA TTAAGTGACT GAAAGTAAGT GTAAATCTTT TAAATTTATT ATAATAGTAA
#H.harpax TGAAGAAT CA TTAAGTGACT GAAAGTAAGT GTAAATCTTT TAAATTTATT ATAATAGTTA
#P.ciliata AGAAGAAT CA TTAAGTGACT GAAAGTAAGT GTAAATTTTT TAAATTTATA ATAATAGATA

```

CO2←|→Lys_Asp

-----60 bp deleted-----

```

[ 7777777777 7777777777 777777 7777 7777777777 7777777777 7777777777 ]
[ 0000000000 0000000001 111111 1111 1111111111 1111111111 1111111111 ]
[ 8888888889 9999999990 000000 0001 1111111112 2222222223 3333333334 ]
[ 1234567890 1234567890 123456 7890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis AATAACTAAT TAAATTAGTA TTTTTT GATC CCTCAAATAT CACCTTTATT ATGACTAA--
#S.empusa AATAACTAGT TAAACTAGTA TTTTTT AATC CCTCAGATAT CCCCATTTATT ATGACTTAAT
#L.maculata AATAACTAAA TAATTTAGTA TTTCTC AATT CCCCAAATAT CACCATTACT ATGACTTAAC
#G.chiragra AATAACTAAG AAGATTAGTA TTTTTT AATC CCTCAGATAT CTCCCTTACT ATGACTTAAC
#H.harpax AGTAACTAAT TAATTTAGTA TTTTTT AATC CCACAAATAT CCCCTTTATT ATGACTTAAC
#P.ciliata AGTAACTAAT TAATTTAGTA TTTTTT AATC CCTCAGATAT CCCCTTTATT ATGACTTAAC

```

Lys_Asp←|→ATP8

-----120 bp deleted

```

[ 77777 77777 7777777777 7777777777 7777777777 7777777777 7777777777 ]
[ 22222 22222 2222222222 2222222222 2222222223 3333333333 3333333333 ]
[ 66666 66667 7777777778 8888888889 9999999990 0000000001 1111111112 ]
[ 12345 67890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis TGATA AGTAA TCTATTCTCT GTTTTTGACC CATCTACTTC TTTAATAAAC CTACAACATA
#S.empusa TGATA AGTAA TTTATTCTCC GTTTTTGACC CCTCTACCTC TCTAATAAAC CTACAACATA
#L.maculata TGATA ACCAA CTTATTTTCC GTTTTTGACC CCTCCACCTC ATTAGCTAAC CTTCAACTGA
#G.chiragra TGATA ACTAA CCTATTCTCC GTCTTTGACC CTTCCACATC TCTAATAAAT ATACAGTTAA
#H.harpax TGATA AGTAA CTTATTCTCT GTTTTTGACC CATCTACTTC TTTAATAAAT ATACAATTAA
#P.ciliata TGATA AGTAA CTTATTCTCT GTTTTTGATC CTTCTACTTC ACTAATAAAC ATACAGCTTA

```

ATP8←|→ATP6

-----600 bp deleted

```
[ 777777777 777777 777 777777777 777777777 777777777 777777777 ]
[ 999999999 999999 999 999999999 999999999 999999999 999999999 ]
[ 222222223 3333333 334 444444445 555555556 666666667 777777778 ]
[ 1234567890 1234567 890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis CAGGAGAAGT AA ACTAA --- -----TGTC A G---ATCACG GACACCATCC TTACCATCTC
#S.empusa CAGGAGAAGT AA ACTAA ---- -----TGTC A G---ACCACG GACACCATCC TTACCATCTT
#L.maculata CAGGAGAAGT AA ACTAA CAA ACTAATGTCA GCAGATCACG GACATCATCC TTATCATCTT
#G.chiragra CAGGAGAAGT AA ACTAA --- -----TGTC A GCAGATCACG GACACCATCC TTACCACCTT
#H.harpax CAGGAGAAGT AA ACTAA --- -----TGTC A G---ATCACG GACACCACCC TTATCACCTT
#P.ciliata CAAGAGAAGT TA ACTAA --- -----TGTC A GCAGATCACG GACATCATCC TTACCACTTA
ATP6←|→CO3
```

-----720 bp deleted-----

```
[ 888888888 888888888 888888888 888888 8888 888888888 888888888 ]
[ 777777777 777777777 777777777 777777 7777 777777777 777777777 ]
[ 000000001 111111112 222222223 333333 3334 444444445 555555556 ]
[ 1234567890 1234567890 1234567890 123456 7890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis TTTTATATA TTTCAATCTA TTGATGAGGG GGTTAG ---- TTTTTTTAAT ATAATAAGTA
#S.empusa TTCCTATATA TTTCAATCTA CTGATGAGGA GGTTAG ---- TCTTTTTAGT ATAAAAAGTA
#L.maculata TTTTATACA TCTCAATTTA CTGGTGAGGG GGATAA ---- TCTTTTTAGT ATAATAAGTA
#G.chiragra TTCTTATACA TCTCAATTTA CTGATGAGGA GGATAA ---- TCTTTTTAGT ATAAAAAGTA
#H.harpax TTTTATACA TTTCAATCTA CTGATGAGGG GGCTAA ---- TCTTTTTAAT ATAACGAGTA
#P.ciliata TTCCTTACA TTTCGATCTA TTGATGAGGA GGATAA ATTA TCTTTTTAGT ATAAT-AGTA
CO3←|→Gly
```

-----180 bp deleted-----

```
[ 999999999 999999999 999999999 999999999 999999999 999999999 999999999 ]
[ 111111111 111111111 111111111 111111111 111111111 111111111 111111111 ]
[ 222222223 333333334 444444445 555555556 666666667 777777778 ]
[ 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 1234567890 ]
#S.mantis TCATGAATGA AACCAGGGTG CTTTAGATTG AGCGGATTAA TAAAGGATAA TAGTCAAAAA
#S.empusa CCATGAATGA AACCAGGGTG CCTTAGACTG AGCAGATTAA ACAAGGATAG TAGTCAAATA
#L.maculata TCACGAATGA AACCAGGGCG CTCTTGAGTG AGCTGATTAA --AAGGATAG TAGTCAACCA
#G.chiragra TCATGAATGA AATCAAGGAG CATTAGATTG AGCAGATTAA ----GGATAG TAGTCAAAAA
#H.harpax CCACGAATGA AATCAGGGTG CTTTAGATTG AGCTGATTAA -CAAGGATAG TAGTCAAACA
#P.ciliata TCATGAATGA AATCAAGGAG CTTTAGACTG GGCAGAATA- ----GGATAG TAGTCAAATA
gtg ctttagattg agcggattaa ta AF177RV
```

```
[ 99999999 ]
[ 11111111 ]
[ 88888888 ]
[ 12345678 ]
#S.mantis TGATACCT
#S.empusa TGATATCT
#L.maculata TGATATCT
#G.chiragra TGATATCT
#H.harpax TGATATTT
#P.ciliata TGATATCT
```

Lampiran 3

Dr.Ir. Y CV Tim Peneliti M.Sc

CURRICULUM VITAE

1. PERSONAL DATA

Name : Yusli Wardiatno
Religion : Islam
Date of birth : July 28, 1966
Nationality : Indonesian
Address : Perumahan Cionas Permai Blok D6 No. 15, Bogor 16610
Tel. : (0251) 637420, HP : 0812809965
E-mail : ikanrepi@indo.net.id, ywardiatno@hotmail.com

2. EDUCATIONAL BACKGROUND

1. Ph.D. in Marine Science, Graduate School of Marine Science and Technology, Nagasaki University, Japan.
2. M.Sc. in Marine Science Institute of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Aarhus, Denmark.
3. Sarjana in Aquatic Resources Management, Faculty of Fisheries, Bogor

Ketua Peneliti
Dr.Ir. Yusli Wardiatno, M.Sc

3. TRAINING/WORKSHOP/SEMINAR

1. National Seminar on Fisheries and Marine Science at Gadjah Mada University, Jogjakarta, 30 July 2005 (Presenter).
2. Integrated Coastal Zone Management, Bogor, August, 2003 (Trainer).
3. Workshop on Joint biodiversity expedition between Malaysia and Indonesia (Sabah and Sarawak) in Kayan Mentarang National Park, East Kalimantan, Samarinda, 30 - 31 July 2003 (Participant).
4. International Symposium on Fisheries Science in Tropical Area: towards the Integrated Sustainable Fisheries in Asia, August 20 - 21, 2002, Bogor (Organizing Committee, Chairman of one session, Presenter).
5. International Seminar and Workshop Internasional on Tropical Marine Molluscs Programme in Hanoi, Vietnam, Oktober 1999 (Presenter)

CURRICULUM VITAE

1. PERSONAL DATA

Name : Yusli Wardiatno
Religion : Islam
Date of birth : July 28, 1966
Nationality : Indonesian
Address : Perumahan Ciomas Permai Blok D6 No. 15, Bogor 16610
Tel. : (0251) 637420, HP : 0812808966
E-mail : ikanmsp@indo.net.id, ywardiatno@hotmail.com

2. EDUCATIONAL BACKGROUND

1. Ph.D. in Marine Science, Graduate School of Marine Science and Technology, Nagasaki University, Japan.
2. M.Sc. in Marine Science, Institute of Biological Sciences, Faculty of Science, University of Aarhus, Denmark.
3. Sarjana in Aquatic Resources Management, Faculty of Fisheries, Bogor Agricultural University, Indonesia.

3. TRAINING/WORKSHOP/SEMINAR

1. National Seminar on Fisheries and Marine Science at Gadjah Mada University, Jogjakarta, 30 July 2005 (Presenter).
2. Integrated Coastal Zone Management. Bogor, August, 2003 (Trainer).
3. Workshop on Joint biodiversity expedition between Malaysia and Indonesia (Sabah and Sarawak) in Kayan Mentarang National Park, East Kalimantan. Samarinda, 30 – 31 July 2003 (Participant).
4. International Symposium on Fisheries Science in Tropical Area: towards the Intergrated Sustainable Fisheries in Asia, August 20 – 21, 2002, Bogor (Organizing Committee, Chairman of one session, Presenter).
5. International Seminar and Workshop Internasional on Tropical Marine Molluscs Programme in Hanoi, Vietnam, Oktober 1999 (Presenter)

6. International Seminar and Workshop on Tropical Marine Molluscs Programme in Jepara, Jawa Tengah, Indonesia, August 1996 (Presenter)
7. International Meeting of Waste Water Treatment Management on August at Bogor Agricultural University, September 1992 (Participant).
8. National Seminar on Biology on September 1991 in Bogor Agricultural University (Presenter).
9. Short course on "Management of tropical coastal waters with emphasize on the brackish water aquaculture", 16 January - 12 February 1991 in SEAMEO-BIOTROP, Bogor.

4. LANGUAGE AND DEGREE OF PROFICIENCY

1. Bahasa Indonesia – Excellent
2. English – Good
3. Japanese – Good

5. MEMBERSHIP OF PROFESSIONAL ACTIVITIES

1. Tropical Marine Molluscs Programme, a society funded by Danida, Denmark (1996 – now).
2. Crustacean Society (2001 – 2002).

6. FIELD OF INTEREST

1. Aquatic Environmental Health
2. Pollution Assessment Using Aquatic Organisms
3. Bio-ecology of Aquatic Organisms
4. Coastal Region Development
5. Ecological Quantitative Analysis
6. Fishery Resources Management

7. EMPLOYMENT RECORDS

- 1 From : 1991 – now
Employer : Department of Living Aquatic Resources Management,
Bogor Agricultural University
Position held : Lecturer
Description of : To give lecture and practical work in laboratory on some

duties : courses, i.e. Introduction on Fishery Science, Aquatic Ecology, Aquatic Invertebrates, Marine Biology, and Aquatic Pollution

2 From : 2002 – now
Employer : Department of Living Aquatic Resources Management, Bogor Agricultural University
Position held : Secretary of Department
Description of duties : To take care all the business in the absence of the head of the department, to reply all coming letters, to establish cooperation with any other institute

2 From : 2004– 2006
Employer : Department of Living Aquatic Resources Management, Bogor Agricultural University
Position held : Manager of Master Sandwich Program
Description of duties : To conduct management of administration, financial and educational matters of the program

4 From : 2003 – now
Employer : Economic and Ecological Institute Studies (ECOSIS)
Position held : Senior Researcher
Description of duties : To design and develop programs related to environmental problems, to give training, consultancy, and information dissemination

5 From : 2002 – 2004
Employer : PT Amythas, Jakarta
Position held : Environmentalist
Description of duties : To give consultancy, to write and review report on environmental project

6 From : 1991 – 1997
Employer : Department of Fisheries, Faculty of Agricultural, Djuanda University, Bogor
Position held : Lecturer
Description of duties : To give lecture and practical work in laboratory on Aquatic Invertebrates course, to supervise student in doing research and in writing sarjana thesis.

7 From : 1991 – 1994
Employer : Department of Fisheries, Faculty of Agricultural, Satya Negara Indonesia University, Jakarta
Position held : Lecturer
Description of duties : To give lecture and practical work in laboratory on

duties

Aquatic Invertebrates course.

8. COUNTRIES OF RESEARCH EXPERIENCES

1. Indonesia
2. Denmark
3. Sweden
4. Japan

9. RESEARCH EXPERIENCES

- 2005
- EIA Study on Gas Pipeline Development at Kangean Island, Madura
 - Study on Coral Reef and Dolphin Population in Lovina waters and its surroundings.
 - Monitoring of Seawater Quality in Natuna Sea due to Premier Oil Company Activities
- 1996
- Review on EIA of Kawasan Berikat Nusantara
 - Review of EIA on Tanjung Priok Port Development (including benthic survey)
- 2004
- Revision Study of Environmental Impact Assessment of PLTGU- Pemaron, Buleleng, Bali
 - Pemantapan Program Gerakan Pembangunan Mina Bahari
 - Penyusunan Rencana Tata Ruang Dalam Rangka Penataan Konservasi Laut Di Selat Pantar, Nusa Tenggara Timur
 - Studi Potensi Perikanan Budidaya Rumput Laut dan Perikanan Tangkap Sistem Rumpon Perairan Teluk Tomini Wilayah Provinsi Gorontalo
- 1994
- Program Pantai Bersih Desa Kenjeran, Jawa Timur
- 2003
- Environmental impact assessment of Pemaron power plant in Singaraja, Bali.
 - Mangrove distribution mapping in Probolinggo, Situbondo, and Banyuwangi, the Province East Java.
 - Environmental study of Jakarta Bay for mariculture activities.
 - Study on carrying capacity of natural resources for spatial use activities.
 - Study on coastal and marine zonation in Natuna Isles.
 - Joint biodiversity expedition between Malaysia and Indonesia (Sabah and Sarawak) in Kayan Mentarang National Park.
- 2002
- Environmental Sensitivity Indeks Mapping of Semarang Coastal Waters.
 - Environmental Sensitivity Indeks Mapping of Batam Isles and

its surrounding Waters.

1992

- Environmental Sensitivity Indeks Mapping of Makassar Strait.
- Environmental Baseline Study of Malea Power Plant in Tana Toraja, the Province South Sulawesi.
- Environmental Study of PT CNOOC in Pabelokan Island, the Province DKI Jakarta.

1998-2001

- Study on the Biology of the Ghost Shrimp, *Nihonotrypaea japonica* (Ortmann 1891) (Decapoda: Thalassinidea: Callinassidae), Distributed on Intertidal Sandflats in Ariake Sound, Kyushu, Japan.

1991

- Study on water quality of lakes and swamps in Jakarta for aquaculture and leisure fishing.

1997

- Study on some pathogenic bacteria content of bivalves in Jakarta Bay waters.
- Study on the effects of thermal discharges from a power plant on macrozoobenthic community in Paiton waters, Esat Jawa, Indonesia.

1996

- Study on organic content in sediment around fish farming and its ecological effects on macrozoobenthos.
- Regional environmental impact assessment of land clearing for one million hectare paddy field in Central Kalimantan.
- Environmental impact assessment of gas project of Pertamina in Cirebon.

1995

- The effect of fish farming on the macrozoobenthic community in Alrø Sund, Denmark.

1990

- Study on the fauna of some fjords in Tjarno waters, Sweden.

1994

- Study on the effect of sludge dumped in Bekasi waters on the macrozoobenthic communities.

1993

- Study on the use of the freshwater snail, *Pila ampullacea* to control the growth rate of the weed, *Hydrilla verticillata* in Situ Leutik, Darmaga, Bogor.

A. PAPERS

- Study on primary productivity and the growth rate of phytoplankton in Bekasi waters.

Shimoda,

- Trophic status of Situ Leutik, Darmaga, Bogor.

behavi

- Environmental impact assessment of Deforestation of PT Barito, Irian Jaya.

Wardiatno, Y.

2004.

Sex ratio

in the population

of the ghost shrimp,

Nihonotrypaea

japonica (Ortmann,

1891) (Decapoda:

Thalassinidea:

Callinassidae), collected from Shirakawa river, central part of Ariake

- 1992
- Monitoring for pollution status of Tanjung Priok Harbour, Jakarta.
 - Study on physical, chemical, and biological characters of Situ Leutik, Darmaga, Bogor.
 - Environmental impact assessment of Fishing Harbour in Muncar, East Jawa, Indonesia.
 - Environmental impact assessment of Fishing Harbour of Fishing Harbour in Banjar Baru, South Kalimantan, Indonesia.
- 1991
- Study on water quality of lakes and swamps in Jakarta for aquaculture and leisure fishing.
 - Preliminary study on seaweed (*Gracillaria sp.*) culture in coastal area and brackishwater ponds in Pandeglang, West Jawa, Indonesia.
 - Environmental impact assessment of sugar industry of Jatitujuh, PTP XIV, Cirebon, West Jawa.
 - Environmental impact assessment of sugar industry of Jatiwangi, PTP XIV, Cirebon, West Jawa.
 - Environmental impact assessment of sugar industry of Kadipaten, PTP XIV, Cirebon, West Jawa.
 - Environmental impact assessment of sugar industry of Subang, PTP XIV, Cirebon, West Jawa.
 - Environmental impact assessment of the development of coastal area for tourisms in southern Lombok.
- 1990
- The condition of net-phytoplankton during low and high tide in estuarine waters, Jakarta.
 - Study on water quality management of shrimp (*Penaeus monodon*) farm in PT. Simon Windu Tama, Kecamatan Mauk, Tangerang.

10. PUBLICATIONS

A. PAPERS

Shimoda, K., Y. Wardiatno, K. Kubo, dan A. Tamaki. 2005. Intraspecific behaviors and major cheliped sexual dimorphism in three congeneric callianassid shrimp. *Marine Biology* 146: 543-557.

Wardiatno, Y. 2004. Sex ratio in the population of the ghost shrimp, *Nihonotrypaea japonica* (Ortmann, 1891) (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae), collected from Shirakawa river, central part of Ariake

- Sound, western Kyushu, Japan. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia* 11 (1): 39-43.
- Wardiatno, Y., A. Damar, dan B. Sumartono.** 2004. A short review on the recent problem of red tide in Jakarta bay: effect of red tide on fish and human. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia* 11 (1): 67-71.
- Wardiatno, Y., K. Shimoda, K. Koyama, and A. Tamaki.** 2001. Zonation of congeneric callianassid shrimps, *Nihonotrypaea harmandi* (Bouvier, 1901) and *N. japonica* (Ortmann, 1891) (Decapoda: Thalassinidea), on intertidal sandflats in the Ariake-Sound estuarine system, Kyushu, Japan. *Benthos Research* 58: 51-73
- Wardiatno, Y.** 2003. Inventory of Freshwater Decapod Crustacean Fauna Encountered in Kayan Mentarang National Park. Presented at Workshop on Joint biodiversity expedition between Malaysia and Indonesia (Sabah and Sarawak) in Kayan Mentarang National Park, East Kalimantan. Samarinda, 30 – 31 July 2003.
- Wardiatno, Y. & F. Widjaja.** 2003. Selecting SS-type copepods from natural waters: a preliminary study. Proceeding of JSPS-DGHE International Symposium on Fisheries Science in Tropical Area: towards the Intergrated Sustainable Fisheries in Asia, August 20 – 21, 2002, Bogor – Indonesia, pp. 167-168.
- Wardiatno, Y & A. Tamaki.** 2003. Zonation of congeneric callianassid shrimps, *Nihonotrypaea harmandi* (Bouvier, 1901) and *N. japonica* (Ortmann, 1891) (Decapoda: thalassinidea), on several intertidal sandflats in the Ariake-sound estuarine system, Kyushu, Japan. *Benthos Research* 58: 51 – 73.
- Wardiatno, Y & A. Tamaki.** 2001. Bivariate discriminant analysis for the identification of *Nihonotrypaea japonica* and *N. harmadi* (Decapoda: Thalassinidea:Callianassidae), *Journal of Crustacean Biology* 21 (4):1042-1048.
- Wardiatno, Y , U. Atani & F. Yulianda.** 2001. Variability of mollusc assemblages in an area affected by a coastal power plant in East Java, Indonesia. *Phuket Marine Biological Center Special Publication* 22 (1). In press
- Krisanti, M. & Wardiatno, Y.** 2000. Study on quality of fishery resouces of Jakarta Bay: a bacteria; content analysis of green mussel (*Perna viridis* L). The Proceedings of the JSPS-DGHE International Symposium on Fisheries Science in Tropical Area, August 21-2, 2000, Bogor-Indonesia, pp.436-439.
- Wardiatno, Y, M. Krisanti & P.L Wahjuhardini.** 2000. Occurrence of bacteria in cockles, *Anadara granosa* Linne in Jakarta Bay, Indonesia. *Phuket marine Biological Center Special Publication* 21 (1):151-158
- .Setyobudiandi, I. M. Alifuddin, M, Krisanti, H. Effendi, Y. Wardiatno & R. Ratnasetiyati.** 1999. Bacteria in green mussel *Perna viridis* (L) and its

environment. Phuket Marine Biological Center Special Publication 19 (1):145-150.

Wardiatno, Y. 1998. Studi tentang faktor yang mempengaruhi fluktuasi populasi *Abra alba* (Bivalvia:Semelidae):peningkatan bahan organik. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 7 (1):15-19.

Wardiatno, Y. 1997. The Effect of floating fish farming on makrozoobenthic community in Alro Sund, Denmark. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia* v (2):43-56

Kaswadji, R.F, F. Widjaja & **Y. Wardiatno**, 1993. Produktifitas primer dan laju pertumbuhan fitoplankton diperairan pantai Bekasi, *Jurnal Ilmu-ilmu perairan dan Perikanan Indonesia* I (2);1-15

Wardiatno, Y, HM. Eidman, F. Widjaja & F. Yulianda. 1993. Keadaan net-fitoplankton perairan etuaria disebelah selatan beting pasir pantai Marunda, Teluk Jakarta pada saat pasang dan surut. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia* I (2): 16-26.

B. BOOKS

1. Sugiarti, S., B. Widigdo, **Y. Wardiatno**, and M. Krisanti. 2005. *Avertebrata Air*. Jilid 1 dan 2. PT Penebar Swadaya.
2. Taufik, K. L., **Wardiatno, Y.**, S. Haryadi, dan R. Ubaidillah. 2004. Kualitas air hulu dan tengah Sungai Ciliwung, Kabupaten Bogor. *In* I. Maryanto dan R. Ubaidillah (eds.): *Manajemen Bioregional Jabodetabek: Profil dan Strategi Pengelolaan Sungai dan Aliran Air*. Pusat Penelitian Biologi - LIPI. ISBN: 975-579-062-5
3. *Manajemen Bioregional Jabodetabek: profil dan strategi pengelolaan situ, rawa, dan danau*. Chapter 3: *Profil dan Permasalahan Perairan Tergenang (Situ, Rawa dan Danau)*. Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. ISBN: 979-579-051-X.
4. *Joint Biodiversity Expedition in Kayan Mentarang National Park*. ITTO Project PD 38/00 Rev. I (F).
5. *Panduan monitoring populasi kuda laut (Hippocampus spp.)*. Kerjasama Departemen Kelautan dan Perikanan dengan PT Srikandi Utama.
6. *Panduan monitoring teripang (Holothuroidea)*. Kerjasama Departemen Kelautan dan Perikanan dengan PT Srikandi Utama

7. Panduan standar penyusunan daya dukung sumberdaya alam untuk kegiatan pemanfaatan ruang. Kerjasama Departemen Kelautan dan Perikanan dengan Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK – IPB.

11. POST GRADUATE SUPERVISION

A. PhD program

- Ida Bagus Jelantik Swasta. Judul disertasi: Struktur Komunitas dan Afinitas Spesies pada Komunitas Endopsammon di Pantai Teluk Terima, Taman Nasional Bali Barat.
- Zulkifli. Judul disertasi: Studi Komunitas Meiofauna di Ekosistem Padang Lamun, Selat Dompok, Riau.
- M. Ali S. Judul disertasi: Kajian populasi kerang *Geloina* sp. di wilayah pesisir Aceh Barat.

B. Master program

- Evi Rahmalia. Judul thesis: Kajian Kebijakan Pengembangan Desa Pesisir di Wilayah Bandar Lampung.
- Hamzah. Judul thesis: Struktur komunitas makrozoobenthos terkait dengan buangan tambang nikel.

CURRICULUM VITAE

Name : Achmad Farajallah
Date of Birth : April 27, 1965
Address : Department of Biology, Faculty of Maths and
Natural Science
Jl. Raya Pajajaran Bogor 16143
Tel (0251) 328391, Fax (0251)345011
E-mail: achamad@indo.net.id

Present Job : Lecturer in Department of Biology

Education :

- 2002 Doctor. in Biology, Graduate School - IPB: Characterization
mitochondrial genome of softshelled turtle *Dogania subplana*
1995 Master of Science in Biology, Graduate School - IPB: Genetic
variation of softshelled turtle (*Dogania subplana*) inferred by protein
electrophoresis
1989 Sarjana In Biology, Department of Biology - IPB: Behavioral study of
Anoa in Ragunan Zoo

Anggota Peneliti

Dr.Ir. Achmad Farajallah, M.Si

Research Activities:

- 2008 Characterization of growth hormone family of swamp buffalo in
Indonesia, KKPST, member
2007 Mycatalin gene of Indonesian native sheep, KKPST, ketua
2007 Identifikasi bovine leukocyte adhesion deficiency (BLAD) pada sapi
perah di Indonesia, RUSNAS sapi perah, anggota
2006-2007 Goat and sheep distribution in Indonesia: Archaeology elucidated
by mitochondrial genes, member
2005-2007 Gene characterization for growth and milk production of
indigenous sheep, RUT, member
2004-2005 Pendugaan sifat-sifat pertumbuhan menggunakan beberapa DNA
mikrosatelit pada kambing komposit Sumatera, multaburon, anggota
Kerjasama dengan BALITBANGONAK Departemen Pertanian
2003-2004 Study of DNA repeated motifs on control region of mitochondrial
genome of softshelled-turtles. Competitive Research Grant, DGHE,
Ministry of Education RI. (A. Farajallah)

CURRICULUM VITAE

Name : Achmad Farajallah

Date of Birth : April 27, 1965

Address : Department of Biology, Faculty of Maths and
Natural Science

Jl. Raya Pajajaran Bogor 16143

Tel (0251) 328391, Fax. (0251)345011

E-mail: achamad@indo.net.id

Present Job : Lecturer in Department of Biology

Education :

- 2002. Doctor in Biology, Graduate School - IPB: Characterization mitochondrial genome of softshelled turtle *Dogania subplana*
- 1995. Master of Science in Biology, Graduate School - IPB: Genetic variation of softshelled turtle (*Dogania subplana*) inferred by protein electrophoresis
- 1989. Sarjana in Biology, Department of Biology - IPB: Behavioral study of Anoa in Ragunan Zoo

Research Activities:

- 2008 Characterization of growth hormone family of swamp buffalo in Indonesia, KK3T, member
- 2007 Myostatin gene of Indonesian native sheep, KKP3T, ketua
- 2007 Identifikasi bovine leukocyte adhesion deficiency (BLAD) pada sapi perah di Indonesia , RUSNAS sapi perah, anggota
- 2006-2007. Goat and sheep distribution in Indonesia Archipelago elucidated by mitochondrial genes, member
- 2005-2007. Gene characterization for growth and milk production of indigenous sheep. RUT, member
- 2004-2006. Pendugaan sifat-sifat pertumbuhan menggunakan beberapa DNA mikrosatelit pada domba komposit Sumatera, multisource, anggota, Kerjasama dengan BALITBANGNAK Departemen Pertanian
- 2003-2004. Study of DNA repeated motifs on control region of mitochondrial genome of softshelled-turtles. Competitive Research Grant, DGHE, Ministry of Education RI. (A. Farajallah)

Seminar and Publication:

- Raffiudin R, Bintar A, Widjaja MC, Purwantara B, Farajallah A. 2009. Rapid detection of the Africanized bee: A tool for Indonesian Animal Quarantine. *Biotropia* 16(1):38-44
- Sumantri C, Hapsari A, Farajallah A. 2008. Polymorphism of B-casein gene in Indonesian sheep. The 2nd International Symposium on food security, Agricultural Development and Environmental Conservation in Southeast and East Asia. Bogor.
- Sumantri C, A. Angraeni, A. Farajallah, D. Perwitasari. 2007. Keragaman mikrosatelit DNA sapi perah FH di BPTU Baturraden. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 12(2)2007: 124-133
- Farajallah A**, C. Sumantri dan W.N. Muttaqin. 2007. Identifikasi alel pembawa bovine leukocyte adhesion deficiency (BLAD) pada sapi perah di Indonesia. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Departemen Pertanian.
- Sumantri, C, U. Fauzi, A. Farajallah. 2007. The variation of microsatellite DNA among fat, medium and thin tail local sheeps. *Protein*, 14(1) 2007: 1-8
- Sumantri C, RRA Maheswari, A. Angraeni, K Diwyanto dan A. Farajallah. 2005. Pengaruh genotipe kappa kasein terhadap kualitas susu pada sapi perah FH di BPTU Baturrade. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2005, Bogor
- Indrasari N, **Farajallah A** dan Perwitasari D. 2005. Analisis keragaman genetik kura-kura daun (*Cyclemys dentata*) dengan teknik PCR-RFLP. Seminar Biologi Nasional ke 13, Yogyakarta September 2005
- Achmad Farajallah**. 2005. Metode non-invasive sampling untuk mempelajari berbagai aspek molekular Anoa sebagai satwa liar yang dilindungi. Seminar Nasional "Peduli Anoa dan Babirusa" dalam rangka dies natalis IPB tahun 2005.
- Achmad Farajallah**, Bambang Suryobroto, Dyah Perwitasari and Osamu Takenaka. 2005. Mitochondrial Genome Organization of Testudines (Reptilia). 21st COE International Symposium "Recent Perspectives on Diversity and Evolution of Primates" (March 2005, Inuyama, Japan)
- Hestin Tias Asih Furoidah, Bambang Purwantara dan **Achmad Farajallah**. 2004. Filogeny spesies Anoa (*Bubalus sp*) berdasarkan Gen 16SrRNA genom mitokondria. Prosiding Seminar Biologi Nasional, Institut Teknologi Surabaya 25 September 2004.
- Dyah Perwitasari, **Achmad Farajallah**, Randall C. Kyes, Dondin Sajuthi, Diah Iskandriati, and Entang Iskandar. 2004. Genetic variability in a population of long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) introduced onto Tinjil Island, Indonesia: Microsatellite loci variations. *Hayati* 11 (1) Edisi Maret 2004.
- Achmad Farajallah**, Bambang Suryobroto, Dyah Perwitasari, Osamu Takenaka. 2003. Identifikasi DNA mikrosatelit pada daerah kontrol genom mitokondria labi-labi (Testudinata: Reptilia). Seminar Tahunan Pusat Studi Ilmu Hayati Institut Pertanian Bogor, Bogor Indonesia, Nopember 2003.

- Ine Dewi Lestari, **Achmad Farajallah**, Bambang Suryobroto. 2003. Analisis Keragaman genetik kura-kura air tawar (*Cuora amboinensis*) berdasarkan haplotipe mtDNA. Seminar Tahunan Pusat Studi Ilmu Hayati Institut Pertanian Bogor, Bogor Indonesia, Nopember 2003.
- Irma Pramiati, Taruni Sri Prawasti, **Achmad Farajallah**. 2003. Cacing ektoparasit pada kura-kura air tawar (*Cuora amboinensis*) di daerah Banten. Seminar Tahunan Pusat Studi Ilmu Hayati Institut Pertanian Bogor, Bogor Indonesia, Nopember 2003
- Cece Sumantri, Dyah Perwitasari dan **Achmad Farajallah**. 2003. Keragaman Genetik DNA mikrosatelit sapi Fries Holland (FH) di BPTU Sapi Perah Baturraden. Seminar dan Workshop Bioteknologi, Departemen Pertanian.
- Muhamad Yamin, Cece Sumantri, **Achmad Farajallah** dan Ismeth Inounu. 2003. Studi aplikasi seleksi domba lokal unggul dengan menggunakan penciri genetik (marker gene). Seminar Kerjasama Penelitian dengan Perguruan Tinggi, Swasta dan Internasional Tahun 2003, Departemen Pertanian RI.
- Perwitasari, D., Iskandriati, D., Iskandar, E., Kyes, R. C., and **Farajallah, A.** 2002. Preliminary study of long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) introduced onto Tinjil Island, Indonesia: microsatellite loci variations. COE International Symposium "Evolution of the Apes and the Origin of the Human Beings. Kyoto University, Aug 2002.
- Muhamad Yamin, Cece Sumantri, **Achmad Farajallah**, Bess Tiesnamurti dan Ismeth Inounu. 2002. Peningkatan produksi dan kualitas karkas pada domba lokal melalui program seleksi menggunakan penciri genetik *callipyge gene*. Seminar Kerjasama Penelitian dengan Perguruan Tinggi, Swasta dan Internasional Tahun 2002, Departemen Pertanian RI.
- Akishi Onishi, Satoshi Koike, Miki Ida-Hosonoma, Hiroo Imai, Yoshinori Shichida, Osamu Takenaka, Akitoshi Hanazawa, Hidehiko Komatsu, Akichika Mikami, Shunji Goto, Bambang Suryobroto, **Achmad Farajallah**, Puttipongse Varavudi, Charal Eakavhibata, Kenji Kitahara, and Tetsuo Yamamori. 2002. Variation in long- and middle-wavelength-sensitive opsin gene loci in crab-eating monkeys. *Vision Research* 42 (2002): 281-292.
- Noor, R.R., **A. Farajallah** dan M. Karmita. 2001. Pengujian Kemurnian Sapi Bali dengan Analisis Hemoglobin dengan Metode Isoelectric Focusing. *Hayati* 8(4).
- Akitoshi Hanazawa, Akichika Mikami, Puti Sulistyio Angelika, Osamu Takenaka, Shunji Goto, Akishi Onishi, Satoshi Koike, Tetsuo Yamamori, Keichiro Kato, Aya Kondo, Bambang Suryobroto, **Achmad Farajallah**, and Hidehiko Komatsu. 2001. Electroretinogram analysis of relative spectral sensitivity in genetically identified dichromatic macaques. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol. 98, Issue 14, 8124-8127, July 3, 2001.
- Farajallah, A.**, Suryobroto, B., Setyadji, R., Perwitasari-Farajallah, D., and Takenaka, O. 2001. The complete nucleotide sequence of Malayan soft-shelled turtle (*Dogania subplana*) mitochondrial genome. GenBank Acc. No AF366350, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/GenBank/>
- Lilis I. Sekarsari, Ikin Mansjoer, Bambang Suryobroto, Kasmirudin dan **Achmad Farajallah**. 2001. Analisis keragaman genetik labi-labi, *Dogania subplana*

(Testudines: Trionychidae) melalui teknik PCR-RFLP. Seminar Lustrum Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2001.

Farajallah, A., B. Suryobroto, R. Herlina, D. Perwitasari-Farajallah, and O. Takenaka. 1999. The Complete Nucleotide Sequence of Malayan Soft Shell Turtle, *Dogania subplana*, Mitochondrial Genome. 1999. Proceeding of Asian Science Seminar on Biodiversity: Messages from Primatology. July 26 - August 6, 1999, Primate Research Institute, Kyoto University, Japan.

Farajallah, A., N. Sugiri, B. Suryobroto, T. Puntorini, T.S. Prawasti, D.P Farajallah, and O. Takenaka. 1999. Collection of HMWDNA of Indonesian Herpetofauna. Proceeding of One Day Seminar on Life Sciences. Centre of Life Sciences Study IPB, September 1999.

Anggota Peneliti

All Mashar, S.PI

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Ali Mashar, S.Pi
 Tempat/Tgl Lahir : Brebes, 18 Januari 1975
 Alamat Surat : Jalan Cendrawasih Blok EE 6 No. 4
 Taman Pagelaran Cimas Bogor 16610
 HP. 0815 838 25 19
 e-mail: ali_mashar@ipb.ac.id dan
 muhi_2004@yahoo.com

A. PENDIDIKAN

Th. 1999 S1 Program Studi dan Jurusan Budidaya Perairan,
 Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB
 Th. 2006 S2 Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan
 Sekolah Pascasarjana IPB (in progress)

B. PENGALAMAN KERJA

Jan. 2007 – sekarang **Anggota Peneliti** Departemen Manajemen
 Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
 Jan. 2007 - sekarang **Ali Mashar, S.Pi** Bidang Pendampingan dan Penyuluhan Konsorsium
 Perikanan Jawa Barat
 Jan. 2003 – Des. 2006 Asisten Dosen (Honoris) Departemen Manajemen
 Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu
 Kelautan, Institut Pertanian Bogor
 Sept. 2000 – Des. 2002 Staff Associate Research, Pusat Kajian Sumberdaya
 Komoditi Laut, Institut Pertanian Bogor
 Mar. 1998 -Agust.2000 Koordinator Supervisor Tambak Udang, PT. Wana Eka
 Asri, Djajanti Group, Pasahari, Seram Utara, Maluku
 Tengah

C. PELATIHAN/TRAINING

1. Pelatihan Budidaya Tambak Udang Ramah Lingkungan di Kabupaten Muna,
 Sulawesi Tenggara, Tahun 2006 (Trainer)
2. Pelatihan Budidaya ikan Kerapu pada Tambak Idle di Kabupaten Asahan,
 Sumatera Utara, Tahun 2006 (Trainer)
3. Pelatihan Budidaya Kepiting Bakau pada Tambak Idle di Kabupaten Asahan,
 Sumatera Utara, Tahun 2006 (Trainer)
4. Pelatihan Budidaya Ikan Lala dan Ikan Patin pada Lahan Rawas di Kabupaten
 Asahan, Sumatera Utara, Tahun 2006 (Trainer)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Ali Mashar, S.Pi
 Tempat/Tgl Lahir : Brebes, 18 Januari 1975
 Alamat Surat : Jalan Cendrawasih Blok EE 6 No. 4
 Taman Pagelaran Ciomas Bogor 16610
 HP. 0815 898 25 19
 e-mail: ali_mashar@ipb.ac.id dan
 muthi_2004@yahoo.com

A. PENDIDIKAN

Th. 1998 S1 Program Studi dan Jurusan Budidaya Perairan,
 Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB
 Th. 2008 S2 Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan
 Sekolah Pascasarjana IPB (*in progress*)

B. PENGALAMAN KERJA

Jan. 2007 – sekarang Staf Pengajar/Dosen Departemen Manajemen
 Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu
 Kelautan, Institut Pertanian Bogor
 Jan. 2007 - sekarang Bidang Pendampingan dan Penyuluhan Konsorsium
 Mitra Bahari (KMB) Provinsi Jawa Barat
 Jan. 2003 – Des. 2006 Asisten Dosen (*Honorer*) Departemen Manajemen
 Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu
 Kelautan, Institut Pertanian Bogor
 Sept. 2000 – Des.2002 Staff Associate Research, Pusat Kajian Sumberdaya
 Komoditi Laut, Institut Pertanian Bogor
 Mar. 1998-Agust.2000 Koordinator Supervisor Tambak Udang, PT. Wana Eka
 Asri, Djajanti Group, Pasahari, Seram Utara, Maluku
 Tengah

C. PELATIHAN/TRAINING

1. Pelatihan Budidaya Tambak Udang Ramah Lingkungan di Kabupaten Muna, Sulawesi Tenggara; Tahun 2006 (Trainer)
2. Pelatihan Budidaya Ikan Kerapu pada Tambak Idle di Kabupaten Asahan, Sumatera Utara; Tahun 2006 (Trainer)
3. Pelatihan Budidaya Kepiting Bakau pada Tambak Idle di Kabupaten Asahan, Sumatera Utara; Tahun 2006 (Trainer)
4. Pelatihan Budidaya Ikan Lele dan Ikan Patin pada Lahan Rawa di Kabupaten Asahan, Sumatera Utara; Tahun 2006 (Trainer)

5. Pelatihan Budidaya Udang Windu pada Lahan Pasir di Seram Utara, Kabupaten Maluku Tengah; Tahun 2005 (Trainer)
6. Pelatihan Budidaya Kepiting Bakau Pola Silvofishery di Kota Bengkulu, Bengkulu; Tahun 2005 (Trainer)
7. Pelatihan Pembuatan Pakan Udang di Bangkok, Thailand; Tahun 1998 (Peserta)
8. Pelatihan Budidaya Tambak Udang Sistem Intensif di TIR Karawang, Jawa Barat; Tahun 1998 (Peserta)
9. Pelatihan Budidaya Tambak Udang Sistem Intensif di Jepara, Jawa Tengah; Tahun 1996 (Peserta)
10. Pelatihan Budidaya Laut (Marikultur) di Maros, Sulawesi Selatan; Tahun 1995 (Peserta)

D. PENGALAMAN PENELITIAN/KAJIAN

- Tahun 2009
- Pemetaan Daerah Prioritas Rehabilitasi dan Pendayagunaan Pesisir dan Lautan, Direktorat Pesisir dan Lautan, Ditjen KP3K, DKP (tim narasumber - *in progress*)
 - Penyusunan Profil Danau Tempe, Direktorat Sumberdaya Ikan, Ditjen Perikanan Tangkap DKP (*in progress*)
 - *Pilot Project* Rencana Disain Rehabilitasi dan Pengembangan Ekosistem Mangrove di Kabupaten Indramayu, Ditjen KP3K DKP (*in progress*)
- Tahun 2008
- Kajian Pengembangan Kawasan Budidaya Air Payau di Kabupaten Bangka Selatan, Kepulauan Bangka-Belitung
 - Penyusunan Renstra Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil Kabupaten Subang dan Kabupaten Cirebon, Dinas Perikanan Provinsi Jawa Barat
 - Penyusunan Renstra dan Rencana Aksi Daerah Mitigasi Bencana Kabupaten Ciamis, Dinas Perikanan Provinsi Jawa Barat
- Tahun 2007
- Kajian tentang "Kontribusi Subsektor Perikanan Budidaya Provinsi Jawa Barat dalam Akselerasi Pencapaian Nilai Indeks Pembangunan Manusia (IPM); Dinas Perikanan Provinsi Jawa Barat
 - Penelitian tentang "Pengembangan Budidaya Laut di Kecamatan Camplong, Kabupaten Sampang dan Kecamatan Giligenting, Kabupaten Sumenep, Madura, Jawa Timur, kerjasama dengan Perkumpulan Untuk Pengembangan Usaha Kecil (PUPUK) Surabaya
 - Penelitian tentang "Pengembangan Budidaya Laut berbasis Masyarakat Pesisir di Kabupaten Natuna, Kep. Riau, kerjasama Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB dan ConocoPhilips Indonesia
 - Pengelolaan dan Pengembangan Kawasan Konservasi Berbasis Ekowisata Di Teluk Kiluan Kabupaten Tanggamus; Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Lampung
- Tahun 2003

- Tahun 2006
- Monitoring Lingkungan di Blok Jabung dan Blok Bangko, Provinsi Jambi, kerjasama FPIK IPB dan PT. PetroChina
 - Penelitian tentang "Eksistensi Budidaya Kerang Hijau di Teluk Jakarta, kerjasama Dinas Peternakan, Perikanan dan Kelautan Provinsi DKI Jakarta dan PKSPL IPB
 - Penelitian tentang Pengembangan Diversifikasi Karang Buatan dengan Budidaya Laut di Pantai Selatan Jawa Barat, Konsorsium PMB RC Jawa Barat
 - Program *Small Scale Natural Resources Management* (SNRM) di Desa Gambus Laut, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara
- Tahun 2005
- Pra Survei Pengembangan Budidaya Tambak Udang di Kabupaten Nagan Raya, Provinsi NAD
 - Studi Kajian terhadap Ekosistem Terumbu Karang dan Lumba-Lumba di Perairan Sekitar Pemaron, Buleleng, Bali, kerjasama FPIK IPB dan PT. Indonesia Power, Jakarta
 - Kajian Daya Dukung Pulau Onrust dan Sekitarnya, Dinas Kebudayaan dan Permuseuman Provinsi DKI Jakarta
 - Survei dan Pemetaan Detil Lokasi Terpilih Kabupaten Inhil (Kawasan Budidaya Tambak dan Kawasan Konservasi), kerjasama PKSPL IPB dan BAPPEDA Kabupaten Inhil, Riau
 - Kajian Pemetaan Ekosistem dan Identifikasi Sumber-Sumber Pencemaran di Perairan Kepulauan Seribu dan Lampung Timur, PT. CNOOC
- Tahun 2004
- Kajian Kelembagaan, Teknis, Sosial-Ekonomi dan Manajemen Pengembangan Budidaya Tambak Udang di eks PP TIR Karawang, Ditjen Perikanan Budidaya – DKP RI
 - Penelitian tentang Pengembangan Usaha Budidaya Rumput Laut di Provinsi Gorontalo, kerjasama FPIK IPB dan PT. Trimirta Prima Pacific – Jakarta
 - Penelitian tentang Pengembangan Budidaya Kepiting Bakau Sistem Silvofishery di Kota Bengkulu, BAPPEDA Kota Bengkulu
 - Penelitian tentang Model Pengembangan Budidaya Laut di Pulau Semak Daun, Kep. Seribu, kerjasama PKSPL IPB dan Sudin Perikanan, Pemkab Kep. Seribu
 - Kajian Potensi Sumberdaya Alam Pasir Laut Pantai Utara dan Dampak Lingkungan Akibat Penambangan Pasir Laut, BAPPEDA Kabupaten Serang – Banten
 - Kajian Bina Desa Pesisir Bersih di Kenjeran, Kota Surabaya, kerjasama CV. Srikandi Utama dan Ditjen Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil DKP
 - Penyusunan Rencana Tata Ruang dalam rangka Penataan Kawasan Konservasi Laut di Selat Pantar, Kabupaten Alor, NTT, Ditjen Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil DKP
- Tahun 2003
- Evaluasi Lingkungan Tambak Udang di Kecamatan - Seram Utara, Maluku Utara, kerjasama FPIK IPB dan PT. Nippon Suissan (Nissui) Jepang
 - Pembuatan Tambak Percontohan Sistem BIOCRETE di Desa Cabang, Bandar Surabaya, Lampung Tengah, kerjasama FPIK IPB

- dan Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Lampung (*Ahli Kualitas Air Tambak*)
- Detail Desain dan Revisi Studi Kelayakan Pengembangan Tambak Udang Sistem Intensif di Kecamatan Empang, Kabupaten Sumbawa, NTB, kerjasama FPIK IPB dan PT. Multi Pacific International-Jakarta
- Tahun 2002
- Penyusunan Master Plan Kebijakan Pengembangan Perbenihan Ikan Pantai, kerjasama PKSPL-IPB dan Direktorat Perbenihan, Ditjen Perikanan Budidaya
 - Evaluasi Sistem Kelembagaan Budidaya Tambak Udang, Program SPL-OECF/INP 23, Ditjen Perikanan Budidaya, Departemen Kelautan dan Perikanan
 - Revisi Studi Kelayakan dan Detail Desain Pengembangan Tambak Pola Inti Rakyat, Desa Pemongkong, Kecamatan Jerowaro, Lombok Timur, kerjasama PKSPL-IPB dan PT. Permodalan Nasional Madani
- Tahun 2001
- Monitoring Tambak Udang Lahan Pasir di Pantai Selatan Yogyakarta, Wates, Kabupaten Kulon Progo
- Tahun 2000
- Revitalisasi Tambak Udang PT. Dipasena Citra Darmaja (DCD), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB

B. DRAFT ARTIKEL ILMIAH
UNTUK PUBLIKASI
INTERNASIONAL

Biological Information on *Harpiosquilla raphidea* (Fabricius 1798)
(Stomatopoda, Crustacea) with a highlight to reproductive aspects

Tuti Wardiana¹⁾, Almasi Farajallah²⁾ and Ali Mubhar²⁾

- (1) Department of Aquatic Resources Management, Bogor Agricultural University, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16683, Indonesia (tuti@ipb.ac.id)
- (2) Department of Biology, Bogor Agricultural University, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16683, Indonesia

ABSTRACT

We conducted study on biology of mantis shrimp *Harpiosquilla raphidea* collected from a mudflat in the mouth of Tungkal River, Province Jambi. Some ecological information is described such as sex ratio, size frequency distribution of the population, and gonad maturity stage of females. Gonad development was also observed in laboratory. The results showed that for the entire population, the sex ratio was female biased. Three stages of gonad maturity occurred in the population indicating continual breeding. Based on the laboratory observation, the shrimp collected from the field started to develop gonad within two weeks.

B. DRAFT ARTIKEL ILMIAH UNTUK PUBLIKASI INTERNASIONAL

In the fishery point of view, macrobenthic communities of demersal invertebrates and fish in marine soft-sediment have long been recognized as important resources in the global fishery, especially in Asia (Colloca *et al.* 2003; Colloca *et al.* 2006; Liu *et al.* 2007). Of those communities, many species of mantis shrimp is commercially valuable species, such as *Oratosquilla oratoria* (Kodama *et al.* 2004), *Squilla* sp. (Musa & Wei 2008), etc. Mantis shrimp can be found regularly in fish markets of Spain, Italy, Egypt and Morocco (Abello & Marín 2003).

Ecologically, mantis shrimps are one of the most conspicuous members of the intertidal and sublittoral large-sized benthic animals living in soft sediment worldwide. These organisms reside in their burrows for shelter, reproduction and feeding. The spearer mantis shrimp, *Harpiosquilla raphidea* lives on muddy systems in coastal waters around Indonesia. In Tanjung Jabung Barat coastal waters

Biological Information on *Harpiosquilla raphidea* (Fabricius 1798) (Stomatopoda, Crustacea) with a highlight to reproductive aspects

Yusli Wardiatno⁽¹⁾, Ahmad Farajallah⁽²⁾ and Ali Mashar⁽¹⁾

- (1) Department of Aquatic Resources Management, Bogor Agricultural University, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia (yusli@ipb.ac.id)
- (2) Department of Biology, Bogor Agricultural University, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

ABSTRACT

We conducted study on biology of mantis shrimp *Harpiosquilla raphidea* collected from a mudflat in the mouth of Tungkal River, Province Jambi. Some biological information is described such as sex ratio, size frequency distribution of the population, and gonad maturity stage of females. Gonad development was also observed in laboratory. The results showed that for the entire population, the sex ratio was female biased. Three stages of gonad maturity occurred in the population indicating continual breeding. Based on the laboratory observation, the shrimp collected from the field started to develop gonad within two weeks.

Keywords: mantis shrimp, reproductive biology, mudflat

INTRODUCTION

In the fishery point of view, macrobenthic communities of demersal invertebrates and fish in marine soft-sediment have long been recognized as important resources in the global fishery, especially in Asia (Colloca *et al.* 2003; Garces *et al.* 2006; Lui *et al.* 2007). Of those communities, many species of mantis shrimp is commercially valuable species, such as *Oratosquilla oratoria* (Kodama *et al.* 2004), *Squilla* sp. (Musa & Wei 2008), etc. Mantis shrimp can be found regularly in fish markets of Spain, Italy, Egypt and Morocco (Abello & Martin 1993).

Ecologically, mantis shrimps are one of the most conspicuous members of the littoral and sublittoral large-sized benthic animals living in soft sediments worldwide. These organisms reside in their burrows for shelter, reproduction and feeding. The spearer mantis shrimp, *Harpiosquilla raphidea* lives on muddy bottoms in coastal waters around Indonesia. In Tanjung Jabung Barat coastal waters

of Province Jambi, the shrimp is exploited commercially, mainly by small bottom-trawlers and gill net due to its economical value. Live caught mantis shrimp by the fishermen costs around USD 3.5 per individual with 7–9 inch size (Personal observations; 2009). The shrimp is mostly exported to Hong Kong and Taiwan, and the demand increases in years.

To avoid the extinction of the shrimp due to its exploitation, domestication of wild population is an alternative, and information on the biology of the shrimp is needed. This paper presents the information on the biology of *Harpiosquilla raphidea* with a highlight to its reproductive aspect.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The present study was carried out on an intertidal mudflat developed at the mouth of Tungkal River, Tanjung Jabung Barat District, Province Jambi (Fig. 1). At extreme low spring tides the mudflat is exposed for about 1 km seaward. *Harpiosquilla raphidea* occurs over almost the entire mudflat. The depth of the sediment column was at least 50 cm, and could probably reach more than 2.0 meter. The water characteristics are as follows: temperature ranged from 28.2 to 30.5 °C, salinity ranged from 15 to 19 psu, and oxygen concentration ranged from 6.7–7.6 ppm.

Sampling of *Harpiosquilla raphidea*

Sampling of the *Harpiosquilla raphidea* was conducted on 15–20 November 2009. Sample collections were made using commercial gill net 4-inch directed by local fishermen. Collected shrimps were measured to obtain the Kubo's body length (abbreviated as BL) from the base of the rostrum to the anterior edge of the notch of the telson (see Ohtomi et al. 1992; Kubo et al. 1959). Measurements were made to the nearest 0.1 cm using caliper. The weight was measured on analytical balance to the nearest 0.1 g. Sex was determined by the presence of the penis located at the base of a pair of third pereopods on the right side.

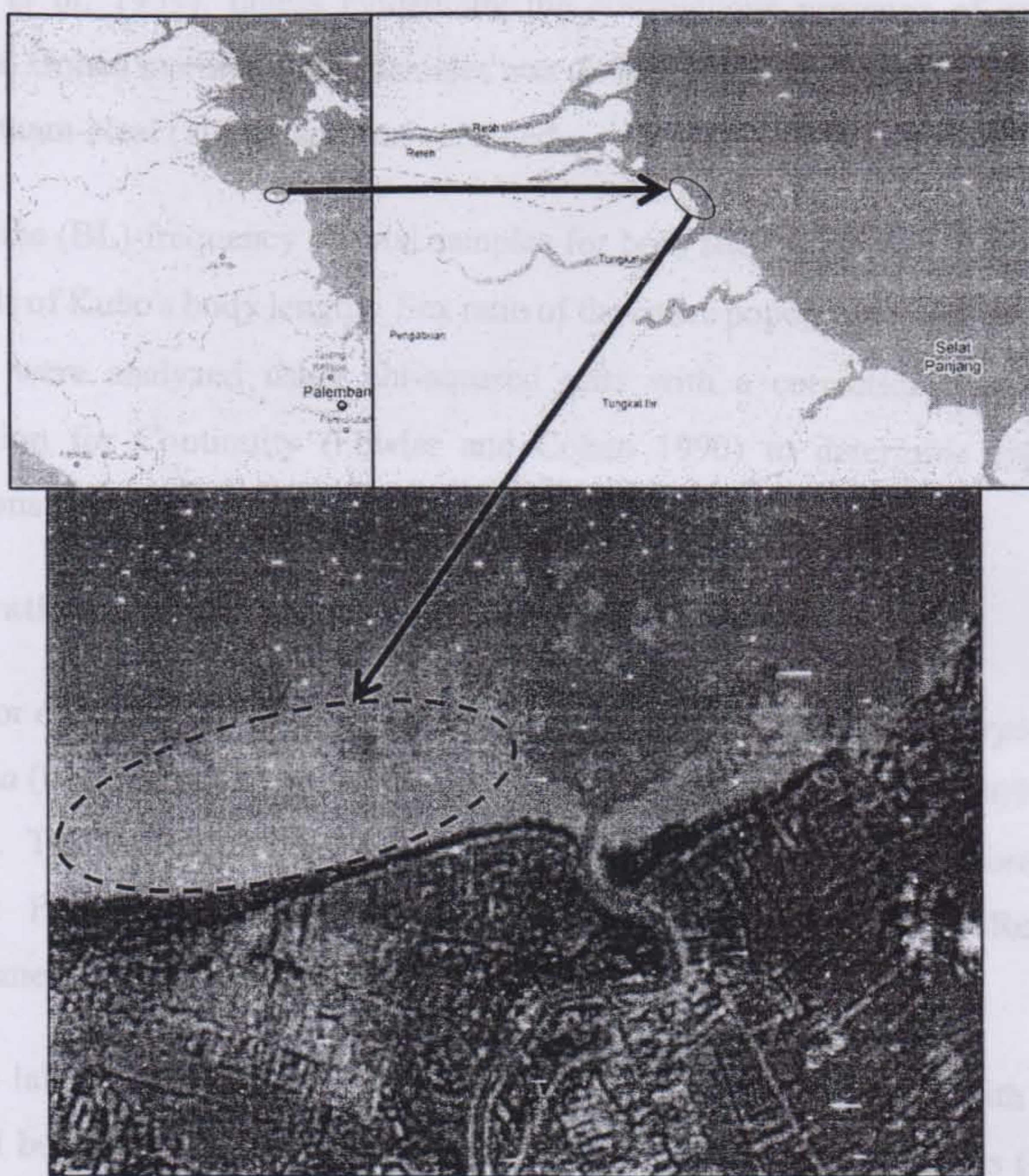


Fig. 1. Research location. Black circle indicated the mudflat where the shrimps were collected.

Sampling of *Harpiosquilla raphidea*

Sampling of the *Harpiosquilla raphidea* was conducted on 15–20 November 2009. Sample collections were made using commercial gill net 4-inch directed by a local fisherman. Collected shrimps were measured to obtain the Kubo's body length [abbreviated as BL: from the base of the rostrum to the anterior edge of the median notch of the telson (see Ohtomi *et al.* 1992; Kubo *et al.* 1959)]. Measurements were made to the nearest 0.1 cm using caliper. The weight was measured as well using a balance to the nearest 0.1 g. Sex was determined by the presence or absence of penis located at the base of a pair of third pereopods on the eighth thoracic segment

(Kubo *et al.* 1959), unless evident by the conspicuous presence of ovaries in females. Gonad maturity of the females was divided into three stages in accordance to Wortham-Neal (2002), and was recorded.

Size (BL)-frequency of total samples for both sexes was plotted using 2 cm intervals of Kubo's body length. Sex ratio of the entire populations and each of size classes were analyzed using chi-squared tests with a correction called Yates' Correction for Continuity (Fowler and Cohen 1990) to determine significant deviations from an expected 1:1 sex ratio.

Observation on gonad development of female in laboratory

For observing the gonad development of female shrimp, adult *Harpisquilla raphidea* (body length more than 19 cm) were collected in November 2009 using a gill net. The collected mantis shrimps were dry-transported to Laboratory of Aquatic Productivity and Environment, Department of Aquatic Resources Management, Bogor Agricultural University in oxygenated container.

In laboratory, the shrimps were placed into aquaria equipped with 6 (six) artificial burrows made of PVC pipes for three females and three males (Fig. 2). Ten replicates (means 30 females, 30 males) were used in the experiment. Some shrimps immediately entered the pipes, but some took time to use the pipes for their burrows. During observation the shrimps were fed by peeled penaeid shrimp. Long observation showed that most shrimp treated the pipe like a natural burrow (i.e., stayed in it, returned food to it, and cleaned it of excess food), and no cannibalism occurred if the food was enough. Females were monitored every day, and the presence of late-stage cement-gland development and ovaries that fuse in the telson, forming a "triangle" on the ventral surface was recorded (Deecaraman & Subramoniam 1980, 1983).

Size Class (cm)	No. of Males	No. of Females	M:F Ratio
21-23	33	3	11:1
23-25	42	39	1.05
25-27	47	57	1.21
27-29	26	69	2.65
29-31	1	90	89:1
Total	152	258	1.70

Note: χ^2 test with Yates' Correction for Continuity

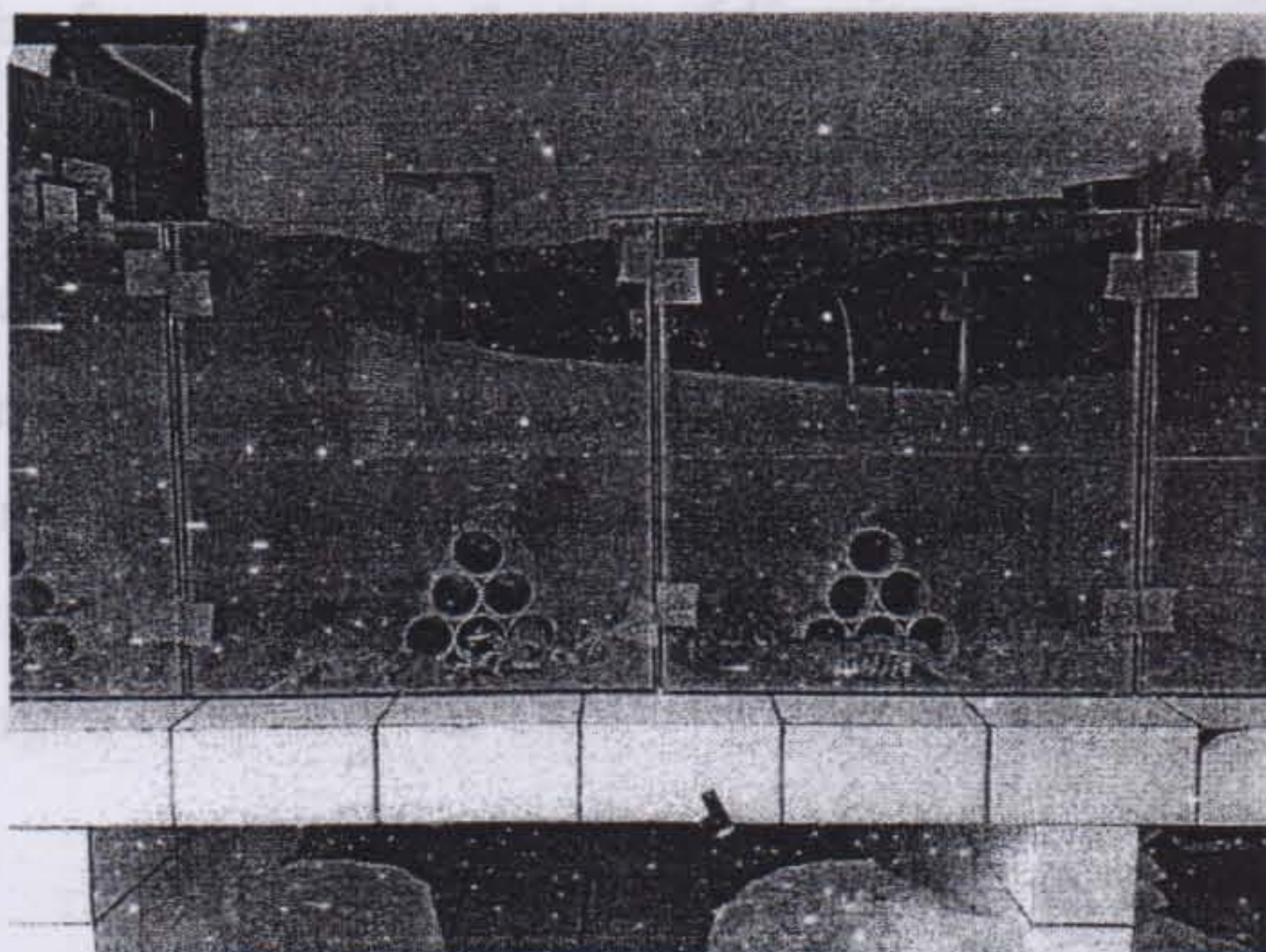


Fig. 2. Aquarium arrayed in artificial burrows for the observation of gonad development of female *Harpiosquilla raphidea*.

RESULTS

Sex ratio of *Harpiosquilla raphidea* population

In the present study the total collected shrimp was 375 specimens which consists of 223 females and 152 males, giving a female-biased sex ratio for the entire population [(1.47: 1), $\chi^2 = 13.45$, $p < 0.05$, χ^2 test with Yates' correction; see Fowler and Cohen (1990)]. In term of size, the collected shrimps ranged from 19.5 – 30.0-cm BL. Considering the size classes, note that, in spite of the variability in the sex ratio values, the number of males and females belonging to each size was not statistically different until 25-cm BL (see Table 1).

Table 1. Number of specimens for both sexes at each size class and the results of χ^2 test.

Size class (cm)	No. of Males	No. of Females	M/F Ratio	χ^2 test
19 – 21	3	3	1.00	0.17 ns at $p = 0.$
21 – 23	33	39	0.85	0.51 ns at $p = 0.$
23 – 25	42	57	0.74	0.28 ns at $p = 0.$
25 – 27	47	69	0.68	4.18 *, $p < 0.0$
27 – 29	26	50	0.52	7.59 *, $p < 0.0$
29 – 31	1	5	0.20	2.83 ns at $p = 0.$
Total	152	223	0.68	13.45 *, $p < 0.0$

Note: χ^2 test with Yates' Correction for Continuity (see Fowler & Cohen, 1990)

Size frequency distribution of *Harpiosquilla raphidea* population

The size (BL)-frequency histogram of all shrimps collected on 15–20 November 2009 is presented in Fig. 2. Both males and females show a symmetrical distribution, but the average size of females (24.38-cm BL) was significantly larger than that of males (23.92-cm BL) ($p < 0.05$; t-test for comparing the means as in Fowler and Cohen, 1990). The largest female (30.0-cm BL) was also larger than the largest male (28.7-cm BL).

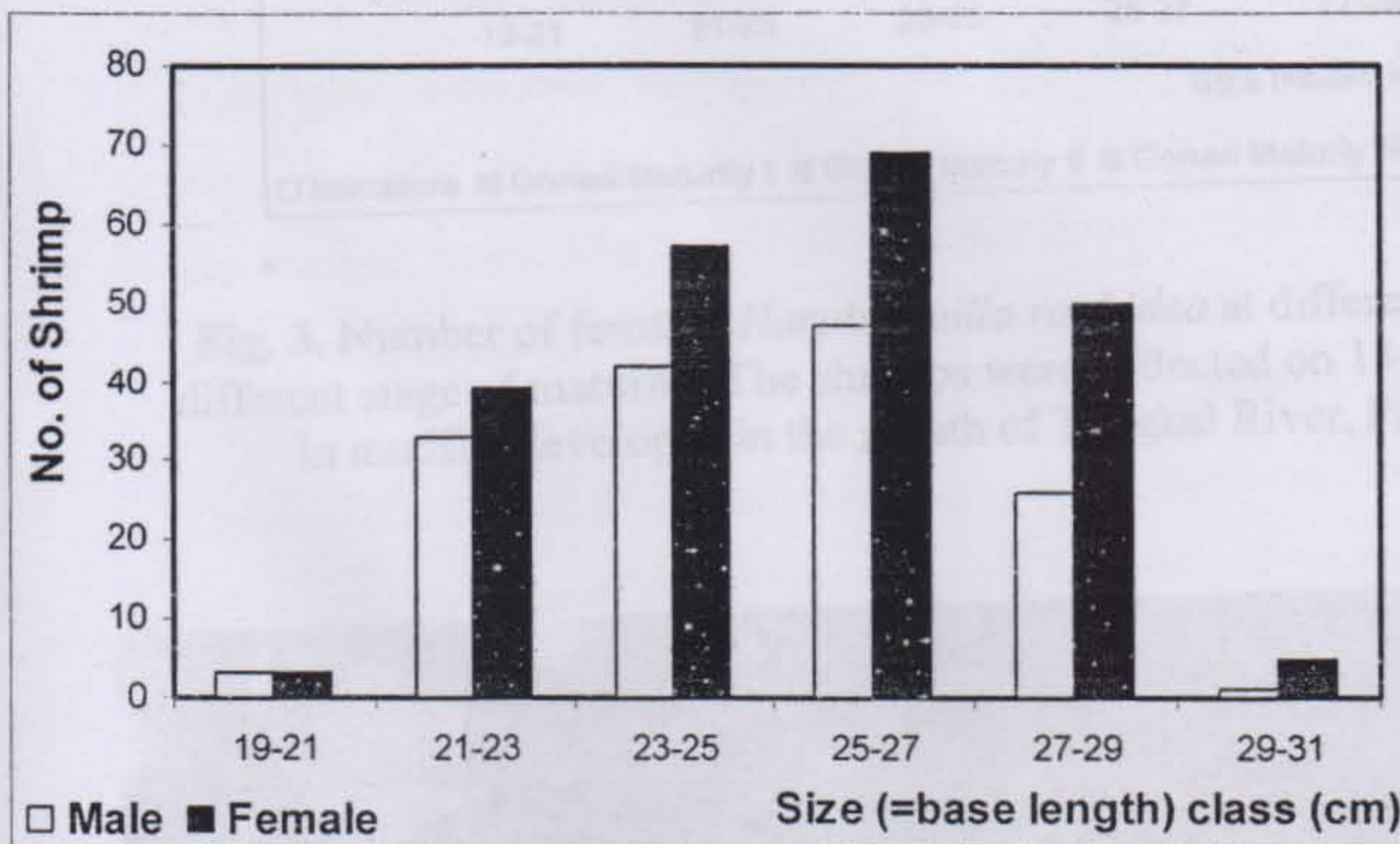


Fig. 2. Size (BL)-frequency distribution of male and female *Harpiosquilla raphidea* collected between 15–20 November 2009 in Tungkal River, Province Jambi.

Reproductive Biology of *Harpiosquilla raphidea*

Reproduction aspect of the shrimp is viewed from the gonad maturity. The gonad maturity is divided into three stages following Wortham-Neal (2002). The number of females with different stage of gonad maturity is presented in Fig. 3. Females with Stage 1 dominated in most cases.

Observations on the gonad development showed that in two weeks, 3 females showed gonad stage 1, and only 2 females developed their gonad into the stage 3 (see Fig. 4).

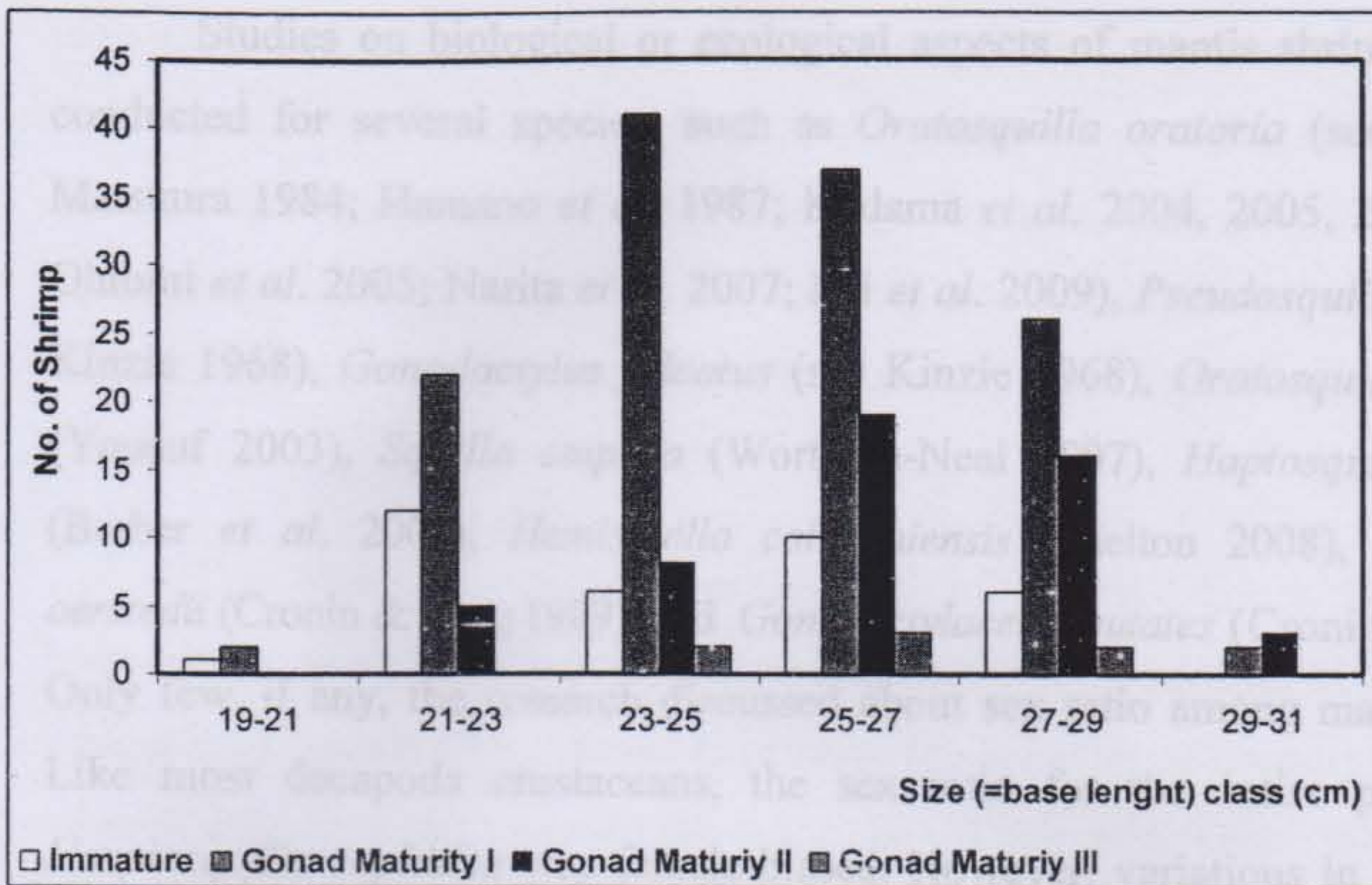


Fig. 3. Number of females *Harpiosquilla raphidea* at different size classes with different stage of maturity. The shrimps were collected on 15–20 November 2009 in mudflat developed in the mouth of Tungkal River, Province Jambi.

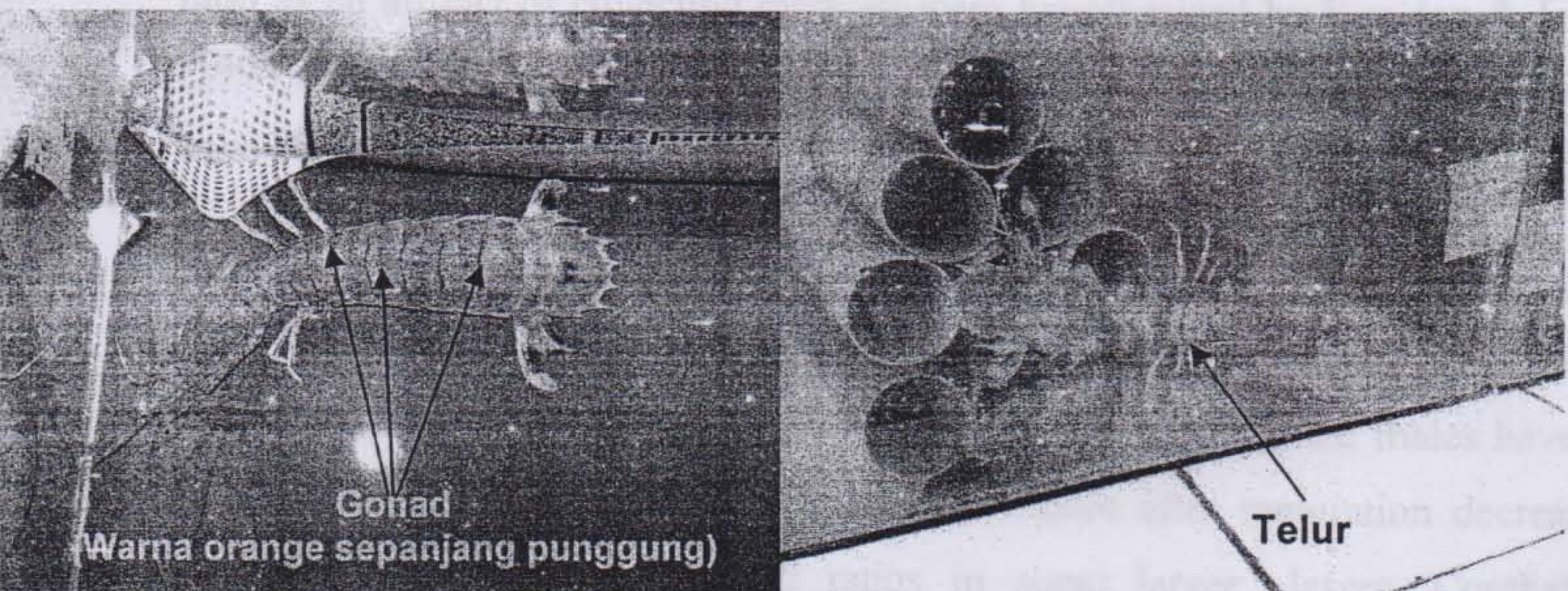


Fig 4. Female showing a gonad development Stage 3 in laboratory.

DISCUSSION

The target species of the present study is *Harpiosquilla raphidea*, one of the two common mantis shrimps of the same genus inhabiting mudflats developed in the mouth of Tungkal River, Province Jambi. The other species living in the research location is *Harpiosquilla harpax*.

Studies on biological or ecological aspects of mantis shrimp have been conducted for several species, such as *Oratosquilla oratoria* (see Hamano & Matsuura 1984; Hamano *et al.* 1987; Kodama *et al.* 2004, 2005, 2006a, 2006b; Ohtomi *et al.* 2005; Narita *et al.* 2007; Lui *et al.* 2009), *Pseudosquilla ciliate* (see Kinzie 1968), *Gonodactylus falcatus* (see Kinzie 1968), *Oratosquilla interrupta* (Yousuf 2003), *Squilla empusa* (Wortham-Neal 2007), *Haptosquilla pulchella* (Barber *et al.* 2002), *Hemisquilla californiensis* (Shelton 2008), *Gonodactylus oerstedii* (Cronin & King 1989), and *Gonodactylaceus mutates* (Cronin *et al.* 2000). Only few, if any, the research discussed about sex ratio among mantis shrimps. Like most decapods crustaceans, the sex ratio for the entire population of *Harpisquilla raphidea* was female-biased. However, variations in the ratios by size classes were detected. Unusual male-biased ratios for the whole population was found in some callianassid shrimp, such as *Callianassa kraussi* (see Forbes, 1977), *C. subterranea* (see Rowden & Jones, 1994) and *C. tyrrhena* (see Dworschak, 1998). In callianassid shrimp population records of female-biased sex ratio as an artifact of collecting methods were hypothesized by Rowden & Jones (1994). However, Pezzuto (1998) in his review wrote that female-biased patterns have been found in species living in various environments, and have been sampled with various gears/methods, so it has nothing to do with sampling gears or methods.

In the present study, females dominated larger size. This would probably be related to the behavior of the males. After becoming matured, the males have to fight for mating partners. So, the number of males after maturation decreased gradually, yielding female-biased ratios in some larger classes. Combatant behaviour has been proved to cause serious injuries or even death of one or both opponents in *Neaxius vivesi* (see Berrill, 1975). Such behaviour also characterized some callianassid shrimp, such as *Callianassa filholi* (see Devine, 1966), *Trypaea australiensis* (see Hailstone, 1962), *C. tyrrhena* (see Ott *et al.*, 1976: as *C. stebbingi*), *C. subterranea* (see Rowden and Jones, 1994), *Lepidophthalmus louisianensis* (see Felder and Lovett, 1989), *Neotrypaea californiensis* (see Bird, 1982), *Sergio mirim* (see Pezutto, 1998) and *Nihonotrypaea harmandi* (see Tamaki *et al.*, 1997). However, a reduced number of sexually mature males through fights and/or due to predation when they leave the burrow to search for females, could

have advantages for the decapods population: (1) as natural selection to get the 'best' specimens, (2) enhancing the probability of each surviving males to discover females by excavating randomly in every direction, and (3) as an alternative strategy to overcome the problem of locating mating partners below the sediment surface, without selecting strategies often used by other benthic animals (Pezzuto, 1998).

The topic of reproductive biology of mantis shrimp have received increasing amount of attention in these two decades. Hamano & Matsuura (1984) conducted laboratory experiment to observe the behavior of *Oratosquilla oratoria* when it laid eggs and guarded the mass eggs. Their experiment showed that the shrimp never laid eggs out of the artificial burrow. Christy & Salmon (1991) reviewed and compare the reproductive behavior in mantis shrimps and fiddler crabs. Wortham-Neal (2002) did a study on reproductive morphology and biology of male and female *Squilla empusa*. In her study, she concluded that variation in reproductive morphology may influence selection pressures on mating behaviors in mantis shrimp. Male *Squilla empusa* may not benefit by guarding females because of the long and apparently unpredictable inter-molt period and production of consecutive broods of eggs. The best strategy for optimal reproductive success from the male's perspective may be pure-search (Wickler & Seibt, 1981). This pure-search strategy predicts that males should mate with all behaviorally receptive females. The male may then transfer sperm-plug material along with sperm to females. This strategy of males should decrease the cost of postcopulatory mate-guarding of females. Males may then leave this female to search for another receptive female. Kodama *et al.* (2004, 2006a) conducted a research on the reproductive aspect of *Oratosquilla oratoria* which was used for fishery management of the shrimp. The important point of their study is that fishery regulation during the spawning season is required to enhance the resilience of the stock size of *O. oratoria*. In particular, regulation around the spawning peak in spring, during which most large female shrimps with high fecundity spawn, might be effective for recovering larval abundance before July.

In the present study, the occurrence of various stage of gonad development

penangkapan, jenis alat tangkap, dan jumlah nelayan yang boleh menangkap.

- (4) Faktor biologi lain yang berpengaruh terhadap populasi udang mantis seperti keberadaan parasit (jenis bopyrid), bakteri penyebab penyakit (Vibriosis) atau virus.
- (5) Filogenetik atau kekerabatan genetic udang mantis yang ada di Kuala Tungkal dengan udang mantis di perairan Indonesia lainnya.

Dengan melakukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan pemahaman karakter biologi tersebut di atas, maka diharapkan pemanfaatan udang mantis *Harpiosquilla raphidea* di perairan Kuala Tungkal dapat berkelanjutan. Selain itu, informasi biologi hasil penelitian lanjutan dapat semakin memperkuat upaya domestikasi sehingga tidak tertutup kemungkinan udang mantis dapat dijadikan sebagai sumberdaya dari sektor perikanan budidaya.

in female shrimps indicated a simultaneous breeding. This phenomenon was also found in callinassid shrimp, *Nihonotrypaea japonica* (Wardiatno, 2002). Stage 3 of gonad maturity occurred in larger females *Harpiosquilla raphidea*. This could probably mean that egg deposition was initiated by larger-sized females in the beginning of the breeding season, while participation in reproduction by the smaller-sized females is later on.

The laboratory observation showed that non-reproductive females *Harpiosquilla raphidea* collected from the field mostly needed about two weeks to develop their gonad until the stage 1. Only few showed the ovarian shape on the ventral side of telson had assumed the shape of an isocetes triangle two week after the date of collection from the field. For female *Oratosquilla oratoria*, such condition would be followed by spawning within a week (Hamano & Matsuura 1984).

ACKNOWLEDGEMENTS

This paper is part of our research work funded by Ministry of National Education of Indonesia. We thank to Novi, Elin, Damora and Wahyu for their assistance in the field and laboratory works. Prof. Akio Tamaki, Dr. Ario Damar, Dr. Hefni Effendi and Mrs. Yuli Naulita are thanked for helping us to get some recent literatures. Mr. Ibrahim kindly helped us to send mantis shrimps for the experiment. We are indebted to Prof. M. Kasim Moosa due to his help for the identification of the shrimp.

REFERENCES

- Abello, P. & P. Martin. 1993. Fishery dynamics of the mantis shrimp *Squilla mantis* (Crustacea: Stomatopoda) population off the Ebro delta northwestern Mediterranean). *Fish Res.* 16: 131-145.
- Barber, P. H., S. R. Palumbi, M. V. Erdmann & M. K. Moosa. 2002. Sharp genetic breaks among populations of *Haptosquilla pulchella* (Stomatopoda) indicate limits to larval transport: patterns, causes, and consequences. *Molecular Ecology* 11: 659-674.

- Berrill, M. 1975. The burrowing, aggressive and early larval behavior of *Neaxius vivesi* (Bouvier) (Decapoda, Thalassinidea). *Crustaceana* 29: 92-98.
- Bird, E. M. 1982. Population dynamics of thalassinidean shrimps and community effects through sediment modification. PhD thesis, University of Maryland, USA.
- Christy, J. H. & M. Salmon. 1991. Comparative studies of reproductive behavior in mantis shrimps and fiddler crabs. *Amer. Zool.* 31:329-337.
- Cronin, T. W. & C. A. King. 1989. Spectral sensitivity of vision in the mantis shrimp, *Gonodactylus oerstedii*, Determined Using Noninvasive Optical Techniques. *Biol. Bull.* 176:308-316.
- Cronin, T. W., N. J. Marshall & R. L. Galdwell. 2000. Spectral tuning and the visual ecology of mantis shrimps. *Phil. Trans. R. Soc. Land. B.* 355: 1263-1267.
- Colloca, F., M. Cardinale, A. Belluscio & G. Ardizzone. 2003. Pattern of distribution and diversity of demersal assemblages in the central Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56: 469-480.
- Deecaraman, M. & T. Subramoniam. 1980. Cement gland activity in *Squilla holoschista* (Crustacea: Stomatopoda). Pp. 68-76 in T. Subramoniam and S. Varadarajan (eds.). *Progress in Invertebrate Reproduction and Aquaculture. University of Madras, India.*
- Deecaraman, M. & T. Subramoniam. 1983. Mating and its effect on female reproductive physiology with special reference to the fate of male accessory sex gland secretion in the stomatopod *Squilla holoschista*. *Marine Biology* 77: 161-170.
- Devine, C. E. 1966. Ecology of *Callinassa filholi* Milne-Edwards 1878 (Crustacea, Thalassinidea). *Transactions of the Royal Society of New Zealand* 8: 93-110.
- Dworschak, P. C. 1998. Observations on the biology of the burrowing mud shrimps *Callinassa tyrrhena* and *C. candida* (Decapoda: Thalassinidea). *Journal of Natural History* 32: 1535-1548.
- Felder, D. L., and D. L. Lovett. 1989. Relative growth and sexual maturation in the estuarine ghost shrimp *Callinassa louisianensis* Schmitt, 1935. *Journal of Crustacean Biology* 9: 540-553.
- Forbes, A. T. 1973. An unusual abbreviated larval life in the estuarine burrowing prawn *Callinassa kraussi* (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). *Marine Biology* 22: 361-365.
- Garces, L.R., I. Stobutzki, M. Alias, W. Campos, N. Koongchai, L. Lachica-Alino, G. Mustafa, S. Nurhakim, M. Srinath & G. Silvestre. 2006. Spatial structure of demersal fish assemblages in South and Southeast Asia and implications

- for fisheries management. *Fisheries Research* 78: 143-157.
- Hailstone, T. S. 1962. They're a good bait! *Australian Natural History* 14: 29-31.
- Hamano, T. & S. Matsuura. 1984. Egg Laying and Egg Mass Nursing Behaviour in the Japanese Mantis Shrimp. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 50: 1969-1973.
- Hamano, T., N. M. Morrissy & S. Matsuura. 1987. Ecological Information on *Oratosquilla oratoria* (Stomatopoda, Crustacea) with an Attempt to Estimate the Annual Settlement Date from Growth Parameters. *The Journal of Shimonoseki University of Fisheries* 36: 9-27.
- Kinzie, R. A. 1968. The Ecology of the Replacement of *Pseudosquilla ciliata* (Fabricius) by *Gonodactylus falcatus* (Forsk.) (Crustacea; Stomatopoda) Recently Introduced into the Hawaiian Islands. *Pacific Science* 21: 465-475.
- Kodama, K., T. Shimizu, T. Yamakawa & I. Aoki. 2004. Reproductive biology of the female Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* (Stomatopoda) in relation to changes in the seasonal pattern of larval occurrence in Tokyo Bay, Japan. *Fisheries Science* 70: 734-745.
- Kodama, K., T. Yamakawa, T. Shimizu & I. Aoki. 2005. Age estimation of the wild population of Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* (Crustacea: Stomatopoda) in Tokyo Bay, Japan, using lipofuscin as an age marker. *Fisheries Science* 71: 141-150.
- Kodama, K., T. Shimizu, T. Yamakawa & I. Aoki. 2006a. Changes in reproductive patterns in relation to decline in stock abundance of the Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* in Tokyo Bay. *Fisheries Science* 72: 568-577.
- Kodama, K., T. Horiguchi, G. Kume, S. Nagayama, T. Shimizu, H. Shiraisho, M. Morita & M. Shimizu. 2006b. Effects of hypoxia on early life history of the stomatopod *Oratosquilla oratoria* in a coastal sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 324: 197-206.
- Kubo, I., S. Hori, M. Kumemura, M. Naganawa & J. Soedjono. 1959. A biological study on a Japanese edible mantis-shrimp, *Squilla oratoria* de Haan. *J. Tokyo Univ. Fish.* 45: 1-25.
- Lui, K. K. Y., J. S. S. Ng & K. M. Y. Leung. 2007. Spatio-temporal variations in the diversity and abundance of commercially important Decapoda and Stomatopoda in subtropical Hong Kong waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 72: 635-647.
- Lui, K. K. Y., Leung, P. T. Y., W. C. Ng & K. M. Y. Leung. 2009. Genetic variation of *Oratosquilla oratoria* (Crustacea: Stomatopoda) across Hong Kong waters elucidated by mitochondrial DNA control region sequences. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 5 : 1-9.

- Musa, N. & L. S. Wei. 2008. Outbreak of Vibriosis in Mantis Shrimp (*Squilla* sp.). *World J. Agric. Sci.*, 4 (2): 137-139.
- Narita, T., M. Ganmanee & H. Sekiguchi. 2007. Population dynamics of mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* in Ise Bay, central Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi* 73: 18-31.
- Ohtomi, J., N. Nakata & M. Shimizu. 1992. Discarding of the Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* by small-scale trawlers in Tokyo Bay. *Nippon Suisan Gakkaishi* 58: 665-670.
- Ohtomi, J., H. H. Kawazoe & T. Furota. 2005. Temporal distribution of the Japanese mantis shrimp *Oratosquilla oratoria* larvae during transition from good catch period to poor catch period in Tokyo Bay, Japan. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 54: 1-6.
- Ott, J. A., B. Fuchs and A. Malasek. 1976. Observations on the biology of *Callianassa stebbingi* Borrodaille and *Upogebia litoralis* Risso and their effect upon the sediment. *Senckenbergiana maritima* 8: 61-79.
- Pezzuto, P. R. 1998. Population dynamics of *Sergio mirim* (Rodrigues 1971) (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae) in Cassino Beach, southern Brazil. *P.S.Z.N.: Marine Ecology* 19: 89-109.
- Shelton, T. S. J. 2008. Effects of low oxygen on behavior of the mantis shrimp *Hemisquilla californiensis*. Master Thesis. Walla Walla University.
- Tamaki, A., B. Ingole, K. Ikebe, K. Muramatsu, M. Taka, M. Tanaka. 1997. Life history of the ghost shrimp, *Callianassa japonica* Ortmann (Decapoda: Thalassinidea), an intertidal sandflat in western Kyushu, Japan. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 210: 223-250.
- Wardiatno, Y. 2002. Study on the biology of the ghost shrimp, *Nihonotrypaea japonica* (Ortmann 1891) (Decapoda: Thalassinidea: Callianassidae), distributed on intertidal sandflats in Ariake Sound, Kyushu, Japan. Dissertation. Graduate School of Marine Science and Engineering, Nagasaki University.
- Wickler, W. & U. Seibt. 1981. Monogamy in crustacea and man. *Journal of Comparative Ethology* 57: 215-234.
- Wortham-Neal, J. L. 2002. Reproductive morphology and biology of male and female mantis shrimp (Stomatopoda: Squillidae). *Journal of Crustacean Biology* 22: 728-741.
- Yousuf, F. 2003. Redescription of *Oratosquilla interrupta* (Manning, 1995) (Crustacea: Stomatopoda) and its Transfer to *Oratosquillina* (Manning, 1995) from Northern Arabian Sea, Karachi, Pakistan. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 6: 1199-1201.

C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN

Udang mantis (*Harpalosquilla raphidea*) merupakan jenis hewan demersal yang hidup dan mendominasi komunitas bentik di daerah pantai berlumpur wilayah pesisir Kuala Tungkal yang terletak di Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi. Udang mantis tersebut bernilai ekonomis tinggi dan menjadi komoditas target sektor perikanan tangkap nelayan setempat. Penangkapan udang mantis dilakukan dengan menggunakan gill net, mini trawl dan sondong (rudu). Dengan harga dasar di nelayan per ekor Rp 25.000,- (-) Rp 35.000,- untuk ukuran 7-9 inci menjadikan udang mantis merupakan primadona sumberdaya perikanan tangkap setempat.

Seperti sumberdaya perikanan lainnya, penangkapan udang mantis dari alam seluasnya didasarkan atas konsep berkelanjutan. Konsep pemanfaatan berkelanjutan hanya bisa berhasil apabila sumberdaya perikanan dikelola berdasarkan informasi dan pemahaman tentang karakter biologi dari sumberdaya

C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN

Informasi tentang karakter biologi yang lengkap dapat membantu memudahkan upaya pengelolaan sumberdaya perikanan yang berkelanjutan dari penelitian yang sekarang dilakukan, adalah sangat penting, di samping itu, penguasaan data hasil tangkap gill net, tingkat keberlanjutan sumber daya hasil tangkapan di alam, dan perkembangan sumber daya yang dipelajari di laboratorium.

Penelitian lanjutan yang diperlukan untuk mendapatkan informasi dan karakter biologi lain dalam aplikasi teknik pengelolaan udang mantis *Harpalosquilla raphidea* agar pemanfaatannya dapat berkelanjutan adalah sebagai berikut:

- (1) Data hidup postlarva mencakup: musim penangkapan, pola eksploitasi antara jaring tekor dengan selupahan larva, dan pertumbuhan populasi.
- (2) Deskripsi udang mantis berdasarkan ukuran untuk menentukan umur.
- (3) Kelengkapan stok udang mantis untuk menentukan musim tangkap, daya

C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN

Udang mantis (*Harpiosquilla raphidea*) merupakan jenis hewan demersal yang hidup dan mendominasi komunitas benthic di daerah pantai berlumpur wilayah pesisir Kuala Tungkal yang terletak di Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi. Udang mantis tersebut bernilai ekonomis tinggi dan menjadi komoditas target sektor perikanan tangkap nelayan setempat. Penangkapan udang mantis dilakukan dengan menggunakan *gill net*, *mini trawl* dan sondong (sudu). Dengan harga dasar di nelayan per ekor Rp 25.000,- (-) Rp 35.000,- untuk ukuran 7–9 inci menjadikan udang mantis merupakan primadona sumberdaya perikanan tangkap saat ini.

• Seperti sumberdaya perikanan lainnya, penangkapan udang mantis dari alam seharusnya didasarkan atas konsep berkelanjutan. Konsep pemanfaatan berkelanjutan hanya bisa berhasil apabila sumberdaya perikanan dikelola berdasarkan informasi dan pemahaman tentang karakter biologi dari sumberdaya yang dimaksud.

Informasi dan karakter biologi yang lengkap dapat membantu memudahkan aplikasi pengelolaan yang tepat. Karakter biologi yang didapatkan dari penelitian yang sekarang dilakukan adalah nisbah kelamin, distribusi ukuran panjang dari hasil tangkap *gill net*, tingkat kematangan gonad betina hasil tangkapan di alam, dan perkembangan gonad betina yang dipelihara di laboratorium.

Penelitian lanjutan yang diperlukan untuk mendapatkan informasi dan karakter biologi lain dalam aplikasi teknik pengelolaan udang mantis *Harpiosquilla raphidea* agar pemanfaatannya dapat berkelanjutan adalah sebagai berikut:

- (1) Daur hidup populasi, mencakup: musim pemijahan, pola rekrutmen, korelasi antara jumlah telur dengan kelimpahan larva, dan pertumbuhan populasi.
- (2) Distribusi udang mantis berdasarkan ukuran untuk menentukan *nursery habitat*.
- (3) Kelimpahan stok udang mantis untuk menentukan musim tangkap, tingkat

