



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**STUDI POPULASI MIMI (XIPHOSURA) DI PERAIRAN  
KUALA TUNGKAL, KABUPATEN TANJUNG JABUNG  
BARAT, JAMBI**

**TESIS**

**EFFI RUBIYANTO**

**1006786354**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM PASCASARJANA  
PROGRAM STUDI BIOLOGI  
DEPOK  
JULI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**STUDI POPULASI MIMI (XIPHOSURA) DI PERAIRAN  
KUALA TUNGKAL, KABUPATEN TANJUNG JABUNG  
BARAT, JAMBI**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Sains**

**EFFI RUBIYANTO**

**1006786354**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM PASCASARJANA  
PROGRAM STUDI BIOLOGI  
DEPOK  
JULI 2012**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar**

**Nama** : EFFI RUBIYANTO

**NPM** : 1006786354

**Tanda Tangan** : 

**Tanggal** : 29 Juni 2012

**JUDUL** : STUDI POPULASI MIMI (XIPHOSURA) DI PERAIRAN  
KUALA TUNGKAL, KABUPATEN TANJUNG JABUNG  
BARAT, JAMBI

**NAMA** : EFFI RUBIYANTO

**NPM** : 1006786354

**Menyetujui:**

**1. Komisi Pembimbing**




Dr. rer. nat. Mufti Petala Patria, M.Sc  
Pembimbing

**2. Penguji**



Drs. Erwin Nurdin, M.Si  
Penguji I



Drs. Wisnu Wardhana, M.Si  
Penguji II


**3. Ketua Program Studi Biologi  
Program Pascasarjana FMIPA UI**



Dr. Luthfirda Sjahfirdi, M.Biomed.

**Tanggal Lulus: 5 Juli 2012**

**4. Ketua Program Pascasarjana  
FMIPA - Universitas Indonesia**



Dr. Adi Basukriadi, M.Sc.






## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Effi Rubiyanto  
NPM : 1006786354  
Program Studi : Biologi Konservasi  
Judul Tesis : Studi Populasi Mimi (Xiphosura) Di Perairan Kuala  
Tungkal, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi

Telah berhasil saya pertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr.rer.nat. Mufti Petala Patria, M.Sc   
Penguji I : Drs.Erwin Nurdin, M.Si   
Penguji II : Drs.Wisnu Wardhana, M.Si 

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 5 Juli 2012

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS  
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : EFFI RUBIYANTO  
NPM : 1006786354  
Program Studi : Biologi  
Departemen : Biologi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Tesis


Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Studi Populasi Mimi (*Xiphosura*) di Perairan Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi**

Beserta perangkatnya yang ada jika diperlukan. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 29 Juni 2012  
Yang Menyatakan

  
(Effi Rubiyanto)

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT berkat rahmat dan hidayahNya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tesis merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Magister Sains. Adapun tesis yang berhasil kami susun berjudul Studi Populasi Mimi (Xiphosura) di Perairan Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi.

Penulis mengucapkan ribuan terima kasih kepada Bapak Dr. rer. nat. Mufti P. Patria, M. Sc. yang telah memberikan arahan, bimbingan dan motivasi selama penulis melakukan penelitian dan penyusunan tesis. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Bapak Drs. Erwin Nurdin M.Si. dan Drs. Wisnu Wardhana, M.Si atas saran, kritik dan diskusi yang telah diberikan untuk penyempurnaan tesis dan memperlebar wawasan penulis.

Kepada Ibu Dr. Luthfiralda Sjahfirdi, M.Biomed selaku Penasehat Akademik dan Ibu Dr. Nisyawati, sebagai Pimpinan dan Pengelola Program Studi Pascasarjana Biologi Universitas Indonesia, serta seluruh staf pengajar di Program Studi Pascasarjana Biologi, kami ucapkan banyak terima kasih atas kesediaan waktu, dorongan dan motivasi selama penulis melaksanakan studi.

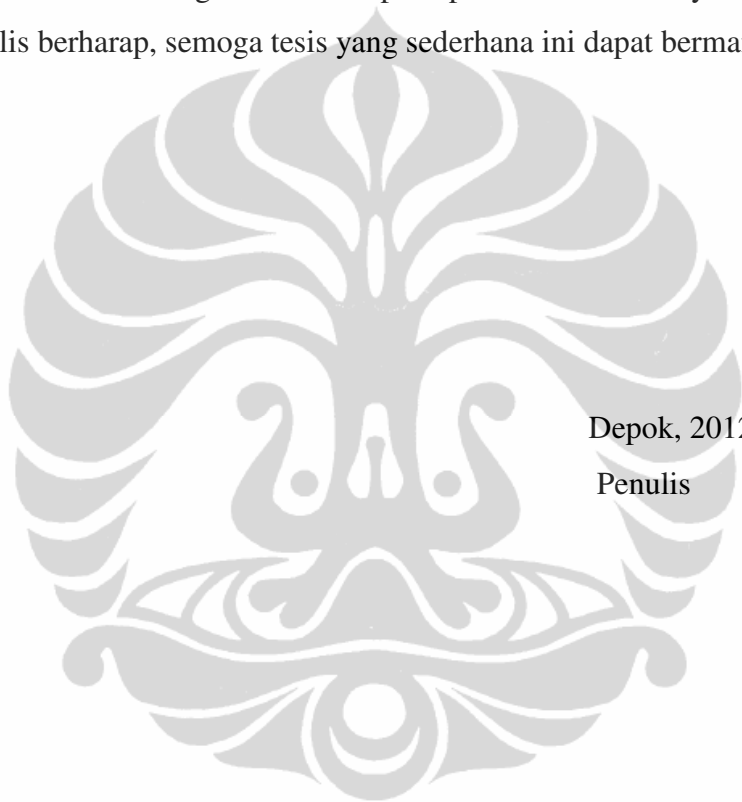
Kepada Bapak Drs. K. Hutabalian selaku Kepala SMA Negeri 1 Kuala Tungkal beserta keluarga besar SMA Negeri 1 Kuala Tungkal terima kasih atas doa, motivasi dan bantuan materil maupun moril sehingga memperlancar proses penyelesaian studi ini.

Tak lupa penulis juga menyampaikan terima kasih kepada mBak Evi Setiawati yang telah membantu kelancaran penyelesaian selama studi. Kepada Ir. Slamet Aprijanto sekeluarga, tidak ada kata-kata lagi yang dapat diucapkan untuk mengungkapkan rasa terima kasih penulis, hanya Allah Yang Maha Tahu. Bapak Ikas, Ipung, Acok, Ulis, dan Lei yang mendampingi dan membantu penulis selama melakukan penelitian di lapangan diucapkan terima kasih atas bantuannya.

Orang tua dan Kakak-kakakku yang tak pernah lelah mendoakanku, permata hatiku mBak Ocha (maafkan Bapakmu yang membuat dirimu lebih cepat dewasa dari usiamu) dan istriku Rusnaningsih, yang telah sabar dan ikhlas

memberikan doa dan kasih sayang sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan studi dengan lancar.

Sahabat-sahabat yang dengan setia mendampingi, mengajari, meluangkan waktu dan memberikan arahan, bantuan serta motivasi dalam penyelesaian tesis ini; Winda Dwi Kartika, Tri Wahyu Susanto, Afiati Putrika, Yunanisa, Rosana Nasution, Rusmawati dan semua yang mungkin tidak dapat disebutkan satu persatu. Selain itu, sahabat AP Wulandari, S.Pd sekeluarga yang telah memberikan bantuan semangat dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini. Penulis berharap, semoga tesis yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi kita. Amin.



Depok, 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
SUMMARY .....	xiii
<b>PENGANTAR PARIPURNA.....</b>	<b>1</b>
<b>MAKALAH I : DISTRIBUSI DAN KEPADATAN MIMI</b> <b><i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> (Latreille 1802) DAN</b> <b><i>Tachypleus gigas</i> (Muller 1785) DI PERAIRAN</b> <b>KUALA TUNGKAL, KABUPATEN TANJUNG</b> <b>JABUNG BARAT, JAMBI</b>	
Abstract.....	5
Pendahuluan .....	5
Bahan dan Cara Kerja .....	8
Hasil dan Pembahasan .....	10
Kesimpulan.....	19
Saran.....	19
Daftar Acuan.....	20
<b>MAKALAH II: VARIASI MORFOMETRI MIMI <i>Carcinoscorpius</i></b> <b><i>rotundicauda</i> (Latreille 1802) DI PERAIRAN</b> <b>KUALA TUNGKAL, KABUPATEN TANJUNG</b> <b>JABUNG BARAT, JAMBI</b>	
Abstract.....	27
Pendahuluan .....	27
Bahan dan Cara Kerja .....	29
Hasil dan Pembahasan .....	31
Kesimpulan.....	38
Saran.....	38
Daftar Acuan.....	39
<b>DISKUSI PARIPURNA.....</b>	<b>54</b>
<b>RANGKUMAN KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>60</b>
<b>DAFTAR ACUAN.....</b>	<b>62</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.1	Mimi di Perairan KualaTungkal.....	1
1.2	Peta lokasi penelitian mimi di Perairan KualaTungkal (A=Parit 10, B=Boyar).....	8
2.1	Peta lokasi penelitian mimi di Perairan KualaTungkal (A=Parit 10, B=Boyar).....	29
2.2	Pengukuran morfometri mimi <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> .....	30
2.3	Diagram batang kehadiran <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> berdasarkan panjang karapas.....	32
2.4	Diagram batang kehadiran <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> berdasarkan lebar karapas.....	33
2.5	Diagram batang kehadiran <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> berdasarkan berat tubuhnya.....	34
2.6	Hubungan antara log berat (BW) – log panjang karapas (CL) <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> jantan.....	35
2.7	Hubungan antara log berat (BW) – log panjang karapas (CL) <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> betina.....	36
2.8	Hubungan antara log berat (BW) – log lebar karapas (CWi) <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> jantan.....	36
2.9	Hubungan antara log berat (BW) – log lebar karapas (CWi) <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> betina.....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.1.	Kepadatan dan Frekuensi Kehadiran Mimi <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> .....	11
1.1.2.	Nilai Indeks Dispersi Morisita mimi di Periaran Kuala Tungkal.....	13
1.1.3	Kepadatan dan Frekuensi Kehadiran Mimi <i>Tachypleus gigas</i> .....	14
1.1.4	Pengukuran parameter abiotik di Perairan Kuala Tungkal.....	16
1.1.5	Hasil Korelasi Spearman antara parameter lingkungan dengan kepadatan mimi.....	17
2.1.	Rata-rata pengukuran dan kisaran morfometri mimi <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> .....	31
2.2.	Hubungan antara panjang karapas (CL) dengan berat tubuh (BW) <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> .....	35
2.3.	Hubungan antara lebar karapas (CWi) dengan berat tubuh (BW) <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> .....	35

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1.1	Data pengukuran parameter lingkungan.....	25
1.2	Data hasil tangkapan sampel mimi <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> .....	25
1.3	Data hasil tangkapan sampel mimi <i>Tachypleus gigas</i> .....	26
2.1.	Data morfologi mimi <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> jantan.....	42
2.2.	Data morfologi mimi <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> betina.....	44
2.3.	Hasil Uji Independent Samples Test panjang karapas, lebar karapas, dan berat tubuh <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> .....	47
2.4.	Hasil regresi log panjang karapas, log lebar karapas dengan log berat tubuh <i>Carcinoscorpius rotundicauda</i> .....	50



Name : Effi Rubiyanto (1006786354)

Title : Study Population of horseshoe crabs (Xiphosura) in  
Peninsular Kuala Tungkal, The District of Tanjung  
Jabung Barat, Jambi

Thesis Supervisor : Dr.rer.nat. Mufti Petala Patria, M.Sc

---

## SUMMARY

Horseshoe crabs have changed very little over 500 million years and have survived from two mass extinctions (Sekiguchi 1988; Cartwright-Taylor et al. 2009), but now, according to the IUCN Red Data Book, one of the species is near threatened (*Limulus polyphemus*) and the other three are deficient (IUCN 2010). Habitats throughout Asia are diminishing, and evidence from studies and local fishermen suggests that all species, once commonly found, are in decline. In addition to loss of habitat, entrapment in fishing nets in coastal waters and commercial harvest for food remain threats for the crab populations.

The purpose of this researches were to determine the differences of population density and distribution pattern of horseshoe crab *C. rotundicauda* and *T. gigas* and also the morphometric variation between males and females of the population horseshoe crab *C. rotundicauda* in Peninsular Kuala Tungkal, The District of Tanjung Jabung Barat, Jambi.

The researches were conducted from September 2011 until January 2012. The location was divided into two stations: Parit 10 (Station I) and Boyar (Station II). Four belt transects (5 x 1000 m width) were set in each station and spaced at 100 m to offshore. In this researches were used random sampling.

Specimen horseshoe crabs were collected and identified by Sekiguchi (1988); Chatterji (1999); Cartwright-Taylor et al. (2009) then accounted and classified based by their species. Environmental parameters (temperature, salinity, depth and brightness) were measured. The sex, carapace length, prosomal width, and body weight were recorded from a sample of individuals horseshoe crabs.

The average density of *C. rotundicauda* in Peninsular Kuala Tungkal were  $0.62 \pm 0.23$  ind./100 m<sup>2</sup>. The highest average density occurred in Parit 10 that is,  $0.76 \pm 0.26$  ind./100 m<sup>2</sup>. The horseshoe crab of *T. gigas* only were found in Boyar and the average density were  $0.02 \pm 0.04$  ind./100 m<sup>2</sup>. Environmental parameters have no correlation with density of horseshoe crabs in Peninsular Kuala Tungkal, however in Parit 10 there was correlation between depth and brightness to the density of horseshoe crabs *C. rotundicauda* ( $1.000^{**}$ ,  $p < 0.01$ ). Furthermore, the distribution pattern of *C. rotundicauda* in Peninsular Kuala Tungkal was random, and *T. gigas* was in cluster. In Boyar's station, there were co-existence areas both populations of *C. rotundicauda* and *T. gigas*.

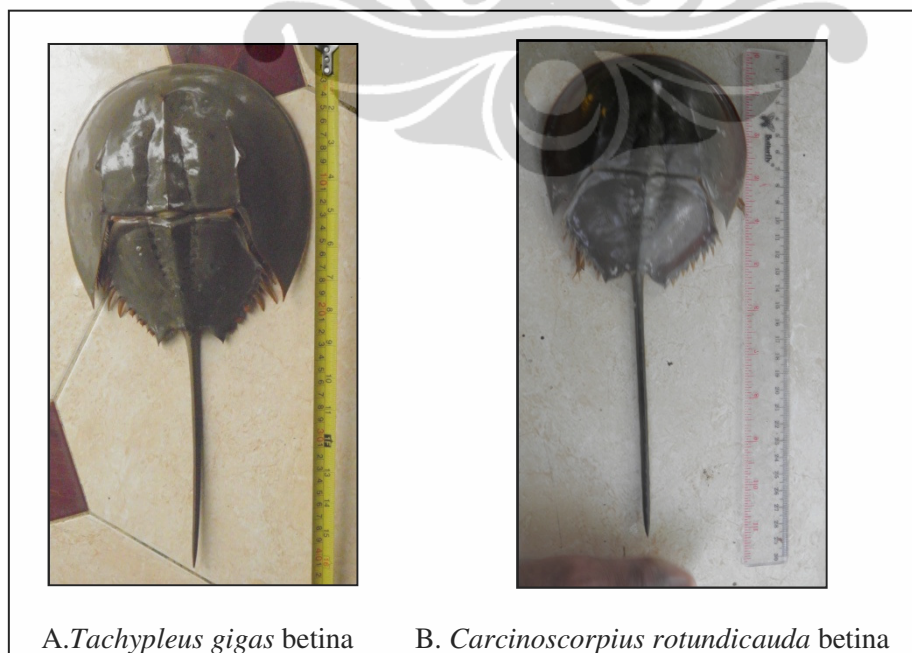
*C. rotundicauda* were found in Peninsular Kuala Tungkal, Jambi has a total carapace lengths range between 8.7 cm – 13.2 cm (males), and 7.0 cm – 15.3 cm (females), with an average size for males  $10.88 \pm 0.83$  cm, females  $11.84 \pm 1.99$  cm. Total carapace widths range between 7.5 cm – 12.8 cm (males), and 6.1 cm – 14.2 cm (females), with an average size for males  $10.02 \pm 0.98$  cm, females  $10.33 \pm 1.80$  cm. Total body weights range between 50 g – 160 g (males), and 20 g – 260 g (females), with an average size for males  $93.45 \pm 21.39$  g, females  $121.62 \pm 61.19$  g. Mature female horseshoe crabs were significantly larger (prosomal length;  $F=77.85$ ;  $P=0 < 01$ ), and heavier ( $F=90.99$ ;  $P < 0.01$ ) than mature male horseshoe crabs. The *b* values of length-weight and width-weight relationship were found to be 2.294; 1.835 (males) and 2.986; 3.114 (females) respectively. Furthermore, the pattern of growth increment of males were allometric, but in females were isometric.

**xiv + 66 pp.; 7 appendix; 11 plates; 8 tables**

**Bibl.: 42 (1969--2011)**

## PENGANTAR PARIPURNA

Mimi merupakan hewan Arthropoda yang dikenal sebagai *living fossils* karena hanya mengalami sedikit perubahan dari mimi yang ada sejak 500 juta tahun yang lalu (Riska 1981; Sekiguchi & Nakamura 1988; Shuster 2003). Spesies mimi diklasifikasikan dalam Filum Arthropoda, Subfilum Chelicerata, Kelas Merostomata, Subkelas Xiphosura, Ordo Xiphosurida, dan Famili Limulidae (Sekiguchi & Nakamura 1988). Saat ini hanya tinggal 4 spesies mimi yang masih hidup di bumi. Satu spesies mimi *Limulus polyphemus* (Linnaeus 1758) hanya terdapat di sepanjang pantai Atlantik Amerika Utara, sedangkan tiga spesies lainnya, yaitu: *Tachypleus gigas* (Muller 1785), *Tachypleus tridentatus* (Leach 1819), dan *Carcinoscorpius rotundicauda* (Latreille 1802) ditemukan di Asia, mulai dari India, Malaysia, Indonesia, Philipina, Singapura, Hongkong dan Jepang (Carmichael dkk. 2003; Lee & Morton 2005; Christianus & Saad 2007; IUCN 2010). Mimi Asia *T. tridentatus* dan mimi bulan *T. gigas* hidup di laut dangkal dan tenang, atau muara sungai dengan dasar pasir berlumpur (Chatterji & Abidi 1993; Shin dkk. 2009). Habitat mimi mangrove *C. rotundicauda* adalah air payau dengan substrat berlumpur (Chatterji & Abidi 1993; Cartwright-Taylor dkk. 2011).



Gambar 1.1. Mimi di Perairan Kuala Tungkal (Sumber: Koleksi Pribadi).

Status keempat jenis mimi tersebut dikategorikan sebagai hewan *near threatened* (IUCN 2010). Hal tersebut diakibatkan karena degradasi habitat mimi, sehingga mempunyai risiko kepunahan yang tinggi seperti yang terjadi di India, Hongkong dan Singapura (Chatterji dkk. 1992; Shin dkk. 2009; Cartwright-Taylor dkk. 2011). Sedangkan di Indonesia, *T. gigas* dikategorikan sebagai hewan langka yang dilindungi SK Menteri Kehutanan No.12/KPTS-II/1987 dan Peraturan Pemerintah RI No. 7/1999.

Selain degradasi habitat, perburuan komersial juga menyebabkan populasi mimi di dunia menurun secara cepat pada lima belas tahun terakhir (Ng & Sivasothi 2002; Mishra 2009). Hal ini terjadi akibat hilangnya habitat dan sumber makanan, perubahan kondisi air, serta peningkatan predasi (Barlow & Widener 1999, Hu dkk 2009). Sebagai contoh, jumlah populasi mimi di Mashnee Dike (Amerika) pada tahun 1984 adalah 247 individu didapat dari tiga kuadrat dan pada akhir 1990 hanya ditemukan 73 individu (Barlow & Widener 1999). Populasi mimi *Tachypleus gigas* di Balramgari, India pada tahun 1990 tercatat sebanyak 306 individu yang didapat dalam transek sepanjang 200 meter (Chatterji dkk. 1992). Pada tahun 1996 jumlah populasinya menurun menjadi 220 individu (Chatterji dkk. 2000). Begitu pula di Hongkong, pengamatan antara Mei--Desember 2002 tercatat densitas juvenil mimi *T. tridentatus* di Pak Nai adalah 1,97 individu /100 m<sup>2</sup> dan dua lokasi di Hak Pak Nai adalah 1,55 individu/100 m<sup>2</sup> dan 1,14 individu/100 m<sup>2</sup> (Chiu & Morton 2004). Di tempat yang sama, pengamatan dilakukan pada September 2004--Februari 2005 tercatat densitasnya adalah 0,08 individu /100 m<sup>2</sup>, 0,16 individu /100 m<sup>2</sup> dan 0,23 individu /100 m<sup>2</sup> (Li 2008). Mimi di Hongkong hanya ditemukan pada lokasi yang terbatas (Shin dkk. 2009).

Ancaman lain terhadap populasi mimi juga dari *overharvesting* untuk konsumsi. Di Hongkong, *T. tridentatus* dijual di restoran (Shin dkk. 2009), sedangkan di Thailand dan Malaysia ketiga jenis mimi dikonsumsi sebagai makanan eksotik (Christianus & Saad 2007). Di beberapa daerah seperti di Jawa Barat, mimi ditangkap untuk diambil telurnya dan di Riau Kepulauan ditangkap untuk diambil sebagai tambahan lauk dan dijual dalam keadaan hidup (Eidman dkk. 1997).

Mimi telah banyak dimanfaatkan dalam bidang farmasi maupun sebagai sumber makanan. Pada *Limulus polyphemus* memiliki ekstrak darah *Limulus Amoebocyte Lysate* (LAL), *Tachypleus* sp. menghasilkan Tachypleusin Amoebocyt Lysat (TAL) dan *Carcinoscorpius rotundicauda* menghasilkan Carcinoscopus Amoebocyt Lysat (CAL), yang dapat mendeteksi endotoksin bakteri gram negatif, mendeteksi endotoksin darah manusia, dan menguji obat bahwa bebas dari bakteri patogen sebelum dikonsumsi oleh manusia. Industri farmasi memanfaatkan LAL untuk mensterilkan antibiotik (Rudloe 1980; Novitsky 1994; Bhonde dkk. 2002).

Kepadatan populasi, ketersediaan pangan dan pengaruh kondisi lingkungan mempunyai hubungan yang signifikan dengan perubahan ukuran tubuh mimi (Chatterji dkk. 2000; Zadeh dkk. 2011). Di Balramgari, Orissa penambahan panjang dan lebar karapak *T. gigas* dipengaruhi oleh kepadatan dan ketersediaan pakannya (Chatterji dkk. 2000). Morfometri karapas mimi memiliki perbedaan yang signifikan dari beberapa habitat yang berbeda. Sebagai contoh, lebar karapas populasi mimi Teluk Siam (Thailand) tercatat  $119 \pm 0,7$  mm, Bangladesh:  $133 \pm 0,8$  mm, Sunderbans (India):  $150 \pm 0,7$  mm, Setiu dan Gelang Patah (Malaysia):  $161 \pm 6,70$  mm dan  $153 \pm 7,01$  mm (Chatterji 1999; Srijaya dkk. 2010).

Perairan Kuala Tungkal secara Administratif terletak pada  $00^{\circ} 53' - 01^{\circ} 41'$  LS dan  $103^{\circ} 23' - 104^{\circ} 21'$  BT merupakan wilayah Kecamatan Tungkal Ilir, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Provinsi Jambi. Di sebelah barat daya berbatasan dengan perairan Kepulauan Riau yang memiliki substrat berupa lumpur. Daerah perairan Kuala Tungkal terdapat ekosistem mangrove, muara Sungai Pengabuan, muara Sungai Pangkal Babu, dan muara Sungai Betara. Saat ini, perairan Kuala Tungkal dimanfaatkan sebagai jalur transportasi dan aktivitas perikanan.

Perairan Kuala Tungkal, merupakan habitat yang unik karena memiliki dua jenis mimi *T. gigas* dan *C. rotundicauda*. Sangat jarang ditemukan satu area ditempati dua jenis mimi yang berbeda, hanya beberapa daerah saja yang sama dengan perairan Kuala Tungkal. Sebagai contoh, di India memiliki *T. gigas* dan *C. rotundicauda* (Chatterji 1999), Hongkong memiliki *T. tridentatus* dan *C.*

*rotundicauda* (Chiu & Morton 2004), dan Singapura memiliki *T. gigas* dan *C. rotundicauda* (Cartwright-Taylor dkk. 2009).

Berdasarkan pengamatan dan komunikasi pribadi yang dilakukan dengan nelayan di Kuala Tungkal (2011), ternyata keberadaan mimi belum diperhatikan. Sebagian masyarakat memanfaatkan mimi sebagai umpan untuk menangkap ikan sembilang (*Euristhmus microceps*). Bagi nelayan pencari udang ketak (*Harpiosquilla raphidea*), mimi dianggap sebagai hama karena merusak jaring nelayan. Mimi juga dikonsumsi oleh monyet mangrove (*Macaca fascicularis*), terbukti banyaknya cangkang mimi yang berserakan di hutan mangrove sekitar Perairan Kuala Tungkal.

Sampai saat ini belum ada penelitian tentang populasi mimi di Kuala Tungkal, oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian awal tentang ekologi dari populasi mimi di Kuala Tungkal. Adapun studi populasi mimi di Kuala Tungkal pada penelitian ini akan dibagi menjadi dua makalah. Makalah pertama akan membahas studi populasi *T. gigas* dan *C. rotundicauda* yang bertujuan untuk mengetahui pola distribusi dan kepadatan *T. gigas* dan *C. rotundicauda* yang terdapat di Perairan Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi. Makalah kedua akan membahas tentang variasi morfometri *C. rotundicauda* yang bertujuan mengetahui karakteristik morfologinya yang terdiri dari panjang dan lebar karapas dengan berat tubuhnya untuk melihat variasi pada jantan dan betinanya pada satu populasi.

Informasi yang nanti diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat memberi gambaran keberadaan mimi dan kondisi habitatnya. Dari hasil penelitian dapat terlihat komposisi jenis dan pola persebaran mimi di Perairan Kuala Tungkal, diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan acuan daerah konservasi mimi di Kuala Tungkal.

## Makalah 1

# DISTRIBUSI DAN KEPADATAN MIMI *Carcinoscorpius rotundicauda* (Latreille 1802) DAN *Tachypleus gigas* (Muller 1785) DI PERAIRAN KUALA TUNGKAL, KABUPATEN TANJUNG JABUNG BARAT, JAMBI

Effi Rubiyanto

Program Studi Pascasarjana Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia. Email: masbedjo40@yahoo.co.id

## ABSTRACT

Research of abundance and distribution of horseshoe crabs *C. rotundicauda* and *T. gigas* in Peninsular Kuala Tungkal, The District of Tanjung Jabung Barat, Jambi were conducted in September 2011 until January 2012. The location was divided into two stations: Station I (Parit 10) and Station II (Boyar). Four belt transects (5 x 1000 m width) were set in each station and spaced at 100 m to offshore. The research was used random sampling. The research resulted density of *C. rotundicauda* and *T. gigas* in Peninsular Kuala Tungkal are 0.62 ind./100 m<sup>2</sup> dan 0.02 ind./100 m<sup>2</sup> respectively. Environmental parameters have no correlation with density of horseshoe crabs in Peninsular Kuala Tungkal, however in Parit 10 there are correlation between depth and brightness to the density of horseshoe crabs *C. rotundicauda* (1.000\*\*, p<0.01). Furthermore, the distribution pattern of *C. rotundicauda* in Peninsular Kuala Tungkal was random, and *T. gigas* is in cluster. In Boyar's station, there were co-existence areas both populations of *C. rotundicauda* and *T. gigas*.

Key words: Density, Distribution, Horseshoe crabs, Peninsular Kuala Tungkal

## PENDAHULUAN

Mimi merupakan hewan Arthropoda yang dikenal sebagai *living fossils* karena hanya mengalami sedikit perubahan dari mimi yang ada sejak 500 juta tahun yang lalu (Riska 1981; Sekiguchi & Nakamura 1988; Shuster 2003). Saat ini tinggal empat spesies mimi di dunia, yaitu *Limulus polyphemus* (Linnaeus 1758) hanya terdapat di sepanjang pantai Atlantik Amerika Utara. Tiga spesies lainnya, yaitu: *Tachypleus gigas* (Muller 1785), *Tachypleus tridentatus* (Leach 1819), dan *Carcinoscorpius rotundicauda* (Latreille 1802) ditemukan di Asia, mulai dari India, Malaysia, Indonesia, Philipina, Singapura, Hongkong, dan

Jepang (Carmichael dkk. 2003; Lee & Morton 2005; Christianus & Saad 2007; IUCN 2010).

Mimi pantai *T. gigas* hidup di laut dangkal dan tenang, atau muara sungai dengan dasar pasir berlumpur (Chatterji & Abidi 1993; Shin dkk. 2009). Habitat mimi mangrove *C. rotundicauda* adalah air payau dengan substrat berlumpur, pada saat pantai surut akan membenamkan dirinya ke dalam lumpur sedalam 2 sampai 3 cm (Chatterji & Abidi 1993; Cartwright-Taylor dkk. 2011).

Selama musim dingin, mimi Asia akan melakukan hibernasi di perairan dalam dan migrasi ke pantai untuk memijah selama musim semi dan panas (Sekiguchi 1988; Shin dkk. 2009). Mimi di kawasan tropis yang memiliki variasi suhu kecil, sehingga tidak memiliki tingkah laku musiman (Cartwright-Taylor dkk. 2009). Pemijahan *T. gigas* dan *C. rotundicauda* terjadi pada saat pasang naik sepanjang tahun di India (Chatterji dkk. 1992), di Malaysia (Christianus & Saad 2007) dan di Singapura (Cartwright-Taylor dkk. 2009).

Keberadaan keempat jenis mimi di alam dikategorikan sebagai hewan *near threatened* (IUCN 2010). Akibat degradasi habitat di Asia, keberadaan mimi terancam, sehingga mempunyai risiko kepunahan yang tinggi. Misalnya di India, aktivitas pemijahan terjadi penurunan karena degradasi dan kerusakan pantai tempat memijah *T. gigas* dan *C. rotundicauda* (Mishra 2009). Di Hongkong, kepadatan juvenil mimi mengalami penurunan dalam beberapa tahun terakhir dan hanya bisa ditemui pada lokasi tertentu (Chiu & Morton 2003; Shin dkk. 2009). *T. gigas* di Hongkong sudah sangat sulit ditemukan (Lee & Morton 2005). Akibat reklamasi pantai, maka luas daerah pemijahan *C. rotundicauda* di Malaysia semakin kecil (Christianus & Saad 2007).

Selain degradasi habitat, perburuan komersial untuk makanan merupakan ancaman yang serius terhadap keberadaan populasi mimi. Di Hongkong, *T. tridentatus* dijual di restoran (Shin dkk. 2009), sedangkan di Thailand dan Malaysia, ketiga spesies mimi Asia ini dikonsumsi sebagai makanan eksklusif (Christianus & Saad 2007). Di Sadeli Kechil dan Johor, pantai timur Malaysia, ratusan mimi setiap minggunya ditangkap dan diekspor ke Thailand (Christianus & Saad 2007). Di daerah ini belum diterapkan regulasi penangkapan mimi. Di India, karena keberadaannya terus menurun, mimi mendapat perlindungan yang



sangat ketat sehingga kegiatan mengoleksi *T. gigas* dan *C. rotundicauda* adalah ilegal (Mishra 2009).

Dari hasil komunikasi pribadi dengan nelayan dan masyarakat (2011), kelimpahan mimi di Perairan Kuala Tungkal sekitar tahun 1980-an cukup tinggi. Keberadaan mimi bisa dijumpai sampai di bawah kolong rumah penduduk yang berada 5 km dari pantai, tetapi sekarang untuk mendapatkan mimi harus menangkapnya di laut. Pengalihan lahan pantai menjadi kawasan pasar, perumahan penduduk dan pelabuhan mengurangi habitat mimi untuk memijah. Terjadinya degradasi habitat, kemungkinan merupakan salah satu penyebab menurunnya jumlah mimi di Kuala Tungkal. Seperti di Singapura, menurunnya jumlah mimi disebabkan pembangunan kawasan pantai dan reklamasi pantai (Carwright-Taylor dkk. 2009).

Perairan Kuala Tungkal, merupakan habitat dari populasi mimi yang unik, karena sangat jarang ditemukan *T. gigas* dan *C. rotundicauda* pada satu lokasi yang sama. Sangat jarang ditemukan satu area ditempati dua jenis mimi, hanya beberapa daerah saja yang sama dengan Perairan Kuala Tungkal. Sebagai contoh, di India ditemukan *T. gigas* dan *C. rotundicauda* (Chatterji 1999), di Hongkong terdapat *T. tridentatus* dan *C. rotundicauda* (Chiu & Morton 2004), dan di Singapura tercatat *T. gigas* dan *C. rotundicauda* (Cartwright-Taylor dkk. 2009).

Berdasarkan pengamatan dan komunikasi pribadi yang dilakukan dengan nelayan di Kuala Tungkal, ternyata keberadaan mimi kurang diperhatikan. Sebagian masyarakat memanfaatkan mimi sebagai umpan untuk menangkap ikan sembilang (*Euristhmus microceps*). Bagi nelayan pencari udang ketak (*Harpiosquilla raphidea*), mimi dianggap sebagai hama karena merusak jaring nelayan. Mimi juga dikonsumsi oleh monyet mangrove (*Macaca fascicularis*), terbukti banyaknya cangkang mimi yang berserakan di hutan mangrove sekitar Perairan Kuala Tungkal.

Mimi, termasuk hewan yang dilindungi dan jumlah populasinya semakin menurun, maka diperlukan pengumpulan data awal ekologi, terutama di Perairan Kuala Tungkal. Adapun studi populasi *T. gigas* dan *C. rotundicauda* yang akan diteliti adalah mengenai perbedaan kepadatan, frekuensi kehadiran,

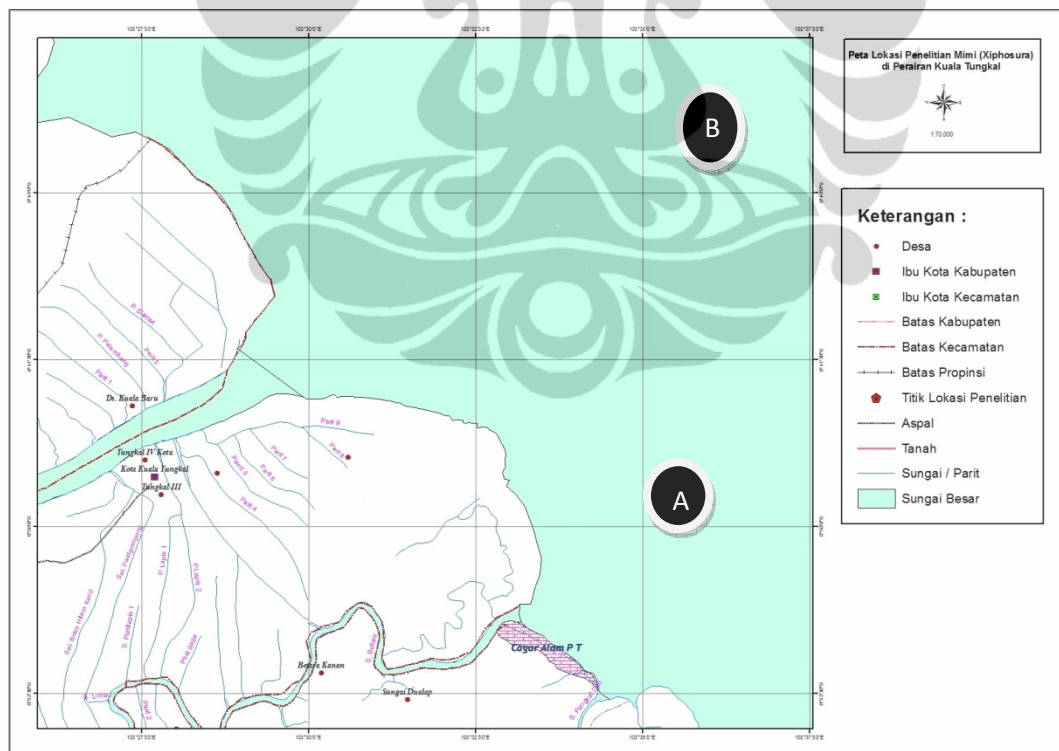
distribusi (pola penyebaran) dan kaitannya dengan kisaran faktor-faktor abiotik yang memengaruhi keberadaannya di Perairan Kuala Tungkal.

Informasi yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat memberi gambaran keberadaan mimi dan kondisi lingkungan sekitarnya. Data ekologi ini dapat dijadikan bahan acuan untuk konservasi mimi di Kuala Tungkal.

## BAHAN DAN CARA KERJA

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di daerah perairan Kuala Tungkal terletak pada  $00^{\circ} 53' -- 01^{\circ} 41' \text{ LS}$  dan  $103^{\circ} 23' -- 104^{\circ} 21' \text{ BT}$ . Lokasi dibagi menjadi 2 (dua) stasiun, yaitu Stasiun A (Parit 10) di depan hutan mangrove dan Stasiun B (Boyar) di tengah Perairan Kuala Tungkal dengan jarak  $\pm 5$  mil dari tepi pantai. Dari hasil survei dan komunikasi pribadi dengan nelayan lokal (2011) bahwa di Parit 10 memiliki substrat lumpur dan Boyar memiliki substrat lumpur berpasir. Penelitian dilakukan pada bulan November 2011 sampai dengan Januari 2012.



Gambar 1.2. Peta lokasi penelitian mimi di Perairan Kuala Tungkal (A=Parit 10, B=Boyar) (Sumber: Koleksi Pribadi).

## Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah perahu nelayan (panjang 10 m, dengan mesin 29 pk), jaring udang (panjang 20 m dan lebar 5 m) dengan mata jaring berukuran 1 inchi, thermometer, GPS, *hand refractometer*, *Secchi disk*, kamera digital, tali nilon, meteran, plastik kontainer kedap udara, ember plastik, dan alkohol 70%.

## Cara Kerja

Penelitian menggunakan metode *random sampling* yang dimodifikasi dari Hu dkk. (2009). Lokasi penelitian dibagi menjadi dua stasiun, setiap stasiun dibuat empat *belt transect* 5 x 1000 meter sejajar garis pantai. Lebar *belt transect* (5 m) sesuai dengan lebar jaring yang digunakan. Jarak antara *belt transect* dalam satu stasiun adalah 100 meter ke arah laut.

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara menurunkan jaring sampai dasar laut, kemudian perahu dijalankan sejajar pantai sejauh 1000 meter dan jaring diangkat. Mimi yang tertangkap jaring diambil dan dikumpulkan dalam ember yang telah diisi air laut. Identifikasi sampel dilakukan dengan menggunakan buku Sekiguchi (1988); Chatterji dkk. (2000); Cartwright-Taylor dkk. (2009), dihitung dan dikelompokkan sesuai dengan spesiesnya.

Data lingkungan yang diukur dan dicatat langsung di lapangan adalah suhu air, salinitas, kedalaman, dan kecerahan.

## Analisis Data

Sampel mimi yang diperoleh dari lapangan dihitung kepadatan populasinya, frekuensi kehadiran, dan dianalisis pola penyebarannya (distribusi) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

- a. Kepadatan populasi (Krebs, 1989):

$$D_i = \frac{n_i}{A} \text{ (individu/ } 100 \text{ m}^2\text{)}$$

Keterangan:  $D_i$  : kepadatan individu jenis ke-i

$n_i$  : jumlah individu jenis ke-i

$A$  : luas area pengambilan sampel

b. Frekuensi Kehadiran (Suin, 1997):

$$FK = \frac{\text{Jumlah belt transect ditemukannya suatu spesies}}{\text{Jumlah seluruh belt transect}}$$

c. Indeks Dispersi Morisita (Krebs, 1989):

$$Id = n \left( \frac{\sum x_i^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x} \right)$$

Keterangan: Id = indeks dispersi Morisita

n = jumlah unit pengambilan sampel

$x_i$  = jumlah individu setiap petak sampel

x = jumlah individu total yang diperoleh

Dengan kriteria penyebaran sebagai berikut:

Id < 1 : penyebaran spesies seragam

Id = 1 : penyebaran spesies acak

Id > 1 : penyebaran spesies mengelompok

Hubungan antara lingkungan abiotik dengan kepadatan mimi dilakukan dengan uji statistik Spearman menggunakan software SPSS 16.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian di Perairan Kuala Tungkal diperoleh dua jenis mimi, yaitu *C. rotundicauda* di Parit 10 (n = 151 individu) dan di Boyar (n = 95 individu), dan *T. gigas* hanya ditemukan di Boyar (n = 8 individu).

### 1. *Carcinoscorpius rotundicauda* (Latreille 1802)

#### 1.1 Kepadatan dan Frekuensi Kehadiran

Jumlah mimi *C. rotundicauda* yang didapatkan di lokasi penelitian adalah 246 individu, total rata-rata kepadatannya yaitu 0,62 ind./100 m<sup>2</sup> (n = 246, SD=0,23). Rata-rata kepadatan *C. rotundicauda* yang tertinggi di Stasiun Parit 10 yaitu 0,76 ind./ 100 m<sup>2</sup> (n=151, SD=0,26) (Tabel 1.1). Kepadatan rata-rata *C.*

*rotundicauda* terkonsentrasi di Stasiun Parit 10, karena rata-rata kepadatannya semakin menurun pada Stasiun Boyar.

Frekuensi Kehadiran *C. rotundicauda* baik di Stasiun Parit 10 maupun Boyar adalah 100 %, artinya di setiap *belt transect* ditemukan mimi *C. rotundicauda*. Diduga, hal ini terjadi karena daya dukung lingkungan di setiap *belt transect* dapat memenuhi kebutuhan hidup mimi *C. rotundicauda*. Misalnya, dasaran berlumpur yang mendominasi di Perairan Kuala Tungkal merupakan habitat yang sesuai bagi perkembangan mimi *C. rotundicauda*. Sedimen berlumpur merupakan habitat utama *C. rotundicauda* (Li 2008; Cartwright-Taylor dkk. 2009; Shin & Cheung 2009).

Tabel 1.1 Kepadatan dan Frekuensi Kehadiran Mimi *Carcinoscorpius rotundicauda*.

NO	STASIUN	BELT				JUMLAH INDIVIDU	KEPADATAN (ind./100m <sup>2</sup> )	FREKUENSI KEHADIRAN (%)
		1	2	3	4			
1	Parit 10	21	35	45	50	151	0,76±0,26	100
2	Boyar	22	18	26	29	95	0,48±0,96	100
	Kuala Tungkal	43	53	71	79	246	0,62±0,23	100

Kepadatan yang diperoleh di penelitian ini lebih rendah dari beberapa penelitian di tempat lain. Kepadatan mimi *L. polyphemus* di Pleasant Bay, Amerika Serikat adalah 1,9 ind./100 m<sup>2</sup> (Charmichael dkk. 2003), pengambilan sampel tersebut di areal yang menjadi tempat favorit pemijahan mimi. Di Philipina, kepadatan mimi *T. tridentatus* adalah 1,47 ind./100 m<sup>2</sup> (Almendral & Schoppe 2005). Akan tetapi, kepadatan mimi di Kuala Tungkal lebih tinggi daripada penelitian Shin dkk. (2009) di Hongkong, yaitu kepadatan *T. tridentatus* yang diperoleh hanya 0,31 ind./100 m<sup>2</sup> karena tempat pengambilan sampel tersebut telah terjadi degradasi habitat.

Rendahnya kepadatan populasi di perairan Kuala Tungkal kemungkinan disebabkan waktu pengambilan sampel saat aktivitas reproduksi mimi sedang tinggi, sehingga banyak pasangan mimi yang berada di pinggiran pantai. Pasang tinggi, bulan purnama, dan bulan baru merupakan waktu yang paling sesuai untuk

mimi bermigrasi dan bereproduksi di tepi pantai (Rudloe 1980; Chatterji dkk. 1992; Chen dkk. 2004). Hal ini juga bisa dilihat dengan perbandingan jumlah mimi jantan dan betina yang tertangkap. Di Parit 10, perbandingan antara mimi jantan dan betina adalah 0,74 : 1, sedangkan di Boyar adalah 0,7 : 1 (Lampiran I.2). Perbandingan mimi *L. polyphemus* jantan dan betina di Pleasant Bay adalah 2,3 : 1 (Carmichael dkk. 2003) dan di Delaware Bay adalah 2,2 : 1 (Smith dkk 2006). Sementara Cartwright-Taylor dkk. (2009) menemukan perbandingan jantan dan betina *C. rotundicauda* di pantai Kranji, Singapura adalah 3 : 1. Di areal pengambilan sampel, perbandingan mimi betina lebih besar dibandingkan dengan mimi jantan. Hal ini bertolak belakang dengan pernyataan bahwa mimi Asia (*T. gigas*, *T. tridentatus* dan *C. rotundicauda*) diklasifikasikan sebagai hewan monogami (Chatterji dkk. 1992 ; Brockmann & Smith 2009). Diduga besarnya perbandingan betina lebih banyak daripada yang jantan di Kuala Tungkal, adalah banyaknya *C. rotundicauda* jantan yang berada di pinggiran pantai. Mimi betina akan kembali ke perairan yang lebih dalam setelah meletakkan telurnya, sedangkan mimi jantan akan membuahnya secara eksternal (Rudloe 1980). Johnson & Brockmann (2010), menyatakan bahwa rendahnya perbandingan mimi jantan dan betina, disebabkan mimi jantan yang tidak memiliki pasangan berkumpul di pantai dan bertindak sebagai satelit untuk menunggu giliran memijah. Menurut Botton dkk. (1996) apabila perbandingan antara *T. tridentatus* jantan dengan betina: 1:1, menunjukkan aktivitas pemijahan sedang rendah. Kemungkinan yang lain, karena ukuran tubuh *C. rotundicauda* jantan lebih kecil daripada yang betina (Sekiguchi 1988; Cartwright-Taylor dkk. 2009), sehingga mimi jantan lebih gesit menghindari dari perangkap jaring.

Kepadatan rata-rata *C. rotundicauda* tertinggi di Stasiun Parit 10, yaitu 0,76 ind./100 m<sup>2</sup> (n=151). Tingginya kepadatan rata-rata *C. rotundicauda* di Parit 10 karena kondisi lingkungannya yang sesuai, yaitu habitat dengan dasar berlumpur yang berdekatan dengan hutan mangrove. Cartwright-Taylor dkk. (2011) menyatakan bahwa habitat berlumpur di sekitar hutan mangrove menunjang pertumbuhan populasi *C. rotundicauda*. Juvenil *C. rotundicauda* ditemukan dalam jumlah lebih banyak pada sedimen berlumpur (Li 2008).

## 1.2. Pola Distribusi

Hasil perhitungan menggunakan Indeks Dispersi Morisita, diperoleh nilai rata-rata Id *C. rotundicauda* adalah 1,09 (Tabel 1.1.2), maka dapat disimpulkan bahwa *C. rotundicauda* di perairan Kuala Tungkal memiliki pola penyebaran acak (Krebs 1989).

Tabel 1.1.2 Nilai Indeks Dispersi Morisita mimi di Perairan Kuala Tungkal

No	Spesies	Stasiun		Total
		Parit 10	Boyar	
1	<i>C. rotundicauda</i>	1,07	0,99	1,09

Pola distribusi *C. rotundicauda* di Perairan Kuala Tungkal adalah acak, hal ini sesuai dengan Cartwright-Taylor dkk. (2009) bahwa pola sebaran mimi *C. rotundicauda* adalah acak. Pola sebaran acak disebabkan oleh beberapa hal, antara lain kondisi lingkungan yang seragam dan kebiasaan makan. Pola sebaran acak menunjukkan kemampuan toleransi suatu individu terhadap ketersediaan sumber daya lingkungannya (Sekiguchi 1988; Cartwright-Taylor dkk. 2009).

Akibat habitat yang seragam, yaitu sedimen lumpur yang sesuai untuk habitatnya menyebabkan pola distribusi mimi *C. rotundicauda* acak. Di Stasiun Parit 10, habitatnya dikelilingi oleh hutan mangrove dengan sedimen berlumpur. Sedimen berlumpur merupakan habitat utama dari mimi *C. rotundicauda* (Cartwright-Taylor dkk. 2009; Shin & Cheung 2009).

Mimi merupakan hewan *scavenger* karena dapat memakan apa saja yang ditemuinya. Makanan mimi antara lain adalah bivalvia, mollusca, polychaeta, ikan mati, dan alga yang ada di dasar perairan (Sekiguchi 1988; Chatterji dkk. 2004). Makanan mimi tersedia di banyak tempat, sehingga keberadaannya tidak terkonsentrasi pada satu areal tertentu, dan menyebabkan pola sebaran mimi menjadi acak.

## 2. *Tachypleus gigas* (Muller 1785)

### 2.1. Kepadatan dan Frekuensi Kehadiran

Mimi *T. gigas* hanya didapatkan di Stasiun Boyar berjumlah 8 individu (3 jantan, 5 betina). Kepadatan mimi di Stasiun Boyar adalah 0,04 ind./100 m<sup>2</sup> (n =

8) dan total rata-rata kepadatan di Perairan Kuala Tungkal yaitu  $0,02 \text{ ind./100 m}^2$  ( $n = 8$ ). Frekuensi Kehadiran *T.gigas* di Stasiun Parit 10 adalah 0 dan di Boyar adalah 75 % (Tabel 1.1.3).

Tabel 1.1.3. Kepadatan dan Frekuensi Kehadiran Mimi *Tachypleus gigas*.

NO	STASIUN	BELT				JUMLAH INDIVIDU	KEPADATAN (ind./100m <sup>2</sup> )	FREKUENSI KEHADIRAN (%)
		1	2	3	4			
1	Parit 10	0	0	0	0	0	0	
2	Boyar	1	0	2	5	8	0,04±0,04	
Kuala Tungkal		1	0	2	5	8	0,02 ±0,04	

Berdasarkan survei sebelumnya dan pengetahuan nelayan lokal (2011), diketahui bahwa kondisi substrat Boyar berupa lumpur berpasir. Di Stasiun Boyar ditemukan dua spesies mimi yang berbeda, yaitu *T. gigas* dan *C. rotundicauda*. Hal ini jarang terjadi, hanya di beberapa daerah saja, seperti di Hongkong dengan substrat pasir berlumpur (Shin dkk. 2009), di Singapura dengan substrat lumpur berpasir (Cartwright-Taylor dkk. 2011), dan di India dengan kondisi salinitas yang tinggi (Chatterji 1999; Mishra 1999).

Di Stasiun Boyar, jumlah *T. gigas* yang tertangkap jaring lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah *C. rotundicauda*. Kemungkinan hal ini disebabkan kandungan substrat pasir semakin sedikit, sedangkan jumlah lumpurnya semakin bertambah. Habitat seperti ini kurang sesuai dengan habitat *T. gigas*. Sementara di Hongkong, daerah *co-existence* antara *T. tridentatus* dan *C. rotundicauda*, ditemukan populasi *C. rotundicauda* dalam jumlah yang sedikit karena habitatnya berpasir (Shin dkk. 2009). Hasil penelitian Carthwright-Taylor dkk. (2011) di daerah *co-existence* antara *C. rotundicauda* dan *T. gigas* di Singapura, jumlah *T. gigas* yang ditemukan adalah 6 individu, sedangkan *C. rotundicauda* sebanyak 172 individu dari 8 lokasi. Hal ini disebabkan habitat tersebut kurang sesuai dengan tipikal habitat *T. gigas*. Di India, apabila salinitas tinggi, maka banyak ditemukan *T. gigas* dan sebaliknya banyak ditemukan *C. rotundicauda* kalau salinitasnya rendah (Chatterji 1999; Mishra 1999). Menurut Hu dkk. (2011) di Hongkong, *C. rotundicauda* menjadi minoritas karena kalah dari *T. tridentatus*



dalam kompetisi memperebutkan makanan dan adaptasi terhadap kondisi lingkungan.

Berdasarkan pengamatan dan komunikasi pribadi dengan nelayan lokal (2011), mimi *T. gigas* yang tertangkap di jaring mereka hanya di sekitar Stasiun Boyar. Jumlah mimi *T. gigas* yang tertangkap biasanya 1--4 individu setiap melaut, kemudian mereka lepas kembali kecuali ada yang memesannya. Bagi nelayan udang ketak (*Harpiosquilla raphidea*), apabila terlalu banyak mimi yang tersangkut di jaring mereka, maka akan dibawanya sampai dermaga. Di sini mimi baru dilepaskan dari jaring dan biasanya sudah dalam kondisi sudah mati. Di Singapura, beberapa *T. gigas* ditemukan di awal tahun di Changi Point dan tidak terdapat aktivitas pemijahan di tepi pantai, hal ini disebabkan areal tempat memijah digunakan untuk sarana rekreasi dan pembangunan pelabuhan (Cartwright dkk. 2011). Di Hongkong, keberadaan *T. gigas* sudah menghilang sejak tahun 1990, akibat reklamasi pantai dan degradasi habitat (Chiu & Morton 2003; Shin dkk. 2009).

## 2.2 Pola Distribusi

Hasil perhitungan menggunakan Indeks Dispersi Morisita, diperoleh nilai rata-rata  $I_d$  *T. gigas* adalah 3,14. Menurut Dispersi Morisita, jika nilai  $I_d > 1$ , maka diasumsikan distribusi populasi adalah mengelompok. Berdasarkan perhitungan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa *T. gigas* di Perairan Kuala Tungkal memiliki pola distribusi mengelompok (Krebs 1989).

Pola distribusi *T. gigas* di Perairan Kuala Tungkal sesuai dengan penelitian Chatterji dkk. (2004) bahwa pola distribusi mimi *T. gigas* adalah mengelompok. Pola distribusi mengelompok akan memudahkan individu untuk berhubungan satu sama lainnya untuk berbagai kebutuhan, seperti bereproduksi dan mencari makan (Budiman 1999; Blanco & Cantera 1999). Pola distribusi mengelompok dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan yang tidak seragam (Odum 1995). Di Boyar substratnya berupa lumpur berpasir yang sempit dan tidak menyebar secara merata. Adanya kebutuhan yang sama, yaitu substrat yang sesuai untuk habitat juga menyebabkan pola distribusi *T. gigas* menjadi mengelompok.

### 3. Faktor Abiotik Lingkungan

Faktor abiotik lingkungan di Stasiun Parit 10, nilai rata-rata suhu air yaitu 28,75 °C (n=4, SD=0,5), rata-rata salinitas adalah 29,5‰ (n=4, SD=1,73), rata-rata kedalaman adalah 5,75 m (n=4, SD=1,71), dan nilai rata-rata kecerahan adalah 40 cm (n=4, SD=6,98).

Di Stasiun Boyar, nilai rata-rata suhu air yaitu 27 °C (n=4, SD=0,82), nilai rata-rata salinitas adalah 33‰ (n=4, SD=8,2), nilai rata-rata kedalaman adalah 20,5 m (n=4, SD=4,2), dan nilai rata-rata kecerahan adalah 123,5 cm (n=4, SD=15,02).

Tabel 1.1.4. Pengukuran parameter abiotik di Perairan Kuala Tungkal

Lokasi	Parameter Abiotik			
	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	Kedalaman (m)	Kecerahan (cm)
Parit 10	28--29	27—31	4--8	30--46
Boyar	26--28	32—34	15--25	103--137

Pengukuran parameter suhu pada kedua stasiun, rata-rata suhu di Perairan Kuala Tungkal adalah  $27,9 \pm 1,13$  °C dan berkisar antara 26 °C--29 °C. Rata-rata salinitas adalah  $31,3 \pm 2,25$ ‰ dan berkisar antara 27--33‰, rata-rata kedalaman adalah  $13,1 \pm 8,43$  m dan berkisar antara 4--25 m, sedangkan rata-rata kecerahan adalah  $81,8 \pm 45,93$  cm dan berkisar antara 30--137 cm.

#### 3.1. Uji Korelasi Spearman

Di Perairan Kuala Tungkal, suhu dengan kepadatan mimi tidak berkorelasi secara signifikan (*Spearman*,  $n=8$ ;  $p=0,655$ ), karena suhu pada lokasi penelitian masih terdapat dalam kisaran toleransi suhu untuk mimi, yaitu -1,1°C--40 °C (Botton & Ropes 1987). Juvenil *L. polyphemus* tumbuh secara optimum pada suhu 20°--35 °C (Jegla & Costlow 1982; Laughlin 1983; Sugita 1988). Menurut Coates dkk. 2012, pengaruh kenaikan suhu air akan menurunkan jumlah amebosit *L. polyphemus*.

Tabel.1.1.5. Hasil Korelasi Spearman antara parameter lingkungan dengan kepadatan mimi.

Korelasi Spearman		<i>Carcinoscorpius rotundicauda</i>		<i>Tachypleus gigas</i>
		Parit 10	Boyar	Boyar
Suhu air	koefisien korelasi	.775	-.316	-.316
	Sig(2-tailed)	.225	.684	.684
Salinitas	koefisien korelasi	.662	.632	.632
	Sig(2-tailed)	.368	.368	.368
Kedalaman	koefisien korelasi	1.000**	.800	.800
	Sig(2-tailed)	.	.200	.200
Kecerahan	koefisien korelasi	1.000**	.800	.800
	Sig(2-tailed)	.	.200	.200

Mimi merupakan hewan eurythermal, yaitu organisme yang memiliki kisaran toleransi suhu yang sangat tinggi. Hal ini merupakan bentuk adaptasi fisiologi mimi terhadap habitatnya, daerah intertidal yang memiliki suhu berfluktuasi tinggi. Seperti contoh yang hidup di empat musim, mimi melakukan hibernasi selama musim dingin (Sekiguchi 1988; Lee & Morton 2005). Pada saat musim panas tiba, mimi akan melakukan aktivitasnya secara normal.

Kepadatan mimi dengan salinitas tidak memiliki korelasi (*Spearman*,  $P=0,632$ ). Kisaran salinitas pada kedua stasiun adalah 27‰ -- 34‰ masih dalam kisaran toleransi salinitas mimi yang berkisar antara 5‰ -- 55‰ (Botton & Ropes 1987; Shuster & Brockmann 2003; Ehlinger & Tankersly 2004). Hasil studi laboratorium di Hongkong, juvenil *T. tridentatus* masih hidup pada salinitas 14,9‰ (Chiu & Morton 2004) dan di Malaysia telur *T. gigas* dapat menetas menjadi larva pada kisaran salinitas 25‰ -- 35‰ (Zaleha dkk. 2011). Salinitas bukan faktor utama yang memengaruhi distribusi mimi di Hongkong dan Indian River Lagoon, Amerika (Ehlinger & Tankersly 2004; Hu dkk. 2009).

Kedalaman dan kecerahan dengan kepadatan mimi di Parit 10 memiliki korelasi yang signifikan (*Spearman*,  $P<0,01$ ). Diduga, kedalaman dan kecerahan di Parit 10 merupakan faktor abiotik yang ideal untuk perkembangan mimi *C. rotundicauda*. Hasil penelitian Cartwright-Taylor & Hsu (2012) di Kranji, Singapura bahwa mimi *C. rotundicauda* tertangkap lebih banyak pada kedalaman di bawah 10 m. Habitat mimi juvenil di areal intertidal dan akan bermigrasi ke

perairan dalam seiring dengan penambahan lebar prosoma dan usianya (Shuster 1979; Sekiguchi 1988). Chiu & Morton (2004) menyatakan bahwa mimi *T. tridentatus* dewasa banyak dijumpai pada laut dalam, demikian juga dengan *L. polyphemus* (Rudloe 1980).

Rata-rata kedalaman di Stasiun Boyar adalah  $20,5 \pm 4,2$  m dan hasil uji korelasi Spearman dengan kepadatan mimi *C. rotundicauda* dan *T. gigas* tidak memiliki korelasi yang signifikan. Keberadaan mimi *C. rotundicauda* dewasa di perairan yang lebih dalam semakin berkurang, karena semakin jauh dari habitat mangrove. Hal ini juga terjadi pada mimi Amerika, sebanyak 74% mimi yang tertangkap berada di Pantai Atlantik pada kedalaman kurang dari 20 m (Botton & Rope 1987).

#### 4. Konservasi

Mimi dewasa bermigrasi dari perairan dalam ke pantai untuk melakukan pemijahan dan meletakkan telurnya (Rudloe 1980; Shuster 1982; Sekiguchi 1988). Puncak aktivitas pemijahan terjadi pada saat malam bulan purnama atau pasang tertinggi bulan baru (Rudloe 1980; Botton & Shuster 1985; Sekiguchi 1988; Brockmann 1990; Chatterji 1999). *C. rotundicauda* meletakkan telurnya di daerah lumpur sepanjang sungai daerah mangrove (Sekiguchi 1988; Chatterji 1999). Tersedianya tempat pemijahan yang dibutuhkan oleh mimi, maka akan membantu meningkatkan jumlah populasi mimi di perairan Kuala Tungkal. Hal ini bisa dilakukan dengan memelihara keberadaan hutan mangrove di sepanjang perairan Kuala Tungkal dengan cara tidak melakukan perubahan fungsinya.

Aktivitas nelayan di perairan Kuala Tungkal semakin hari semakin padat. Banyak mimi yang tertangkap dalam jaring nelayan dan baru dilepaskan kembali sampai di dermaga dalam kondisi mati. Perlu dilakukan pengaturan aktivitas nelayan yang menggunakan jaring sampai dasar, agar tidak melakukan aktivitasnya di pinggiran pantai yang merupakan habitat dari mimi. Apabila mimi tertangkap di jaring mereka, agar segera dilepas kembali.

Berdasarkan hasil penelitian dan didukung pengetahuan lokal nelayan,

kawasan Parit 10 merupakan habitat yang sesuai untuk *C. rotundicauda*. Untuk itu, diperlukan upaya perlindungan di kawasan tersebut, misalnya dengan membatasi aktivitas yang dapat mengganggu keberadaan mimi.

Di Boyar, merupakan daerah *co-existence* antara *C. rotundicauda* dan *T. gigas*. Tipe habitat Stasiun Boyar kurang cocok untuk populasi *T. gigas*, sehingga ditemukannya dalam jumlah yang sedikit. Hal yang sama terjadi di Hongkong dan Singapura (Shin dkk. 2009; Cartwright dkk. 2011). Untuk itu diperlukan upaya mempertahankan daerah yang memiliki substrat berpasir agar dapat digunakan sebagai tempat pemijahan *T. gigas*.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Kepadatan mimi *C. rotundicauda* dan *T. gigas* di Perairan Kuala Tungkal rendah, yaitu 0,62 individu/100 m<sup>2</sup> dan 0,02 individu/100 m<sup>2</sup>.
2. Pola distribusi *C. rotundicauda* adalah acak dan *T. gigas* adalah mengelompok.
3. Kedalaman dan kecerahan memengaruhi kepadatan mimi *C. rotundicauda* di Parit 10.
4. Stasiun Boyar merupakan daerah *co-existence* antara spesies *C. rotundicauda* dan *T. gigas* di Perairan Kuala Tungkal.

### Saran

Saran yang diberikan untuk mengembangkan penelitian tentang mimi antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian di kedalaman yang lebih rendah sehingga dapat didata kepadatan juvenil mimi.
2. Perlu dilakukan penelitian siklus reproduksi mimi di Perairan Kuala Tungkal.

## DAFTAR ACUAN

- Almendral, M.A. & S. Schoppe. 2005. Population structure of *Tachypleus tridentatus* (Chelicerata: Merostomata) at nursery beach in Puerto Princess City, Palawan, Philippines. *Jurnal Natural History* **39**: 2319--2329.
- Blanco, J.F. & J.R. Cantera. 1999. The vertical distribution of mangrove Gastropods and enviromental factors relative to tide at Buena Ventura Bay, Pacific Coast of Colombia. *Bulletin of Marine Science* **65**(3): 617--630.
- Botton, M.L., C.N. Shuster Jr., K. Sekiguchi & H. Sugita. 1996. Amplexus and mating behaviour in Japanese horseshoe crab, *Tachypleus tridentatus*. *Zoological Science* **13**: 151--159.
- Botton, M.L. & H.H. Haskin. 1984. Distribution and feeding of the horseshoe crab, *Limulus polyphemus*, on continental shelf off New Jersey. *Fishery Bulletin* **82**: 383--389.
- Botton, M.L. & J.W. Ropes. 1987. Populations of horseshoe crabs, *Limulus polyphemus*, on the Northwestern Atlantic continental shelf. *Fishery Bulletin* **86**(4): 805--812.
- Brockmann, H. 1990. Mating behavior of horseshoe crabs, *Limulus polyphemus*. *Behavior* **144**: 206--220.
- Brockmann, H. & M.D. Smith. 2009. Reproductive competition and selection in horseshoe crabs. *Dalam: Tanacredi J.T. dkk. (eds). 2009. Biology and conservation of horseshoe crabs*. Springer Science & Business Media, Heidelberg: 199--121.
- Budiman, A. 1999. Persebaran dan pola kepadatan moluska di hutan bakau. *Berita Biologi* **9**(4): 403--409.
- Carmichael, R.H., D. Rutecki & I. Valela. 2003. Abundance and population structure of the Atlantic horseshoe crab *Limulus polyphemus* in Pleasant Bay, Cape Cod. *Marine Ecology Progress Series* **244**: 225--239.
- Cartwright-Taylor, L., J. Lee & C.C. Hsu. 2009. Population structure and breeding pattern of the mangrove horseshoe crab *Carcinoscorpius rotundicauda* in Singapore. *Aquatic Biology* **8**: 61--69.

- Cartwright-Taylor, L., Y.V. Bing, H.C. Chi & L.S.Tee. 2011. Distribution and abundance of horseshoe crabs *Tachypleus gigas* and *Carcinoscorpius rotundicauda* around the main island Singapore. *Aquatic Biology* **13**: 127--136.
- Cartwright-Taylor, L. & C.C. Hsu. 2012. Follow-up study on population structure and breeding pattern of the mangrove horseshoe crab *Carcinoscorpius rotundicauda* in Singapore. *Aquatic Biology* **14**: 217--222.
- Chatterji, A. 1999. New record of the sympatric distribution of two Asian species of the horseshoe crab. *Indian Journal of Marine Science* **77** (6): 43--48.
- Chatterji, A. & S.A.H.J. Abidi. 1993. The Indian horseshoe crab: a living fossils. *Jurnal Indian Ocean Studi* **1**: 43--48.
- Chatterji, A., R.Vijayakumar & A.H. Parulekar. 1992. Spawning migration of the horseshoe crab, *Tachypleus gigas* (Muller), in relation to lunar cycle. *Asian Fisheries Science* **5**: 123--128.
- Chen, C.P., H.Y. Yeh & P.F. Lin. 2004. Conservation of the horseshoe crab at Kinmen, Taiwan: strategies and practices. *Biodiversity and Conservation* **13**: 1889--1904.
- Chiu, H.M.C. & B. Morton. 2004. The behavior of juvenil horseshoe crabs, *Tachypleus tridentatus* (Xiphosura), on nursery beach at Shin Hau Wan, Hongkong. *Hydrobiologia* **523**: 29--35.
- Christianus, A. & C.R. Saad. 2007. Horseshoe crabs in Malaysia and the world. *Fishery Mail* **16**: 8--9.
- Coates, C.J., E.L. Bradford, C.A. Krome & J. Nairn. 2012. Effect temperature on biochemical and cellular properties of captive *Limulus polyphemus*. *Aquaculture* **334-337**: 30--38.
- Ehlinger, G. S. & R.A. Tankersley. 2004. Survival and development of horseshoe crab (*Limulus polyphemus*) embryos and larvae in hipersaline conditions. *Biology Bulletin* **206**: 87--94.
- Hata, D. & J. Berkson. 2003. Abundance of horseshoe crabs (*Limulus polyphemus*) in the Delaware Bay area. *Fishery Bulletin* **101**: 933--938.
- Hu, M., Y. Wang, Y. Chen, S.G. Cheung, P.K.S. Shin & Q. Li. 2009. Summer distribution and abundance of juvenile Chinese horseshoe crabs *Tachypleus*

- tridentatus* along an intertidal zone in Southern China. *Aquatic Biologi* **7**: 107--112.
- Hu, M., Y. Wang, S.T. Tsang, S.G. Cheung & P.K.S. Shin. 2011. Effect of starvation on the energy budget of two Asian horseshoe crab species: *Tachypleus tridentatus* and *Carcinoscorpius rotundicauda* (Chelicerata: Xiphosura). *Marine Biologi* **10**: 1--10.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2010. Red list of threatened species. [www. iucn-redlist.org](http://www.iucn-redlist.org) 14 Maret 2011. Pukul. 21.00 WIB.
- Jegla, T.C. & J.D. Costlow. 1982. Temperature and salinity effects on development and early posthacht stages of *Limulus*. *Biology Bulletin* **151**: 72--83.
- Johnson, S.L. & H.J. Brockmann. 2010. Costs of multiple mates: an experimental study in horseshoe crabs. *Animal Behaviour* **80**: 773--782.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row Publishers, New York: xi+654 hlm.
- Laughlin, R. 1983. The effect temperature and salinity on larval growht of horseshoe crab *Limulus polyphemus*. *Biology Bulletin* **164**: 93--103.
- Lee, C.N. & B. Morton. 2005. Experimentally derived estimates of growht by juvenile *Tachypleus tridentatus* and *Carcinoscorpius rotundicauda* (Xiphosura) from nursery beaches in Hong Kong. *Jurnal Marine Biology Ecology* **318**: 39--49.
- Li, H.Y. 2008. *The conservation of horseshoe crabs in Hong Kong*. Mphil thesis, City Universitas of Hong Kong, Hong Kong: xxi + 312 hlm.
- Mattei, J.H., M.A. Beekey, A. Rudman & A. Woronik. 2010. Reproductive behavior in horseshoe crab: Does density matter? *Current Zoology* **56**(5): 634--642.
- Mishra, J.K. 2009. Horseshoe crabs, their eco-biological status along the north-east coast of India and the necessity for ecological conservation. *Dalam: Tanacredi J.T. dkk. (eds). 2009. Biology and conservation of horseshoe crabs*. Springer Science & Business Media, Heidelberg: 89--96.



- Odum, E.P. 1993. *Dasar-dasar ekologi*. Ed ke-3. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta: ix + 697 hlm.
- Riska, B. 1981. Morphological variation in the horseshoe crab *Limulus polyphemus*. *Evolution* **35**(4): 647--658.
- Rudloe, A. 1980. The breeding behaviour and pattern of movement of horseshoe crabs, *Limulus polyphemus*, in the vicinity of breeding beaches in Apalachee Bay, Florida. *Estuaries* **3**(3):177--183.
- Sekiguchi, K.1988. *Biology of horseshoe crabs*. Science House, Tokyo: ix + 428 hlm.
- Sekiguchi, K. & K. Nakamura. 1988. Ecology of the extant horseshoe crabs. *Dalam: Cohen E. (ed). 1998. Biomedical applications of the horseshoe crab (Limulidae)*. Alan R. Liss. New York: 37--45.
- Sekiguchi, K. & Shuster Jr, C.N. 2009. Limits on the global distribution of horseshoe crabs (Limulacea): Lessons learned from two lifetimes of observation. *Dalam: Tanacredi J.T. dkk. (eds). 2009. Biology and conservation of horseshoe crabs*. Springer Science & Business Media, Heidelberg: 5--24.
- Sekiguchi, K., H. Seshimo & H. Sugita. 1988. Post-embryonic development of the horseshoe crab. *Biology Bulletin*. **174**: 337--345.
- Shin, P., H.Y. Li & S.G. Cheung. 2009. Horseshoe crabs in Hongkong: Current population status and human exploitation. *Dalam: Tanacredi J.T. dkk. (eds). 2009. Biology and conservation of horseshoe crabs*. Springer Science & Business Media, Heidelberg: 347--360.
- Shuster Jr. C.N., R.B. Barlow & H.J. Brockmann. 2003. *The American horseshoe crab*. Harvard University Press, Cambridge: ix + 427 hlm.
- Shuster Jr. C.N. & M.L. Botton. 1985. A Contribution to the population biology of horseshoe crab, *Limulus polyphemus* (L), in Delaware Bay. *Estuaries* **8**(4): 363--372.
- Suin, N.M. 1997. *Ekologi hewan tanah*. Penerbit Bumi Aksara Jakarta. Bandung: xi + 187 hlm.
- Zaleha, K., I. Hazwani, H.S. Hamidah, B.Y. Kamaruzzaman & K.C.A. Jalai. 2011. Effect of salinity on the egg hatching and early larvae of horseshoe

crab *Tachypleus gigas* (Muller, 1785) in laboratory culture. *Journal of Applied Sciences*: 1--7.



Lampiran 1.1. Data pengukuran parameter lingkungan.

STASIUN/BELT	SUHU (°C)	SALINITAS (‰)	KEDALAMAN (meter)	KECERAHAN (cm)
Parit 10				
1	28	27	4	30
2	29	30	5	41
3	29	31	6	43
4	29	30	8	46
Boyar				
1	26	33	15	103
2	27	32	20	122
3	26	34	22	132
4	27	33	25	137

Lampiran 1.2. Data hasil tangkapan sampel mimi *Carcinoscorpius rotundicauda*.

STASIUN/BELT	Jumlah dan kepadatan (ind./100 m <sup>2</sup> ) mimi		Perbandingan	
	Jantan	Betina	Jantan	Betina
Parit 10				
1	7 0,14	14 0,28	0,5	1
2	15 0,30	20 0,40	0,75	1
3	20 0,40	25 0,50	0,8	1
4	22 0,44	28 0,56	0,78	1
Jumlah	<b>64</b> <b>0,32</b>	<b>87</b> <b>0,44</b>	<b>0,74</b>	<b>1</b>
Boyar				
1	9 0,18	13 0,26	0,69	1
2	7 0,14	11 0,22	0,64	1
3	11 0,22	15 0,30	0,73	1
4	12 0,24	17 0,34	0,71	1
Jumlah	<b>39</b> <b>0,20</b>	<b>56</b> <b>0,28</b>	<b>0,70</b>	<b>1</b>
Jumlah semua	<b>103</b> <b>0,26</b>	<b>143</b> <b>0,36</b>	<b>0,72</b>	<b>1</b>

Lampiran 1.3. Data hasil tangkapan sampel mimi *Tachypleus gigas*.

STASIUN/BELT	Jumlah dan kepadatan (ind./100m <sup>2</sup> ) mimi		Perbandingan	
	Jantan	Betina	Jantan	Betina
Parit 10				
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
Jumlah	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Boyar				
1	0 0	1 0,02	0	1
2	0 0	0 0	0	0
3	1 0,02	1 0,02	1	1
4	2 0,04	3 0,06	0,67	1
Jumlah	<b>3</b> <b>0,02</b>	<b>5</b> <b>0,03</b>	<b>0,6</b>	<b>1</b>
Jumlah semua	<b>3</b> <b>0,008</b>	<b>5</b> <b>0,013</b>	<b>0,6</b>	<b>1</b>

## Makalah II

# VARIASI MORFOMETRI MIMI *Carcinoscorpius rotundicauda* (Latreille 1802) DI PERAIRAN KUALA TUNGKAL, KABUPATEN TANJUNG JABUNG BARAT, JAMBI

Effi Rubiyanto

Program Studi Pascasarjana Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan  
Alam, Universitas Indonesia. Email: masbedjo40@yahoo.co.id

## ABSTRACT

The morphometric variations of the population horseshoe crab *C. rotundicauda* in Peninsular Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi were studied. Values of all parameters (carapace length, carapace width, body weight) in males and females populations were measured. The present resulted the carapace widths males and females were  $10.02 \pm 0.98$  and  $10.33 \pm 1.80$  cm, the carapace lengths were  $10.88 \pm 0.83$  and  $11.84 \pm 1.99$  cm and the body weights were  $93.45 \pm 21.39$  and  $121.62 \pm 61.19$  g respectively. Mature female horseshoe crabs were significantly larger (prosomal length;  $F=77.43$ ;  $P<0.01$ ), and heavier ( $F=90.99$ ;  $P<0.01$ ) than mature male horseshoe crabs. The  $R^2$  values of length-weight and width-weight relationship were found to be 0.581; 0.622 (males) and 0.855; 0.884 (females) respectively. The b values of length-weight and width-weight relationship were found to be 2.294; 1.835 (males) and 2.986; 3.114 (females) respectively. Furthermore, the pattern of growth increment of males were allometric, but in females were isometric.

Key words: Horseshoe crab, Length-weight, Morphometric

## 1. PENDAHULUAN

Morfometrik adalah alat yang efektif digunakan untuk mempelajari perubahan dan variasi bentuk tubuh suatu organisme (Webster 2007). Studi morfometrik menjelaskan perbedaan dan perbandingan pengukuran kuantitatif khususnya dari bagian-bagian tubuh suatu organisme. Variasi yang signifikan dari karakteristik morfologi suatu spesies dapat menjadi acuan untuk mengidentifikasi populasi atau genusnya.

Analisis parameter allometrik dalam studi morfometrik membantu menjelaskan perbedaan variasi pengukuran tubuh suatu spesies yang hidup di ekosistem yang berbeda. Di samping itu, juga memberikan informasi penting yang berhubungan dengan perbandingan parameter pertumbuhan variasi tubuh dan hubungan perbedaan antara parameter yang lain. Menurut Chatterji dkk. (1994) hubungan allometrik pada mimi berperan penting dalam mempelajari perbandingan variasi morfologi dalam populasinya. Perubahan bentuk bagian-bagian tubuh mimi dapat dijelaskan secara ilmiah dengan analisis allometrik.

Kepadatan populasi, umur, ketersediaan pangan, dan pengaruh kondisi lingkungan mempunyai hubungan yang signifikan dengan perubahan dimensi tubuh mimi (Chatterji dkk. 2000; Zadeh dkk. 2011). Di Balramgari, Orissa penambahan panjang dan lebar karapak *T. gigas* dipengaruhi oleh kepadatan dan ketersediaan pakannya (Chatterji dkk. 2000). Karakteristik morfologi mimi memiliki perbedaan yang signifikan dari beberapa habitat yang berbeda. Sebagai contoh, lebar karapak populasi mimi Teluk Siam (Thailand) tercatat  $119 \pm 0,7$  mm, Bangladesh:  $133 \pm 0,8$  mm, Sunderbans (India):  $150 \pm 0,7$  mm, Setiu dan Gelang Patah (Malaysia):  $161 \pm 6,70$  mm dan  $153 \pm 7,01$  mm (Chatterji 1999; Srijaya dkk. 2010).

Korelasi allometrik memberikan informasi yang penting mengenai perbandingan variasi pertumbuhan tubuh suatu organisme. Hal ini juga ditunjukkan bahwa beberapa organisme akuatik perubahan tubuhnya dipengaruhi oleh habitatnya (Schaefer dkk. 1985; Chatterji dkk. 1994).

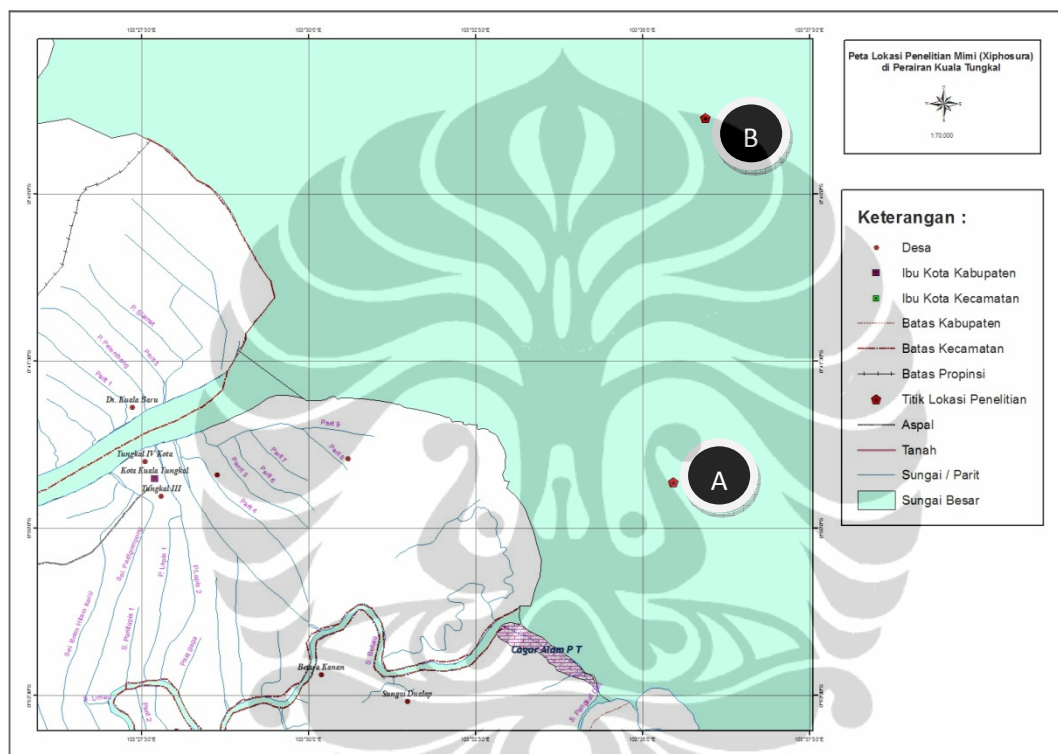
Studi morfometrik hubungan antara berat, lebar, dan panjang, memberikan penjelasan sebagai prasyarat yang penting dalam biologi investigasi hewan perairan. Informasi hubungan panjang, lebar, dan berat berkaitan erat dengan kegemukan, perkawinan, ketersediaan pakan, dan kondisi lingkungannya (Thirunavukkarasu & Shanmugam 2011).

Penelitian ini akan menerapkan hubungan allometrik pada variasi morfometrik *C. rotundicauda* di perairan Kuala Tungkal yang bertujuan mengetahui karakteristik morfologinya, terdiri dari panjang dan lebar karapas dengan berat tubuh untuk melihat variasi pada jantan dan betinanya pada satu populasi.

## BAHAN DAN CARA KERJA

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di daerah perairan Kuala Tungkal terletak pada  $00^{\circ} 53' -- 01^{\circ} 41' \text{ LS}$  dan  $103^{\circ} 23' - 104^{\circ} 21' \text{ BT}$ . Lokasi dibagi menjadi 2 (dua) stasiun, yaitu Stasiun A (Parit 10) di depan hutan mangrove dan Stasiun B (Boyar) di tengah Perairan Kuala Tungkal dengan jarak  $\pm 5$  mil dari tepi pantai. Penelitian dilakukan pada bulan November 2011 sampai dengan Januari 2012.



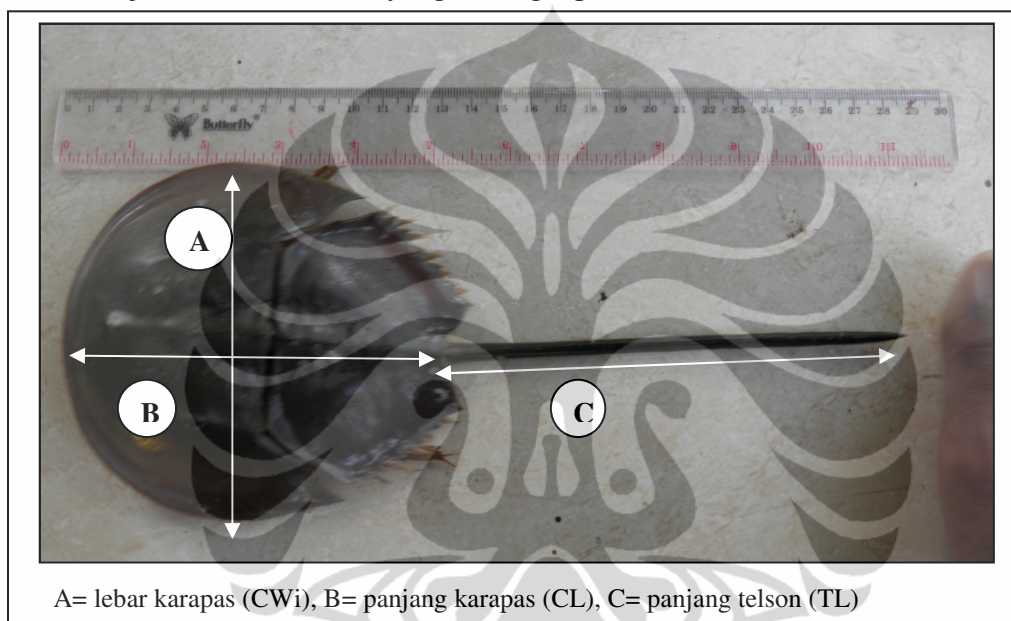
Gambar 2.1. Peta lokasi penelitian mimi di Perairan Kuala Tungkal (A=Parit 10, B=Boyar) (Sumber : Koleksi Pribadi).

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah perahu nelayan (panjang 10 m, dengan mesin 29 pk), jaring udang (panjang 20 m dan lebar 5 m) dengan mata jaring berukuran 1 inci, GPS, timbangan digital, *caliper vernier*, kamera digital, tali nilon, meteran, plastik kontainer kedap udara, dan alkohol 70%.

### Cara Kerja

Sampel *C. rotundicauda* yang telah dikoleksi disimpan dalam plastik kontainer. Masing-masing spesimen diidentifikasi menggunakan buku panduan dari Sekiguchi (1998); Chatterji dkk. (2000); Cartwright-Taylor dkk. (2009). Selanjutnya dilakukan pengukuran panjang prosoma, ophistosoma, telson, dan lebar prosoma menggunakan *caliper vernier* dan berat tubuh ditimbang dengan timbangan digital. Pengukuran mimi dilakukan sampai ketelitian 0,1 mm. Selain itu dicatat jenis kelamin mimi yang tertangkap.



Gambar 2. 2. Pengukuran morfometri mimi *Carcinoscorpilus rotundicauda*.

### Analisis Data

Data morfologi diuji menggunakan Independent Samples T-Test untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan rata-rata beberapa karakteristik morfologi yang telah diukur pada individu mimi jantan dan betina, menggunakan software SPSS16. Data pengukuran yang diperoleh selanjutnya dianalisis mengikuti metode yang dilakukan oleh Ismail dkk. (2011), yaitu data pengukuran diubah dalam bentuk log dan dianalisis menggunakan persamaan regresi antara log panjang karapas (Log CL), log lebar karapas (Log CWi) dan log berat tubuh (Log BW).



Analisis morfometri menggunakan persamaan:

$$\text{Log } W = \text{Log } a + b \text{ Log } L \quad \text{LeCren (1958)}$$

Keterangan : W = berat mimi (g)

L = panjang mimi (mm)

a, b = konstanta

Analisis regresi menggunakan program Microsoft Office Excel 2007 dan software SPSS 16.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah mimi *C. rotundicauda* yang didapatkan dalam penelitian ini sebanyak 246 individu, dengan rincian jantan dan betina sebanyak 103 dan 143 individu. Hasil pengukuran beberapa karakteristik morfologi mimi *C. rotundicauda* disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Rata-rata pengukuran dan kisaran morfometri mimi *Carcinoscorpius rotundicauda*.

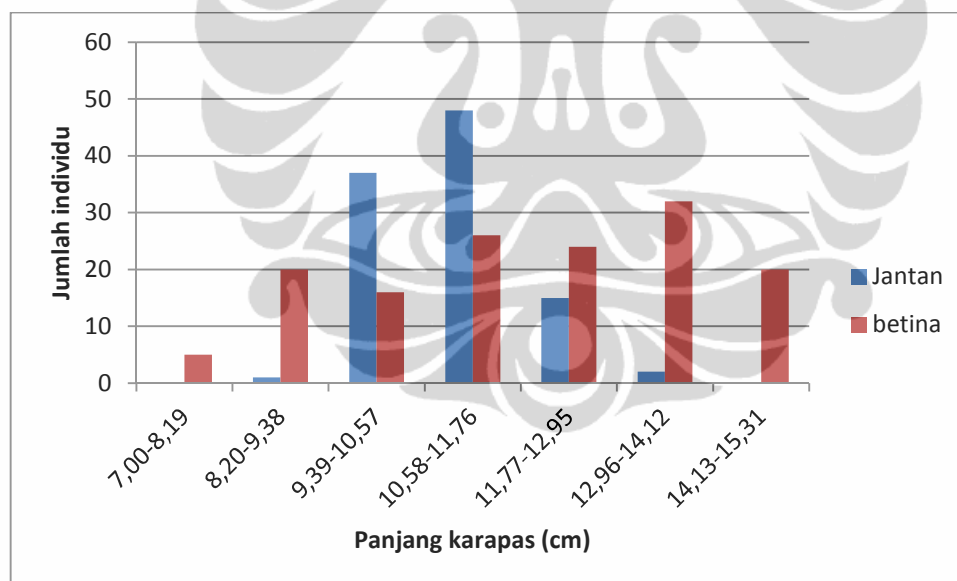
No	Parameter	Jantan (n=103)	Betina (n=143)
1	Panjang Karapas (cm) (min-maks)	10,88±0,83 (8,7-13,2)	11,84±1,99 (7,0-15,3)
2	Lebar Karapas (cm) (min-maks)	10,02±0,98 (7,5-12,8)	10,33±1,80 (6,1-14,2)
3	Panjang Telson (cm) (min-maks)	13,48 ±1,17 (10,5-17,0)	13,66 ±2,46 (5,0-19,8)
4	Panjang : Lebar (min-maks)	1,09±0,08 (0,95-13,7)	1,15±0,76 (0,95-1,33)
5	Berat (g) (min-maks)	93,45 ± 21,39 (50-160)	121,62 ± 61,19 (20-260)

Mimi betina di Perairan Kuala Tungkal lebih panjang (*T-test*,  $P < 0,01$ ) dan lebih berat (*T-test*,  $P < 0,01$ ) dibandingkan mimi jantan. Hal ini sesuai dengan ciri dimorfis seksual mimi, bahwa ukuran mimi betina lebih besar dibandingkan mimi jantan (Sekiguchi 1988; Chatterji dkk. 2000; Cartwright-Taylor dkk. 2009; Brockmann & Smith 2009).

Menurut Sekiguchi dkk. (1988) dan Cartwright-Taylor dkk. (2009), *C. rotundicauda* jantan maupun betina mencapai tahap dewasa setelah instar ke-13

dan lebar karapasnya berkisar 8 cm dan 10 cm. Rata-rata lebar karapas mimi jantan dewasa 80% dari mimi betina dewasa (Shuster dkk. 2003). Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata lebar karapas jantan dan betina  $10,02 \pm 0,98$  dan  $10,33 \pm 1,80$  cm (Tabel 1). Sekiguchi (1988) dan Charmicael dkk. (2003) menggunakan lebar karapas sebagai indikator untuk menentukan umur mimi. Diperkirakan umur mimi yang tertangkap antara 5 sampai dengan 12 tahun. Sementara di Kranji, Singapura, rata-rata lebar karapas mimi yang ditemukan adalah 8 cm (Cartwright-Taylor dkk. 2009). Menurut Yap dkk. (2001), rata-rata lebar prosoma mimi yang ditemukan di Perairan Malaysia lebih besar dibandingkan dengan di Kuala Tungkal yaitu di Pasir Puteh (Johor):  $12,7 \pm 0,6$  cm, Pantai Lido (Johor):  $11,3 \pm 0,6$  cm, dan di Kuala Juru (Pulau Pinang):  $11,8 \pm 0,2$  cm.

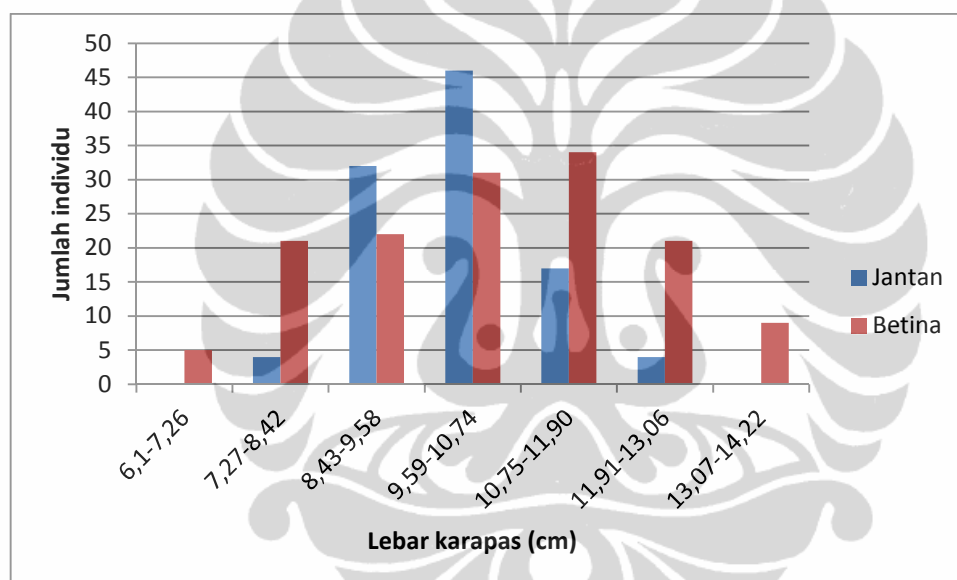
Frekuensi kehadiran mimi *C. rotundicauda* berdasarkan panjang karapas, lebar karapas, dan berat tubuh disajikan dalam Gambar 2.3, 2.4, dan 2.5.



Gambar 2.3. Diagram batang kehadiran *Carcinoscorpius rotundicauda* berdasarkan panjang karapas.

Dari Gambar 2.3, *C. rotundicauda* jantan yang diperoleh paling banyak pada kisaran panjang 10,58-11,76 cm: 48 individu (46,6%) dan paling sedikit pada kisaran 8,2-9,38 cm: 1 individu (0,97%). Tidak ditemukan mimi jantan pada kisaran 7,00-8,19 cm dan kisaran 14,13-15,31 cm. Sementara mimi betina, paling banyak pada kisaran 12,96-14,12 cm: 32 individu (22,4%), dan paling sedikit

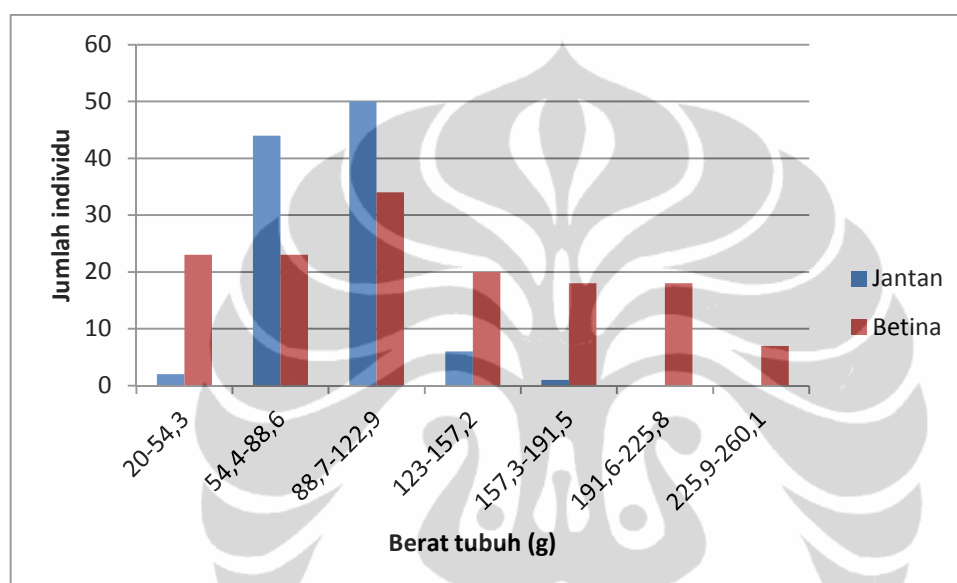
pada kisaran 7,0-8,19 cm: 5 individu (3,5%). Panjang karapas maksimal pada mimi jantan dan betina yang ditemukan adalah 13,2 cm dan 15,2 cm. Hasil yang ditemukan di Kuala Tungkal lebih pendek daripada penelitian Srijaya dkk. (2010), panjang karapas mimi jantan dan betina di Setiu, Malaysia adalah 13,9 cm dan 16,9 cm, sedangkan di Gelang Patah, Johor adalah 13,6 cm dan 15,3 cm. Distribusi kehadiran mimi *C. rotundicauda* mengikuti kurva normal. Kisaran mimi *C. rotundicauda* jantan tidak sepanjang yang ditemukan pada mimi betina, hal ini disebabkan adanya ciri dimorfis seksual pada mimi. Mimi betina memiliki karapas yang lebih panjang dibandingkan yang jantan (Sekiguchi 1988; Chatterji dkk. 2000; Cartwright-Taylor dkk. 2009; Brockmann & Smith 2009).



Gambar 2.4. Diagram batang kehadiran *Carcinoscorpius rotundicauda* berdasarkan lebar karapas.

Dari Gambar 2.4, *C. rotundicauda* jantan yang diperoleh paling banyak pada kisaran lebar 9,59-10,74 cm: 46 individu (44,7%) dan paling sedikit pada kisaran 7,27-8,42 cm dan 11,91-13,06 cm: 4 individu (3,9%). Mimi jantan tidak ditemukan pada kisaran 6,10-7,26 cm dan kisaran 13,07-14,22 cm. Menurut Cartwright-Taylor dkk. (2009), di Singapura mimi jantan yang tertangkap rata-rata instar ke-13 ke atas, dan berumur di atas 8 tahun. Sementara mimi betina, paling banyak pada kisaran 10,75-11,9 cm: 34 individu (23,8%), dan paling sedikit pada kisaran 6,1-7,26 cm: 5 individu (3,5%). Artinya, mimi betina yang tertangkap rata-rata instar ke-10 sampai dengan ke-15. Pertambahan lebar karapas

pada *C. rotundicauda* berhubungan dengan pertambahan umur mimi, di mana semakin tua umur mimi maka lebar karapas semakin bertambah (Chatterji dkk. 1994). Mimi *C. rotundicauda* mencapai tahap dewasa setelah fase instar ke-13, yang jantan pada ukuran lebar karapas 8 cm, sedangkan yang betina telah mencapai ukuran 10 cm (Sekiguchi 1988; Chiu & Morton 2004; Cartwright-Taylor dkk. 2009).



Gambar 2.5. Diagram batang kehadiran *Carcinoscopus rotundicauda* berdasarkan berat tubuhnya.

Gambar 2.5 menunjukkan bahwa *C. rotundicauda* jantan yang diperoleh pada kisaran berat 88,7-122,9 g: 50 individu (48,5%) paling banyak dan paling sedikit pada kisaran 157,3-191,5 g: 1 individu (0,97%). Kisaran berat di atas 191,6 g ke atas keberadaan mimi jantan tidak ditemukan. Sementara dari 143 individu mimi betina, paling banyak pada kisaran 88,7-191,5 g: 34 individu (23,8%), dan paling sedikit pada 225,9-260,1 g: 7 individu (4,9%). Kisaran berat mimi betina yang ditemukan lebih lebar dibandingkan mimi jantan, hal ini sesuai dengan ciri dimorfis seksual mimi. Mimi betina lebih berat dibandingkan mimi jantan (Sekiguchi 1988; Chatterji dkk. 2000; Cartwright-Taylor dkk. 2009; Brockmann & Smith 2009). Pertambahan berat tubuh *C. rotundicauda* berhubungan erat dengan usia mimi, semakin bertambahnya usia akan menambah berat tubuh mimi (Riskha 1981; Chatterji dkk. 1994, Leschen dkk. 2006).

Korelasi antara panjang karapas (CL) dan lebar karapas (CWi) dengan berat tubuh (BW) disajikan dalam Tabel 2 dan 3 di bawah ini.

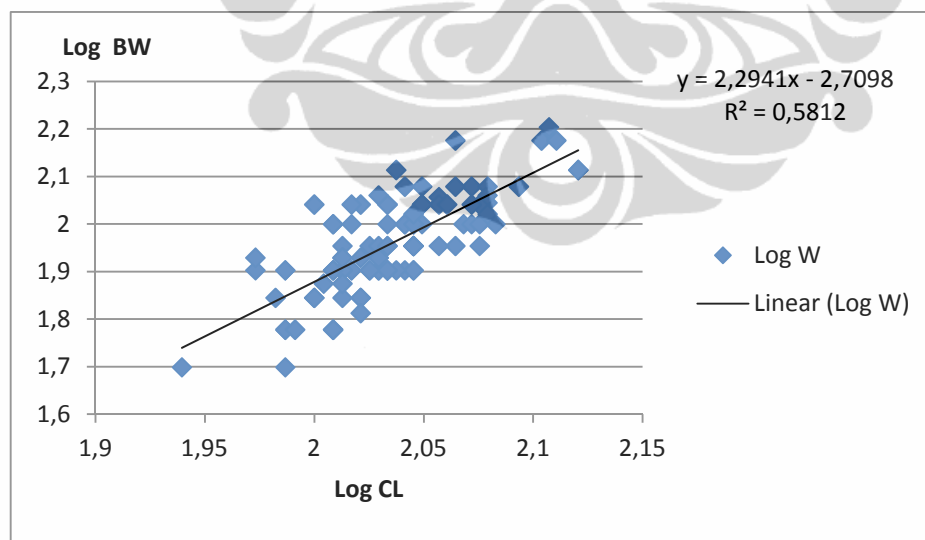
Tabel 2.2. Hubungan antara panjang karapas (CL) dengan berat tubuh (BW) *Carcinoscorpius rotundicauda*.

No	Jenis Kelamin	Persamaan Regresi	Koefisien Korelasi	Signifikansi
1	Jantan	$\text{Log Y} = 2,294X - 2,709$	0,581	$P < 0.001$
2	Betina	$\text{Log Y} = 2,986X - 4,159$	0,855	$P < 0.001$

Tabel 2.3. Hubungan antara lebar karapas (CWi) dengan berat tubuh (BW) *Carcinoscorpius rotundicauda*.

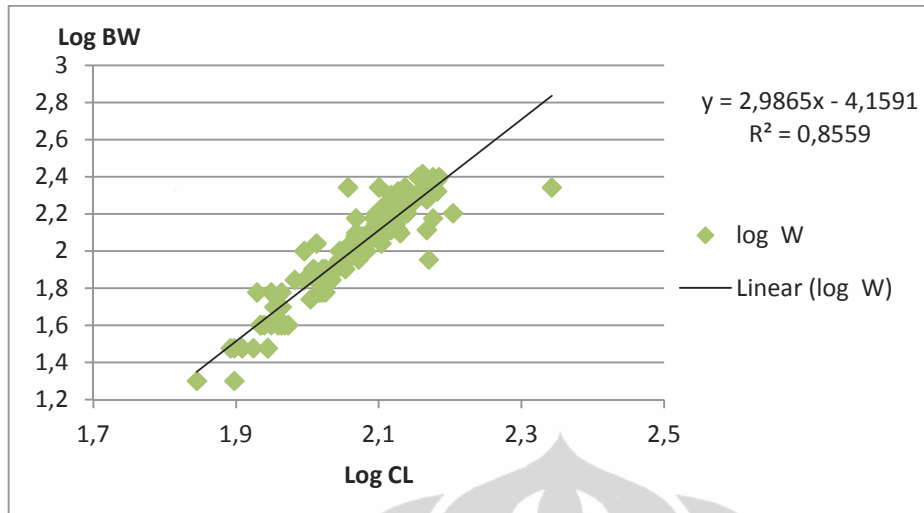
No	Jenis Kelamin	Persamaan Regresi	Koefisien Korelasi	Signifikansi
1	Jantan	$\text{Log Y} = 1,835X - 1,709$	0,622	$P < 0.001$
2	Betina	$\text{Log Y} = 3,114X - 1,365$	0,884	$P < 0.001$

Data hasil pengukuran panjang karapas, lebar karapas dan berat mimi diubah dalam bentuk persamaan logaritma, kemudian digunakan untuk mengetahui korelasinya. Korelasi antara panjang karapas (CL) dan lebar karapas (CWi) dengan berat tubuh (BW) *C. rotundicauda* dalam bentuk logaritma disajikan pada Gambar 2.6, 2.7, 2.8 dan 2.9.



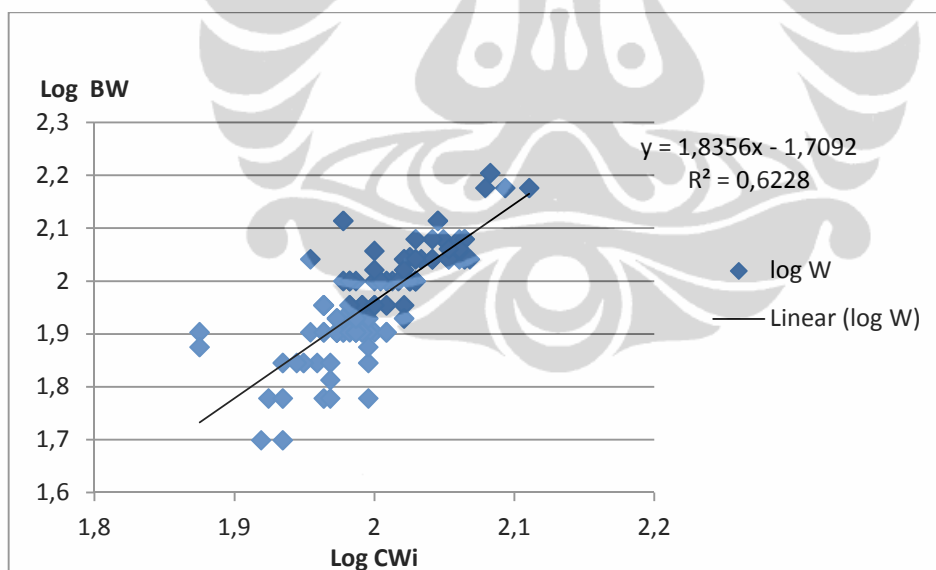
Gambar 2.6. Hubungan antara log berat (BW) – log panjang karapas (CL) *Carcinoscorpius rotundicauda* jantan

Nilai b pada korelasi antara panjang karapas dengan berat *C. rotundicauda* jantan sebesar 2,294, sedangkan besarnya pengaruh pertambahan panjang karapas terhadap pertambahan berat mimi sebesar 58,1% ( $R^2 = 0,581$ ).



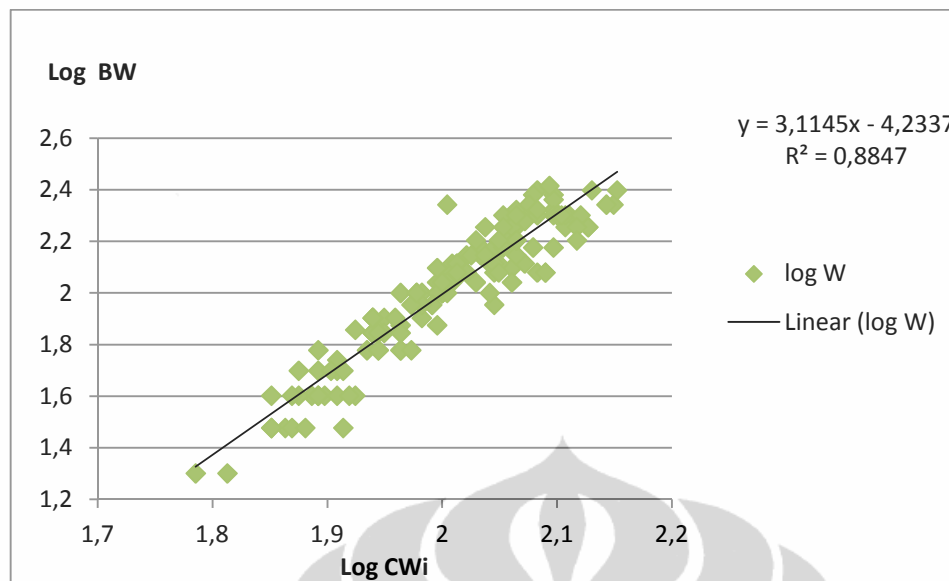
Gambar 2.7. Hubungan antara log berat (BW) – log panjang karapas (CL) *Carinoscorpius rotundicauda* betina.

Korelasi antara panjang karapas dengan berat *C. rotundicauda* betina memiliki nilai b sebesar 2,986, sedangkan besarnya pengaruh pertambahan panjang karapas terhadap pertambahan berat mimi sebesar 85,5% ( $R^2 = 0,855$ ).



Gambar 2.8. Hubungan antara log berat (BW) – log lebar karapas (CWi) *Carinoscorpius rotundicauda* jantan.

Nilai b sebesar 1,835 pada korelasi antara lebar karapas dengan berat *C. rotundicauda* jantan, sedangkan besarnya pengaruh pertambahan lebar karapas terhadap pertambahan berat mimi sebesar 62,2% ( $R^2 = 0,622$ ).



Gambar 2.9. Hubungan antara log berat (BW) –log lebar karapas (CWi) *Carinoscopus rotundicauda* betina.

Nilai b sebesar 3,114 dimiliki oleh korelasi antara lebar karapas dengan berat *C. rotundicauda* betina, sedangkan pengaruh penambahan lebar karapas terhadap penambahan berat mimi sebesar 88,4% ( $R^2 = 0,884$ ).

Pola pertumbuhan mimi *C. rotundicauda* jantan baik korelasi panjang-berat maupun lebar -berat adalah allometri, yaitu pertumbuhan panjang atau lebar lebih cepat dibandingkan penambahan berat. Hal yang sama diperoleh dari penelitian Ismail dkk. (2011), nilai b yang dimiliki *T. gigas* jantan dari Chendor dan Cherating adalah 1,1923 dan 1,8474. Sementara di Hongkong, *C. rotundicauda* betina juga memiliki pola pertumbuhan allometri ( $b = 2,00$ ) (Chiu & Morton 2004). Pola pertumbuhan allometri disebabkan kurang efisiensinya penyerapan makanan dalam tubuh organisme dan kurangnya kemampuan beradaptasi terhadap lingkungannya (Vijayakumar dkk. 2000; Chiu & Morton 2004).

Sebaliknya, pada mimi *C. rotundicauda* betina baik korelasi antara panjang - berat maupun lebar - berat memiliki pola pertumbuhan isometri. Artinya, penambahan berat tubuh mimi *C. rotundicauda* tiga kali lebih cepat dibandingkan penambahan panjang atau lebar karapasnya. Pola pertumbuhan isometrik juga ditunjukkan oleh *C. rotundicauda* jantan di Hongkong ( $b = 2,99$ ) (Chiu & Morton 2004), juvenil *C. rotundicauda* di laboratorium Hongkong ( $b =$

2,97) (Lee & Morton 2005), *C. rotundicauda* dari Setiu dan Gelang Patah, Malaysia (Srijaya dkk. 2010) dan *T. gigas* betina dari Cherating (Ismail dkk. 2011). Pola pertumbuhan isometrik menunjukkan bahwa daya dukung lingkungan dapat memenuhi kebutuhan mimi yang menghuni habitat tersebut (Chatterji dkk. 1994; Vijayakumar dkk. 2000; Srijaya dkk. 2010; Ismail dkk. 2011).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Lebar karapas *C. rotundicauda* jantan dan betina adalah  $10,02 \pm 0,98$  dan  $10,33 \pm 1,80$  cm; panjang karapas adalah  $10,88 \pm 0,83$  dan  $11,84 \pm 1,99$  cm; dan berat tubuh adalah  $93,45 \pm 21,39$  dan  $121,62 \pm 61,19$  g.
2. Ukuran *C. rotundicauda* betina dewasa lebih besar (panjang prosomal;  $F=77,43$ ;  $P<0,01$ ) dan lebih berat ( $F=90,99$ ;  $P<0,01$ ) daripada mimi jantan dewasa.
3. Pola pertumbuhan *C. rotundicauda* jantan adalah allometri, sedangkan *C. rotundicauda* betina adalah isometri.

### Saran

Saran yang diberikan untuk mengembangkan penelitian tentang mimi antara lain:

1. Perlu dilakukan penelitian pada keragaman karakteristik morfologi mimi yang lain untuk mengetahui kemungkinan adanya variasi mimi tersebut.
2. Perlu dilakukan penelitian pada juvenil mimi untuk mengetahui perubahan morfologi mimi berkaitan dengan umurnya.



## DAFTAR ACUAN

- Brockman, H.J. & M.D. Smith. 2009. Reproductive competition and sexual selection in horseshoe crabs. *Dalam: Tanacredi J. T. dkk. (eds). 2009. Biology and Conservation of Horseshoe Crabs*. New York: Springer Science, 199--221.
- Carmichael, R.H., D. Rutecki & I. Valela. 2003. Abundance and population structure of the Atlantic horseshoe crab *Lymulus polyphemus* in Pleasant Bay, Cape Cod. *Marine Ecology Progress Series* **244**: 225--239.
- Cartwright-Taylor, L., J. Lee & C.C. Hsu. 2009. Population structure and breeding pattern of the mangrove horseshoe crab *Carcinoscorpius rotundicauda* in Singapore. *Aquatic Biology* **8**: 61--69.
- Chatterji, A. 1999. New record of the sympatric distribution of two Asian species of the horseshoe crab. *Indian Journal of Marine Science* **77** (6): 43--48.
- Chatterji, A., J.K. Mishra, R. Vijayakumar & A.H. Parulekar. 1994. Length-weight of the Indian horseshoe crab *Tachypleus gigas* (Muller). *Indian Journal of Fisheries* **41**(2): 111--113.
- Chatterji, A., A.H. Parulekar & R. Vinjayakumar. 2000. Morphometric characteristics in the horseshoe crab *Tachypleus gigas* (Arthropoda: Merostomata). *Indian Journal of Marine Science* **29**: 333--335.
- Chiu, H.M.C. & B. Morton. 2004. The behaviour of juvenil horseshoe crab, *Tachypleus tridentatus* (Xiphosura), on nursery beach at Shi Hau Wan, Hongkong. *Hydrobiologia* **523**: 29--35.
- Ismail, N., J.J. Jolly, S.K. Dzulkiply, M.K.M. Mustakin, A.N.M. Hafiz, A.G.I. Huda, S.S. Faezah & A. Chatterji. 2011. Carapace width and total body weight relationship of horseshoe crab *Tachypleus gigas* from Chendor and Cherating, Pahang, Malaysia. *UMTAS* **46**: 440--444.
- LeCren, E.D. 1958. The length-weight relationship cycle in gonad condition and weight in perch, *Perca fluviatilis*. *Fisheries Investigation* **2**: 1--5.
- Lee, C.N. & B. Morton. 2005. Experimentally derived estimates of growth by juvenile *Tachypleus tridentatus* and *Carcinoscorpius rotundicauda* (Xiphosura) from nursery beaches in Hong Kong. *Jurnal Marine Biology Ecology* **318**: 39--49.

- Leschen, A.S., S.P. Grady & I. Valiela. 2006. Fecundity and spawning of the Atlantic horseshoe crab, *Limulus polyphemus* in Pleasant Bay, Cape Cod, *Marine Ecology* **27**: 54--65.
- Riska, B. 1981. Morphological variation in the horseshoe crab *Limulus polyphemus*. *Evolution* **35**(4): 647--658.
- Schaefer, R., K. Trutschler & H. Rumohr. 1985. Biometric studies on bivalves *Astarte elliptica*, *A. borealis* and *A. montagui* in Kiel bay (Western Baltic sea). *Helgolander Meeresunters* **39**: 245--253.
- Sekiguchi, K. 1988. *Biology of horseshoe crabs*. Science House. Tokyo: ix + 428 hlm.
- Sekiguchi, K., H. Seshimo & H. Sugita. 1988. Post-embryonic development of the horseshoe crab. *Biology Bulletin*. **174**: 337--345.
- Shuster, C.N., R.B. Barlow & H.J. Brockmann. 2003. *The American horseshoe crab*. Harvard University Press, Cambridge: ix + 427 hlm.
- Srijaya, T.C., P.J. Pradeep, S. Mitun, A. Hasan, F. Shaharom & A. Chatterji. 2010. A new record on the morphometric variation in the population of horseshoe crab (*Carcinoscorpius rotundicauda* Latreille) obtained from two different ecological habitats of Peninsular Malaysia. *Our Nature* **8**: 204--211.
- Thirunavukkarasu, N. & A. Shanmugam. 2011. Length-weight relationships of mud crab *Schylla tranquebarica* (Fabricius, 1798). *European Journal of Applied Science* **3**(2): 60--70.
- Vijayakumar, R., S. Das, A. Chatterji & A.H. Parulekar. 2000. Morphometric in the horseshoe crab *Tachypleus gigas* (Arthropoda: Merostomata). *Indian Journal of Marine Science* **29**: 333--335.
- Webster, M. 2007. A cambrian peak in morphological variation within trilobite species. *Science* **317**(5837): 499--502.
- Yap, C.K., C.M. Chong & S.G. Tan. 2001. Allozyme polymorphisms in horseshoe crabs, *Carcinoscorpius rotundicauda*, collected from polluted and unpolluted intertidal areas in Peninsular Malaysia. *Environment Monitor Assesment* **174**: 389--400.

Zadeh, S.S., A. Christianus, C.R. Saad, P. Hajeb & M.S. Kamarudin. 2011. Comparisons in prosomal width and body weight among early instar stages of Malaysian Horseshoe crabs, *Carcinoscorpius rotundicauda* and *Tachypleus gigas* in the laboratory. *Dalam: Tanacredi J.T. dkk. (eds). 2011. Biology and conservation of horseshoe crabs. Springer Science & Business Media, Heidelberg 267--274.*



Lampiran 2.1. Data morfologi mimi *Carcinoscorpilus rotundicauda* jantan

N0	Panjang (cm)				Lebar Prosoma (cm)	Berat basah (g)
	Prosoma	Ophistosoma	Telson	Total		
1	5,6	4,9	13	23,5	9,1	70
2	7,3	5,9	15,3	28,5	11,1	130
3	5,7	4,6	11,8	22,1	9,3	70
4	6	5	14	25	9,2	80
5	6,2	5	12,2	23,4	9,7	100
6	6	4,8	13,6	24,4	10	80
7	5,8	5	12,8	23,6	9,5	80
8	6,5	5,6	14,3	26,4	10,7	100
9	6	5,1	14,5	25,6	9	80
10	6,6	5,3	14,5	26,4	10	90
11	6,3	4,8	14,3	25,4	9,7	80
12	5,9	4,8	13,5	24,2	9,4	80
13	5,7	4,7	12,8	23,2	9,4	80
14	6,3	5,3	14	25,6	9,8	90
15	6	5	14,8	25,8	10,3	100
16	6	4,8	13,2	24	9,8	80
17	4,8	3,9	11,3	20	8,3	50
18	5,5	4,5	13,3	23,3	8,9	70
19	6,4	5,4	16,2	28	11,2	120
20	6	4,8	13,5	24,3	9,2	90
21	6,2	5,2	15	26,4	9,6	90
22	5,9	5	13,5	24,4	9,9	80
23	5,4	4,3	13,1	22,8	9,2	60
24	5,8	4,8	13,6	24,2	10	90
25	5,9	4,8	13,2	23,9	9,8	90
26	6,1	5	12,8	23,9	9,2	90
27	6,3	5,4	13	24,7	10,2	100
28	5,7	4,7	14	24,4	9,8	80
29	5,5	4,7	14	24,2	9,2	80
30	6,1	5,3	13,4	24,8	10	110
31	6	5	13,6	24,6	9,2	90
32	6,8	5,6	14,6	27	11	120
33	6,4	5,4	16,1	27,9	10,6	100
34	5,8	4,9	12,8	23,5	9,7	80
35	6	5,1	13,2	24,3	9,6	100
36	5,9	5,1	14	25	10,2	90
37	5,3	4,4	11,3	21	8,4	60
38	5,3	4,3	10,5	20,1	8,6	70
39	5,6	4,7	13,3	23,6	9,4	80
40	5,9	4,7	12,2	22,8	9,4	80
41	6,3	4,6	13,1	24	9,5	130
42	6,4	5,6	15,5	27,5	10,7	120
43	6,1	4,9	12,2	23,2	10	90
44	6	4,8	11,3	22,1	9,2	90
45	6,7	5,3	14,3	26,3	10,6	110
46	5,8	5	12	22,8	9,4	80
47	5,6	4,7	13,4	23,7	9,4	80
48	5,9	4,9	13,9	24,7	9,5	80
49	6,5	5,4	13,6	25,5	10,4	100
50	5,4	4,8	13,8	24	9,3	60

51	5,8	4,8	13	23,6	9,4	80
52	6,1	5	14,1	25,2	9,6	90
53	5,6	4,6	13,6	23,8	9,6	80
54	6,1	5	13,2	24,3	10	100
55	5,7	4,6	13,5	23,8	7,5	80
56	5,5	4,7	13,8	24	9,9	60
57	5,2	4,5	12,2	21,9	8,6	50
58	5,2	4,2	14	23,4	9,7	80
59	6,2	5	14	25,2	11,6	110
60	7,1	5,6	17	29,7	12,4	150
61	6,6	5,3	14,4	26,3	11,5	110
62	6,3	5,1	13,5	24,9	11,3	110
63	5,7	4,5	12	22,2	10,2	80
64	5,5	4,5	11,3	21,3	9,9	70
65	6	4,5	13,9	24,4	11	110
66	6	4,8	12,8	23,6	9	110
67	6	4,8	13,2	24	10,8	110
68	6,3	5,3	13,8	25,4	12	150
69	6,1	4,9	12	23	11,5	120
70	5,6	4,6	13,7	23,9	10,7	100
71	6,5	5,3	13	24,8	11,7	110
72	5,8	4,5	11,4	21,7	10,5	90
73	7	5,8	14,3	27,1	12,1	160
74	6,1	5,1	13,5	24,7	11	110
75	6,1	4,9	13	24	10,7	100
76	5,8	4,6	14,1	24,5	10,6	100
77	6,4	5,2	14,3	25,9	11,6	120
78	5,9	4,9	12,2	23	10,1	100
79	5,4	4,3	11,7	21,4	10,2	80
80	5,5	4,5	13,2	23,2	10,5	110
81	5,8	4,6	15,7	26,1	10,7	110
82	5,3	4,4	11,5	21,2	9,7	80
83	5,5	4,7	13,5	23,7	9,5	100
84	5,7	4,8	13	23,5	8,8	70
85	7,3	5,9	15,3	28,5	11,1	130
86	5,8	4,9	13,8	24,5	9,5	85
87	6,6	5,4	13,7	25,7	10,5	105
88	5,7	4,8	13,8	24,3	9,3	65
89	5,9	4,8	13,5	24,2	9,4	85
90	6,1	5	14,1	25,2	9,6	100
91	5,7	4,6	13,6	23,9	9,4	85
92	6,1	5	13,2	24,3	10	105
93	5,7	4,6	13,5	23,8	7,5	75
94	5,8	4,7	13,8	24,3	9,9	85
95	5,3	4,5	12,2	22	8,6	60
96	5,2	4,2	14	23,4	9,7	85
97	6,2	5	14,3	25,5	11,6	120
98	7,1	5,8	17	29,9	12,9	150
99	6,6	5,4	14,4	26,4	11,5	115
100	6,3	5,2	13,5	25	11,3	110
101	5,7	4,6	12,3	22,6	10,5	85
102	5,6	4,5	11,7	21,8	9,9	75
103	6,1	4,6	13,9	24,6	11,3	115

Lampiran 2.2. Data morfologi *Carcinoscorpius rotundicauda* betina

No	Panjang (cm)				Lebar Prosoma (cm)	Berat basah (g)
	Prosoma	Ophistosoma	Telson	Total		
1	8	6,1	16	30,1	11,7	195
2	7,5	5,7	15,9	29,1	11,4	170
3	6,8	5,3	12	24,1	10,1	110
4	7	5,1	15,6	27,7	9,6	100
5	7,1	5,6	13	25,7	10,7	110
6	6,5	5	13,9	25,4	10	100
7	6,1	4,7	12,5	23,3	8,9	80
8	6,6	5	13,2	24,8	9,9	110
9	7,5	6	16	29,5	11,5	125
10	6,7	5	13,2	24,9	9,9	125
11	8,4	6,5	14,5	29,4	12,5	210
12	7,4	5,7	16,2	29,3	10,5	140
13	5,9	4,6	12,2	22,7	8,7	70
14	7,4	6	15,9	29,3	11,2	130
15	6	4,8	12,2	23	8,7	70
16	5,2	4	9,8	19	7,9	40
17	6	4,4	12	22,4	8,9	70
18	6	4,4	12,8	23,2	9,2	60
19	7,6	6	14,4	28	11,6	160
20	7	5,4	13,5	25,9	10,3	120
21	5	3,6	10,8	19,4	7,7	40
22	7,5	5,8	16	29,3	10,8	140
23	7,3	5,8	14,6	27,7	10,2	130
24	6,9	5,7	16,5	29,1	12,1	120
25	6,5	4,9	13,9	25,3	9,5	100
26	8	6,6	15,5	30,1	12,9	200
27	6,9	5,2	15	27,1	10,2	110
28	8,4	6,6	15,8	30,8	12,5	240
29	8,4	6,4	16,2	31	12,5	230
30	7	5,4	13	25,4	10,4	120
31	5,2	3,9	11,5	20,6	7,5	40
32	7,8	5,8	16,5	30,1	11,6	180
33	6,6	5	13,3	24,9	10	100
34	5,3	4,1	10,5	19,9	8,4	40
35	7,5	5,8	16,5	29,8	11,6	140
36	8,1	6,3	15,5	29,9	12,5	200
37	6	4,4	11,8	22,2	9,2	75
38	6	4,5	13	23,5	9,9	75
39	6,2	4,6	13,1	23,9	9,2	70
40	5,1	4	10,8	19,9	7,8	40
41	6	4,6	13,3	23,9	9,2	60
42	4,5	3,4	8,2	16,1	6,5	20
43	7,4	5,6	13,5	26,5	10,3	130
44	6,7	5	15,5	27,2	10	100
45	6,6	5,2	14	25,8	9,6	100
46	5,1	4,1	11,7	20,9	7,8	50
47	7,6	5,9	17,5	31	11,6	160
48	6,1	4,4	11,4	21,9	8,6	60
49	5,2	4	10,9	20,1	8,1	50

50	4,8	3,6	10,5	18,9	7,3	30
51	4,8	3,8	10,6	19,2	7,4	40
52	3,9	3,1	8,5	15,5	6,1	20
53	4,6	3,5	10,8	18,9	7,1	30
54	8,5	6,5	16,2	31,2	12,1	250
55	8,8	6,4	16,5	31,7	12	240
56	8,2	6,3	17,8	32,3	12,4	260
57	7,6	5,8	16,7	30,1	11,6	210
58	7,8	5,9	15,3	29	11,9	220
59	7	6,1	12,8	25,9	10,8	150
60	5,8	4,4	12	22,2	8,4	72
61	5,7	4,4	12,2	22,3	8,1	55
62	7,5	5,8	16,8	30,1	11,5	190
63	8,3	6,4	17,6	32,3	11,8	130
64	7,2	5,7	15,6	28,5	10,9	180
65	5,2	4	11	20,2	7,8	40
66	7,4	5,8	16,2	29,4	11,6	140
67	8,3	6,4	17,4	32,1	11,8	190
68	5,2	3,8	10,7	19,7	8	50
69	6,3	5	12,2	23,5	10,1	100
70	6,3	5	12	23,3	9,9	100
71	5,8	4,8	13,2	23,8	8,7	80
72	4,6	3,3	10	17,9	7,4	30
73	6,5	4,9	13,3	24,7	9,8	90
74	6	4,2	8,2	18,4	8,7	80
75	7,8	6,2	11	25	11,5	180
76	5,1	3,9	12,5	21,5	8,2	50
77	7,2	6	15,3	28,5	10,7	160
78	4,9	3,9	10,7	19,5	7,6	30
79	6	4,5	12,5	23	9,1	80
80	7,9	5,9	15,8	29,6	11,6	160
81	6,2	4,9	13,2	24,3	9,2	100
82	7,5	6	15,2	28,7	11,1	150
83	8,4	6,5	17	31,9	11,3	200
84	6,5	5,3	12,2	24	9,8	90
85	8,1	6,4	15	29,5	11,6	200
86	7,3	5,8	14,5	27,6	11,3	180
87	6,2	4,8	13,3	24,3	9,6	80
88	6,3	5,1	13,6	25	9,6	90
89	6,4	5,3	13,4	25,1	10,2	120
90	5,1	3,9	10,2	19,2	7,5	50
91	4,9	3,8	10,8	19,5	7,1	40
92	6,7	5,1	5	16,8	11,1	120
93	4,8	4	11,5	20,3	8,2	30
94	5,6	4	11,5	21,1	8,7	70
95	7,1	5,4	16,5	29	10,6	140
96	7	5,3	14,2	26,5	10,3	130
97	6,3	4,8	13,5	24,6	9,4	90
98	5,8	4,6	12	22,4	9,4	60
99	6,8	5,3	15,5	27,6	10,5	120
100	6,5	5,1	13,7	25,3	10,1	110
101	7,2	5,8	15,6	28,6	11	130
102	4,4	3,4	10	17,8	7,1	30
103	8,1	6,1	17,5	31,7	12,1	200
104	8,3	6,5	16,8	31,6	11,1	90

105	7	5,6	14,1	26,7	10,1	220
106	5	3,9	11,4	20,3	8,1	40
107	7	5,3	13,2	25,5	10,5	120
108	5,6	4,3	11,2	21,1	8,8	70
109	7	5,5	15,1	27,6	10,9	140
110	7,5	5,8	16,3	29,6	11,6	160
111	6,6	5,1	13,3	25	10,3	120
112	5,1	4,2	10	19,3	8,3	40
113	6,4	4,9	13,4	24,7	8,7	80
114	6,8	5,6	13,8	26,2	11,1	130
115	8,5	6,7	19,8	35	12,1	210
116	7,4	5,7	15	28,1	12,6	200
117	7,6	5,7	17,2	30,5	13,4	180
118	6,6	5,1	13,5	25,2	12,3	120
119	6,8	5,1	13,5	25,4	12,3	120
120	7,1	5,9	14	27	13,4	180
121	6,7	5	13,2	24,9	11,3	150
122	8,2	6	18	32,2	14,1	220
123	8,1	6,3	18	32,4	13,9	220
124	7,1	5,8	13	25,9	12,8	180
125	7,8	6,1	13,2	27,1	12,8	200
126	5,1	3,8	10,2	19,1	8,8	60
127	6,5	5	12	23,5	11,5	110
128	6	4,3	11	21,3	10	110
129	5,9	4	10	19,9	9,5	100
130	7,2	6,8	14,5	28,5	12,6	200
131	6,8	6,3	15,5	28,6	12	150
132	6,7	5,8	14	26,5	11,2	160
133	8,1	6,1	17	31,2	13,2	200
134	7,7	5,8	16,6	30,1	13,1	180
135	7,8	5,6	14	27,4	12,7	200
136	8,6	6,7	17,5	32,8	14,2	250
137	4,8	3,7	9,6	18,1	7,8	60
138	7	5,4	14,8	27,2	11,2	120
139	6,4	4,9	13,5	24,8	11	100
140	7,1	5,3	15	27,4	12,5	150
141	7,2	5,6	15,5	28,3	13,1	160
142	8,2	6,1	16	30,3	13,5	250
143	5,2	4	12,3	21,5	8,8	60



Lampiran 2.3. Hasil Uji Independent Samples Test panjang karapas, lebar karapas, dan berat tubuh *Carcinoscorpius rotundicauda*.

Panjang karapas

Group Statistics

jenis kelamin		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
panjang karapas	jantan	102	10.8833	.83371	.08255
	betina	144	11.8319	1.98965	.16580

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
panjang karapas	Equal variances assumed	77.425	.000	-4.539	244	.000	-.94861	.20899	-1.36026	-.53696
	Equal variances not assumed			-5.122	204.858	.000	-.94861	.18522	-1.31379	-.58344

Lebar karapas

**Group Statistics**

jenis kelamin	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
lebar karapas jantan	103	10.0194	.98350	.09691
betina	143	10.7965	5.61373	.46944

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
lebar karapas	Equal variances assumed	5.144	.024	-1.389	244	.166	-.77709	.55952	-1.87920	.32502
	Equal variances not assumed			-1.621	153.971	.107	-.77709	.47934	-1.72402	.16985

Berat karapas

**Group Statistics**

jenis kelamin	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
berat karapas jantan	103	93.4466	21.39760	2.10837
berat karapas betina	143	1.2162E2	61.19569	5.11744

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
berat karapas	Equal variances assumed	90.995	.000	-4.478	244	.000	-28.17578	6.29260	-40.57052	-15.78104
	Equal variances not assumed			-5.091	186.805	.000	-28.17578	5.53475	-39.09442	-17.25714

Lampiran 2.4. Hasil regresi log panjang karapas, log lebar karapas dengan log berat tubuh *Carcinoscorpius rotundicauda*.

1. Korelasi log panjang karapas (CL) dengan log berat tubuh (BW) *Carcinoscorpius rotundicauda* jantan.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.760 <sup>a</sup>	.577	.573	.064577

a. Predictors: (Constant), log CL Cr jantan

**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.575	1	.575	137.871	.000 <sup>a</sup>
	Residual	.421	101	.004		
	Total	.996	102			

a. Predictors: (Constant), log CL Cr jantan

b. Dependent Variable: log BW Cr jantan

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-2.699	.397		-6.802	.000
	log CL Cr jantan	2.289	.195	.760	11.742	.000

a. Dependent Variable: log BW Cr jantan

**Model Summary and Parameter Estimates**

Dependent Variable: log BW Cr jantan

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.577	137.871	1	101	.000	-2.699	2.289

The independent variable is log CL Cr jantan.

2. Korelasi log lebar karapas (CWi) dengan log berat tubuh (BW)  
*Carcinoscorpius rotundicauda* jantan.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.789 <sup>a</sup>	.622	.618	.061041

a. Predictors: (Constant), log CWi Cr jantan

**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.620	1	.620	166.348	.000 <sup>a</sup>
	Residual	.376	101	.004		
	Total	.996	102			

a. Predictors: (Constant), log CWi Cr jantan

b. Dependent Variable: log BW Cr jantan

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1.709	.285		-6.007	.000
	log CWi Cr jantan	1.836	.142	.789	12.898	.000

a. Dependent Variable: log BW Cr jantan

**Model Summary and Parameter Estimates**

Dependent Variable: log BW Cr jantan

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.622	166.348	1	101	.000	-1.709	1.836

The independent variable is log CWi Cr jantan.

3. Korelasi log panjang karapas (CL) dengan log berat tubuh (BW)  
*Carcinoscorpius rotundicauda* betina.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.925 <sup>a</sup>	.856	.855	.098920

a. Predictors: (Constant), log CL Cr betina

**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	8.234	1	8.234	841.475	.000 <sup>a</sup>
	Residual	1.380	141	.010		
	Total	9.614	142			

a. Predictors: (Constant), log CL Cr betina

b. Dependent Variable: log BW Cr betina

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-4.160	.213		-19.519	.000
	log CL Cr betina	2.987	.103	.925	29.008	.000

a. Dependent Variable: log BW Cr betina

**Model Summary and Parameter Estimates**

Dependent Variable: log BW Cr betina

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.856	841.475	1	141	.000	-4.160	2.987

The independent variable is log CL Cr betina.

4. Korelasi log lebar karapas (CWi) dengan log berat tubuh (BW)  
*Carcinoscorpius rotundicauda* betina.

**Model Summary**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.941 <sup>a</sup>	.885	.884	.088584

a. Predictors: (Constant), log CWi Cr betina

**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	8.507	1	8.507	1.084E3	.000 <sup>a</sup>
	Residual	1.106	141	.008		
	Total	9.614	142			

a. Predictors: (Constant), log CWi Cr betina

b. Dependent Variable: log BW Cr betina

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-4.234	.190		-22.281	.000
	log CWi Cr betina	3.115	.095	.941	32.926	.000

a. Dependent Variable: log BW Cr betina

**Model Summary and Parameter Estimates**

Dependent Variable: log BW Cr betina

Equation	Model Summary					Parameter Estimates	
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1
Linear	.885	1.084E3	1	141	.000	-4.234	3.115

The independent variable is log CWi Cr betina.

## DISKUSI PARIPURNA

Berdasarkan hasil penelitian di Perairan Kuala Tungkal, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi terdapat dua jenis mimi, yaitu mimi mangrove *Carcinoscorpius rotundicauda* dan mimi bulan *Tachypleus gigas*. Mimi *C. rotundicauda* kepadatannya lebih tinggi (0,62 ind./100 m<sup>2</sup>, n = 246) dibandingkan dengan *T. gigas* (0,02 ind./100 m<sup>2</sup>, n = 8) karena kondisi Perairan Kuala Tungkal dikelilingi oleh hutan mangrove dengan dasaran lumpur. Habitat mimi mangrove *C. rotundicauda* adalah air payau dengan substrat berlumpur (Chatterji & Abidi 1993; Cartwright-Taylor dkk. 2011). Mimi bulan *T. gigas* hidup di laut dangkal dan tenang, atau muara sungai dengan dasar pasir berlumpur (Chatterji & Abidi 1993; Shin dkk 2009).

Secara keseluruhan, rata-rata kepadatan mimi *C. rotundicauda* dan *T. gigas* di perairan Kuala Tungkal adalah rendah dibandingkan dari beberapa penelitian di tempat lain, seperti di Pleasant Bay, Amerika Serikat adalah 1,9 ind./100 m<sup>2</sup> (Charmichael dkk. 2003) dan di Philipina, kepadatannya adalah 1,47 ind./100 m<sup>2</sup> (Almendral & Schoppe 2005). Akan tetapi kepadatan mimi di Kuala Tungkal lebih tinggi daripada penelitian Shin dkk. (2009) di Hongkong yang diperoleh hanya 0,31 ind./100 m<sup>2</sup>. Rendahnya kepadatan populasi di Perairan Kuala Tungkal kemungkinan disebabkan waktu pengambilan sampel saat aktivitas reproduksi mimi sedang tinggi, sehingga banyak pasangan mimi yang berada di pinggiran pantai. Pasang tinggi merupakan waktu yang paling sesuai untuk mimi bermigrasi dan bereproduksi di tepi pantai (Rudloe 1980; Chatterji dkk. 1992; Chen dkk. 2004). Hal ini juga bisa dilihat dengan perbandingan jumlah mimi jantan dan betina yang tertangkap. Di Parit 10, perbandingan antara mimi jantan dan betina adalah 0,74 : 1, sedangkan di Boyar adalah 0,7 : 1 (Lampiran 1.2). Hasil penelitian Cartwright-Taylor dkk. (2009) di pantai Kranji, Singapura perbandingan jantan dan betina *C. rotundicauda* adalah 3 : 1. Hal ini bertolak belakang dengan pernyataan bahwa mimi Asia (*T. gigas*, *T. tridentatus* dan *C. rotundicauda*) diklasifikasikan sebagai hewan monogami (Chatterji dkk. 1992 ; Brockmann & Smith 2009). Diduga besarnya perbandingan mimi betina daripada yang jantan di Kuala Tungkal adalah banyaknya *C. rotundicauda* jantan yang berada di pinggiran pantai. Menurut Botton dkk.(1996) apabila perbandingan



antara *T. tridentatus* jantan dengan betina: 1:1, menunjukkan aktivitas pemijahan sedang rendah. Mimi betina akan kembali ke perairan yang lebih dalam setelah meletakkan telurnya, sedangkan mimi jantan akan membuahnya secara eksternal (Rudloe 1980). Menurut Johnson & Brockmann (2010), rendahnya perbandingan mimi jantan dan betina, disebabkan mimi jantan yang tidak memiliki pasangan berkumpul di pantai dan bertindak sebagai satelit untuk menunggu giliran memijah. Kemungkinan yang lain, karena ukuran tubuh *C. rotundicauda* jantan lebih kecil dari pada yang betina (Sekiguchi 1988; Cartwright-Taylor dkk. 2009), sehingga mimi jantan lebih gesit menghindari dari perangkap jaring.

Pola distribusi *C. rotundicauda* di perairan Kuala Tungkal adalah acak, hal ini sesuai dengan Cartwright-Taylor dkk. (2009) bahwa pola sebaran mimi *C. rotundicauda* adalah acak. Akibat habitat yang seragam, yaitu sedimen lumpur yang sesuai untuk habitatnya menyebabkan pola distribusi mimi *C. rotundicauda* acak. Di stasiun Parit 10, habitatnya dikelilingi oleh hutan mangrove dengan sedimen berlumpur. Sedimen berlumpur merupakan habitat utama dari mimi *C. rotundicauda* (Cartwright-Taylor dkk. 2009; Shin & Cheung 2009). Mimi merupakan hewan *scavenger* karena dapat memakan apa saja yang ditemuinya. Makanan mimi antara lain adalah bivalvia, mollusca, polychaeta, ikan mati, dan alga yang ada di dasar perairan (Sekiguchi 1988; Chatterji dkk. 2000). Makanan mimi tersedia di banyak tempat, sehingga keberadaannya tidak terkonsentrasi pada satu areal tertentu, dan menyebabkan pola sebaran mimi menjadi acak. Pola sebaran acak menunjukkan kemampuan toleransi suatu individu terhadap ketersediaan sumber daya lingkungannya (Sekiguchi 1988; Cartwright-Taylor dkk. 2009).

Pola distribusi *T. gigas* di Perairan Kuala Tungkal adalah mengelompok, hal ini sesuai dengan Chatterji dkk. (2000) bahwa pola sebaran mimi *T. gigas* adalah mengelompok. Pola sebaran mengelompok akan memudahkan individu untuk berhubungan satu sama lainnya untuk berbagai kebutuhan, seperti bereproduksi dan mencari makan (Budiman 1999; Blanco & Cantera 1999). Pola sebaran mengelompok dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan yang tidak seragam (Odum 1995). Di Boyar substratnya berupa lumpur berpasir yang sempit

dan tidak menyebar secara merata. Adanya kebutuhan yang sama, yaitu substrat yang sesuai untuk habitat juga menyebabkan pola distribusi *T. gigas* menjadi mengelompok.

Mimi merupakan hewan eurythermal, yaitu organisme yang memiliki kisaran toleransi suhu yang sangat tinggi. Hal ini merupakan bentuk adaptasi fisiologi mimi terhadap habitatnya, daerah intertidal yang memiliki suhu berfluktuasi tinggi. Seperti contoh yang hidup di empat musim, mimi melakukan hibernasi selama musim dingin (Sekiguchi 1988; Lee & Morton 2005). Pada saat musim panas tiba, mimi akan melakukan aktivitasnya secara normal.

Mimi mempunyai kemampuan toleransi yang tinggi terhadap perubahan konsentrasi osmotik dengan lingkungannya (McManus 1969). Mimi merupakan hewan osmokonformer, karena mampu menyesuaikan tekanan osmotik dalam tubuhnya sesuai dengan lingkungannya. Konsentrasi osmotik hemolymph mimi lebih hiperosmotik dibandingkan dengan lingkungannya. Pada saat salinitas antara 12,5 --25‰, mimi akan menjadi osmoregulator, agar kondisi hemolymph tetap hiperosmotik terhadap lingkungannya (McManus 1969). Ketika mimi berada di lingkungan dengan salinitas rendah, maka air akan masuk ke dalam tubuh mimi sehingga sel-sel akan membesar dan volume hemolymph akan meningkat. Sebaliknya, ketika berada pada salinitas tinggi, hemolymph dan sel-sel akan menyusut karena kehilangan air (McManus 1969; Shuster & Brockmann 2003).

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa mimi *C. rotundicauda* tertangkap di Parit 10 lebih banyak di areal yang lebih dalam. Habitat mimi juvenil di areal intertidal dan akan bermigrasi ke perairan dalam seiring dengan penambahan lebar prosoma dan usianya (Shuster & Brockmann 2003; Sekiguchi 1988). Mimi *T. tridentatus* dewasa banyak dijumpai pada laut dalam, demikian juga dengan *L. polyphemus* (Chiu & Morton 2004; Rudloe 1980).

Di Stasiun Boyar ditemukan dua spesies mimi yang berbeda, yaitu *T. gigas* dan *C. rotundicauda*. Di daerah *co-existence* Stasiun Boyar, jumlah *T. gigas* yang tertangkap jaring lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah *C. rotundicauda*. Kemungkinan ini disebabkan kandungan substrat pasir semakin

sedikit, sedangkan jumlah lumpurnya semakin bertambah. Habitat seperti ini kurang sesuai dengan habitat *T. gigas*. Sementara di Hongkong, daerah *co-existence* antara *T. tridentatus* dan *C. rotundicauda*, ditemukan populasi *C. rotundicauda* dalam jumlah yang sedikit karena habitatnya berpasir (Shin dkk. 2009). Menurut Hu dkk. (2011) di Hongkong, *C. rotundicauda* menjadi minoritas karena kalah dari *T. tridentatus* dalam kompetisi memperebutkan makanan dan adaptasi terhadap kondisi lingkungan. Hasil penelitian Carthwright-Taylor dkk. (2011) di daerah *co-existence* antara *C. rotundicauda* dan *T. gigas* di Singapura, jumlah *T. gigas* yang ditemukan adalah 6 individu, sedangkan *C. rotundicauda* sebanyak 172 individu dari 8 lokasi. Hal ini disebabkan habitat tersebut kurang sesuai dengan tipikal habitat *T. gigas*. Di India, apabila salinitas tinggi, maka banyak ditemukan *T. gigas* dan sebaliknya banyak ditemukan *C. rotundicauda* kalau salinitasnya rendah (Chatterji 1999; Mishra 1999).

Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata lebar karapas mimi jantan dan betina di Perairan Kuala Tungkal adalah  $10,02 \pm 0,98$  dan  $10,33 \pm 1,80$  cm. Sementara di Kranji, Singapura, rata-rata lebar karapas mimi yang ditemukan adalah 8 cm (Cartwright-Taylor dkk. 2009). Menurut Yap dkk. (2001), rata-rata lebar prosoma mimi yang ditemukan di Perairan Malaysia lebih besar dibandingkan dengan di Kuala Tungkal yaitu di Pasir Puteh (Johor):  $12,7 \pm 0,6$  cm, Pantai Lido (Johor):  $11,3 \pm 0,6$  cm, dan di Kuala Juru (Pulau Pinang):  $11,8 \pm 0,2$  cm. Kepadatan populasi, umur, ketersediaan pangan, dan pengaruh kondisi lingkungan mempunyai hubungan yang signifikan dengan perubahan dimensi tubuh mimi (Chatterji dkk. 2000; Zadeh dkk. 2011).

Dari penelitian, *C. rotundicauda* jantan yang diperoleh paling banyak pada kisaran panjang karapas 10,58--11,76 cm: 48 individu (46,6%), lebar karapas 9,59--10,74 cm: 46 individu (44,7%) dan berat tubuh 88,7--122,9 g: 50 individu (48,5%). Sementara pada mimi betina, paling banyak pada kisaran panjang karapas 12,96-14,12: 32 individu (22,4%), lebar karapas pada kisaran 10,75-11,9 cm: 34 individu (23,8%), dan berat tubuh pada kisaran 88,7-191,5 g: 34 individu (23,8%). Tidak ditemukan mimi jantan pada panjang karapas kisaran 7,00-8,19 dan kisaran 14,13-15,31; lebar karapas pada kisaran 6,10-7,26 dan kisaran 13,07-14,22; berat tubuh di atas 191,6 g.

Pola pertumbuhan mimi *C. rotundicauda* jantan baik korelasi panjang-berat maupun lebar-berat adalah allometri, yaitu pertumbuhan panjang atau lebar lebih cepat dibandingkan penambahan berat. Hal yang sama diperoleh dari penelitian Ismail dkk. (2011), nilai  $b$  yang dimiliki *T. gigas* jantan dari Chendor dan Cherating adalah 1,1923 dan 1,8474. Sementara di Hongkong, *C. rotundicauda* betina juga memiliki pola pertumbuhan allometri ( $b = 2,00$ ) (Chiu & Morton 2004). Pola pertumbuhan allometri disebabkan kurang efisiensinya penyerapan makanan dalam tubuh organisme dan kurang kemampuan organisme beradaptasi terhadap lingkungannya (Vijayakumar dkk. 2000; Chiu & Morton 2004).

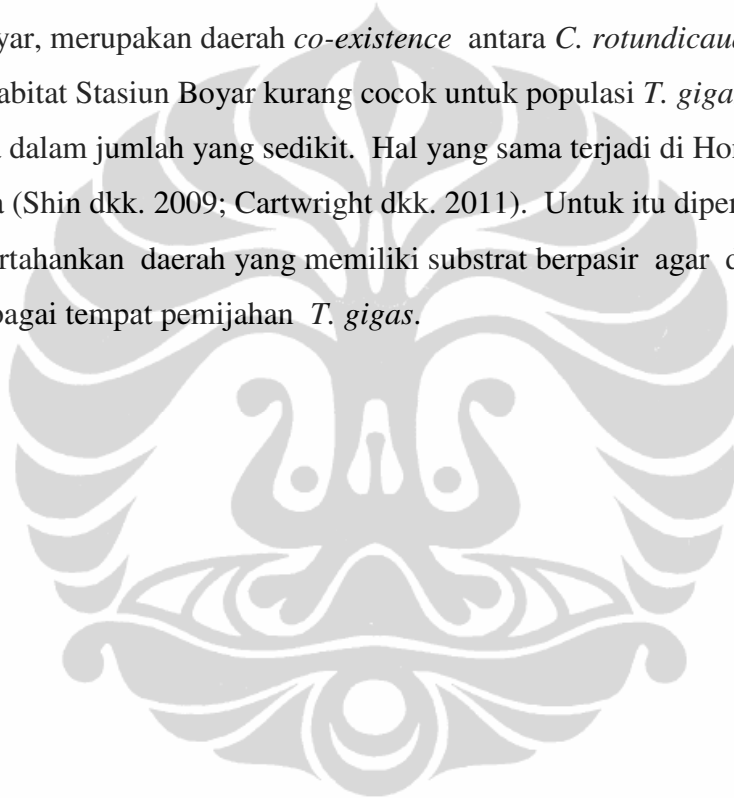
Sebaliknya, pada mimi *C. rotundicauda* betina baik korelasi antara panjang - berat maupun lebar - berat memiliki pola pertumbuhan isometri. Artinya, penambahan berat tubuh mimi *C. rotundicauda* tiga kali lebih cepat dibandingkan penambahan panjang atau lebar karapasnya. Pola pertumbuhan isometri juga ditunjukkan oleh *C. rotundicauda* jantan di Hongkong ( $b = 2,99$ ) (Chiu & Morton 2004), juvenil *C. rotundicauda* di laboratorium Hongkong ( $b = 2,97$ ) (Lee & Morton. 2005), *C. rotundicauda* dari Setiu dan Gelang Patah, Malaysia (Srijaya dkk. 2010) dan *T. gigas* betina dari Cherating (Ismail dkk. 2011). Pola pertumbuhan isometrik menunjukkan bahwa daya dukung lingkungan dapat memenuhi kebutuhan mimi yang menghuni habitat tersebut (Chatterji dkk.1994; Srijaya dkk. 2010; Ismail dkk. 2011).

Mimi dewasa bermigrasi dari perairan dalam ke pantai untuk melakukan pemijahan dan meletakkan telurnya (Rudloe 1980; Shuster 1982; Sekiguchi 1988). Puncak aktivitas pemijahan terjadi pada saat bulan purnama atau pasang tertinggi bulan baru (Rudloe 1980; Sekiguchi 1988; Brockmann 1990; Chatterji1999). *C. rotundicauda* meletakkan telurnya di daerah lumpur sepanjang sungai daerah mangrove (Sekiguchi 1988; Chatterji1999). Tersedianya tempat pemijahan yang dibutuhkan oleh mimi, maka akan membantu meningkatkan jumlah populasi mimi di perairan Kuala Tungkal. Hal ini bisa dilakukan dengan memelihara keberadaan hutan mangrove di sepanjang perairan Kuala Tungkal dengan cara tidak melakukan perubahan fungsinya.

Perlu dilakukan pengaturan aktivitas nelayan yang menggunakan jaring sampai dasar, agar tidak melakukan aktivitasnya di pinggiran pantai yang merupakan habitat dari mimi. Apabila mimi tertangkap di jaring mereka, agar segera dilepas kembali.

Berdasarkan hasil penelitian dan didukung pengetahuan lokal nelayan, kawasan Parit 10 merupakan habitat yang sesuai untuk *C. rotundicauda*. Untuk itu, diperlukan upaya perlindungan di kawasan tersebut, misalnya dengan membatasi aktivitas yang dapat mengganggu keberadaan mimi.

Di Boyar, merupakan daerah *co-existence* antara *C. rotundicauda* dan *T. gigas*. Tipe habitat Stasiun Boyar kurang cocok untuk populasi *T. gigas*, sehingga ditemukannya dalam jumlah yang sedikit. Hal yang sama terjadi di Hongkong dan Singapura (Shin dkk. 2009; Cartwright dkk. 2011). Untuk itu diperlukan upaya mempertahankan daerah yang memiliki substrat berpasir agar dapat digunakan sebagai tempat pemijahan *T. gigas*.



## RANGKUMAN KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil diskusi di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terdapat dua jenis mimi di Perairan Kuala Tungkal yaitu *Carcinoscorpius rotundicauda* dan *Tachypleus gigas*, dengan kepadatan 0,62 individu/100 m<sup>2</sup> dan 0,02 individu/100 m<sup>2</sup>.
2. Pola distribusi *C. rotundicauda* adalah acak dan *T. gigas* adalah mengelompok.
3. Parameter lingkungan kedalaman dan kecerahan memengaruhi kepadatan mimi *C. rotundicauda* di Stasiun Parit 10.
4. Stasiun Boyar merupakan daerah *co-existence* antara spesies *C. rotundicauda* dan *T. gigas* di Perairan Kuala Tungkal.
5. Variasi morfometri terlihat pada lebar karapas *C. rotundicauda* jantan dan betina adalah 10,02±0,98 dan 10,33±1,80 cm; panjang karapas adalah 10,88±0,83 dan 11,84±1,99 cm; dan berat tubuh adalah 93,45±21,39 dan 121,62±61,19 g.
6. Ukuran *C. rotundicauda* betina dewasa lebih besar (panjang prosomal;  $F=77,43$ ;  $P=0,00$ ) dan lebih berat ( $F=90,99$ ;  $P=0,00$ ) daripada mimi jantan dewasa.
7. Pola pertumbuhan mimi *C. rotundicauda* jantan adalah allometri, sedangkan mimi betina adalah isometri.
8. Keberadaan hutan mangrove di sepanjang Perairan Kuala Tungkal harus dijaga untuk tempat memijahnya mimi.
9. Diperlukan pengaturan aktivitas nelayan agar tidak mengganggu habitat mimi.

### Saran

Penelitian ini masih memerlukan telaah lebih lanjut, untuk itu disarankan:

1. Perlu dilakukan penelitian kepadatan juvenil mimi di kedalaman yang lebih rendah.

2. Perlu dilakukan penelitian siklus dan tingkah laku reproduksi mimi di Perairan Kuala Tungkal.
3. Perlu dilakukan penelitian pada keragaman karakteristik morfologi mimi yang lain untuk mengetahui kemungkinan adanya variasi mimi tersebut.
4. Perlu dilakukan penelitian pertumbuhan dan perkembangan mimi dari telur sampai juvenil mimi untuk mengetahui hambatan yang menyebabkan rendahnya pertumbuhan menjadi mimi dewasa.



## DAFTAR ACUAN

- Alemendral, M.A. & S. Schoppe. 2005. Population structure of *Tachypleus tridentatus* (Chelicerata: Merostomata) at nursery beach in Puerto Princess City, Palawan, Philippines. *Jurnal Natural History* **39**: 2319--2329.
- Barlow, R.B. & J.W. Widener. 1999. Decline of a horseshoe crab population on Cap Cod. *Biology Bulletin* **197**: 300--302.
- Bhonde, R., A. Chatterji & B. Joshi. 2002. Long-term in vitro generation of amoebocytes from the Indian horseshoe crab *Tachypleus gigas* (Muller). *Biological Buletin* **38**(5): 255--257.
- Blanco, J.F. & J.R. Cantera. 1999. The vertical distribution of mangrove Gastropods and enviromental factors relative to tide at Buena Ventura Bay, Pacific Coast of Colombia. *Bulletin of Marine Science* **65**(3): 617--630.
- Botton, M.L., C.N. Shuster Jr., K. Sekiguchi & H. Sugita. 1996. Amplexus and mating behaviour in Japanese horseshoe crab, *Tachypleus tridentatus*. *Zoological Science* **13**: 151--159.
- Brockmann, H. & M.D. Smith. 2009. Reproductive competition and selection in horseshoe crabs. *Dalam: Tanacredi J.T. dkk. (eds). 2009. Biology and conservation of horseshoe crabs*. Springer Science & Business Media, Heidelberg: 199--121.
- Budiman, A. 1999. Persebaran dan pola kepadatan moluska di hutan bakau. *Berita Biologi* **9**(4): 403--409.
- Carmichael, R.H., D. Rutecki & I. Valela. 2003. Abundance and population structure of the Atlantic horseshoe crab *Limulus polyphemus* in Pleasant Bay, Cape Cod. *Marine Ecology Progress Series* **244**: 225--239.
- Cartwright-Taylor, L., J. Lee & C. C. Hsu. 2009. Population structure and breeding pattern of the mangrove horseshoe crab *Carcinoscorpius rotundicauda* in Singapore. *Aquatic Biology* **8**: 61--69.
- Cartwright-Taylor, L., Y.V. Bing, H.C. Chi & L.S.Tee. 2011. Distribution and abundance of horseshoe crabs *Tachypleus gigas* and *Carcinoscorpius*



- rotundicauda* around the main island Singapore. *Aquatic Biology* **13**: 127--136.
- Chatterji, A. 1999. New record of the sympatric distribution of two Asian species of the horseshoe crab. *Indian Journal of Marine Science* **77** (6): 43--48.
- Chatterji, A., A.H. Parulekar & R. Vijayakumar. 2000. Morphometric characteristics in the horseshoe crab *Tachypleus gigas* (Arthropoda: Merostomata). *Indian Journal of Marine Science* **29**: 333--335.
- Chatterji, A. & S.A.H.J. Abidi. 1993. The Indian horseshoe crab: a living fossils. *Jurnal Indian Ocean Studi* **1**: 43--48.
- Chatterji, A., R. Vijayakumar & A.H. Parulekar. 1992. Spawning migration of the horseshoe crab, *Tachypleus gigas* (Muller), in relation to lunar cycle. *Asian Fisheries Science* **5**: 123--128.
- Chen, C.P., H.Y. Yeh & P.F. Lin. 2004. Conservation of the horseshoe crab at Kinmen, Taiwan: strategies and practices. *Biodiversity and Conservation* **13**: 1889--1904.
- Chiu, H.M.C. & B. Morton. 2004. The behavior of juvenil horseshoe crabs, *Tachypleus tridentatus* (Xiphosura), on nursery beach at Shin Hau Wan, Hongkong. *Hydrobiologia* **523**: 29--35.
- Christianus, A. & C.R. Saad. 2007. Horseshoe crabs in Malaysia and the world. *Fish Mail* **16**: 8--9.
- Eidman, M., Mayunar & S. Redjeki. 1997. Pematangan gonad mimi ranti, *Carcinoscorpius rotundicauda*, (Latreille) dan mimi bulan *Tachypleus gigas* (Muller) dengan berbagai jenis pakan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia* **5**(1): 1--6.
- Hu, M., Y. Wang, Y. Chen, S.G. Cheung, P.K.S. Shin & Q. Li. 2009. Summer distribution and abundance of juvenile Chinese horseshoe crabs *Tachypleus tridentatus* along an intertidal zone in Southern China. *Aquatic Biologi* **7**: 107--112.
- Hu, M., Y. Wang, S.T. Tsang, S.G. Cheung & P.K.S. Shin. 2011. Effect of starvation on the energy budget of two Asian horseshoe crab species: *Tachypleus tridentatus* and *Carcinoscorpius rotundicauda* (Chelicerata: Xiphosura). *Marine Biologi* **10**: 1--10.

- Ismail, N., J.J. Jolly, S.K. Dzulkiply, M.K.M. Mustakin, A.N.M. Hafiz, A.G.I. Huda, S.S. Faezah & A. Chatterji. 2011. Carapace width and total body weight relationship of horseshoe crab *Tachypleus gigas* from Chendor and Cherating, Pahang, Malaysia. *UMTAS* **46**: 440--444.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2010. Red list of threatened species. [www. iucn-redlist.org](http://www.iucn-redlist.org) 14 Maret 2011. Pukul. 21.00 WIB.
- Jegla, T.C. & J.D. Costlow. 1982. Temperature and salinity effects on development and early posthacht stages of *Limulus*. *Biology Bulletin* **151**: 72--83.
- Johnson, S.L. & H.J. Brockmann. 2010. Costs of multiple mates: an experimental study in horseshoe crabs. *Animal Behaviour* **80**: 773--782.
- Lee, C.N. & B. Morton. 2005. Experimentally derived estimates of growth by juvenile *Tachypleus tridentatus* and *Carcinoscorpius rotundicauda* (Xiphosura) from nursery beaches in Hong Kong. *Jurnal Marine Biology Ecology* **318**: 39--49.
- Li, H.Y. 2008. *The conservation of horseshoe crabs in Hong Kong*. Mphil thesis, City Universitas of Hong Kong, Hong Kong: xxi + 312 hlm.
- McManus, J.J. 1969. Osmotic relation in horseshoe crab, *Limulus polyphemus*. *American Midland Naturalist* **81**(2): 569--573.
- Mishra, J.K. 2009. Horseshoe crabs, their eco-biological status along the north-east coast of India and the necessity for ecological conservation. *Dalam: Tanacredi J.T. dkk. (eds). 2009. Biology and conservation of horseshoe crabs*. Springer Science & Business Media, Heidelberg: 89--96.
- Ng, P.K.L. & N. Sivasothi. 2002. A guide to the mangrove of Singapore. I. *The ecosystem and plant diversity*, 2nd edn. Singapore Sience Centre, Singapore: ix + 211 hlm.
- Novitsky, T.J. 1994. *Limulus* amebocyte lysate (LAL) detection of endotoxin in human blood. *Journal of endotoxin research* **1**(4): 253--263.
- Odum, E.P. 1993. *Dasar-dasar ekologi*. Ed ke-3. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta: ix + 697 hlm.

- Riska, B. 1981. Morphological variation in the horseshoe crab *Limulus polyphemus*. *Evolution* **35**(4): 647--658.
- Rudloe, A. 1980. The breeding behaviour and pattern of movement of horseshoe crabs, *Limulus polyphemus*, in the vicinity of breeding beaches in Apalachee Bay, Florida. *Estuaries* **3**(3):177--183.
- Sekiguchi, K. & K. Nakamura. 1988. Ecology of the extant horseshoe crabs. *Dalam: Cohen E. (ed). 1988. Biomedical applications of the horseshoe crab (Limulidae)*. Alan R. Liss, New York: 37--45.
- Sekiguchi, K. 1988. *Biology of horseshoe crabs*. Science House. Tokyo: ix + 428 hlm.
- Shin, P., H.Y. Li & S.G. Cheung. 2009. Horseshoe crabs in Hongkong: Current population status and human exploitation. *Dalam: Tanacredi J.T. dkk. (eds). 2009. Biology and conservation of horseshoe crabs*. Springer Science & Business Media, Heidelberg: 347--360.
- Shuster Jr. C.N., R.B. Barlow & H.J. Brockmann. 2003. *The American horseshoe crab*. Harvard University Press, Cambridge: ix + 427 hlm.
- Srijaya, T.C., P.J. Pradeep, S. Mitun, A. Hasan, F. Shaharom & A. Chatterji. 2010. A new record on the morphometric variation in the population of horseshoe crab (*Carcinoscorpius rotundicauda* Latreille) obtained from two different ecological habitats of Peninsular Malaysia. *Our Nature* **8**: 204--211.
- Yap, C. K., C.M. Chong & S.G. Tan. 2011. Allozyme polymorphisms in horseshoe crabs, *Carcinoscorpius rotundicauda*, collected from polluted and anpolluted intertidal areas in Peninsular Malaysia. *Environment Monitor Assesment* **174**: 389--400.
- Zadeh, S.S., A. Christianus, C.R. Saad, P. Hajeb & M.S. Kamarudin. 2011. Comparations in prosomal width and body weight among early instar stages of Malaysian Horseshoe crabs, *Carcinoscorpius rotundicauda* and *Tachypleus gigas* in the laboratory. *Dalam: Tanacredi J.T. dkk. (eds). 2011. Biology and conservation of horseshoe crabs*. Springer Science & Business Media, Heidelber: 267--274.

Zaleha, K., I. Hazwani, H.S. Hamidah, B.Y. Kamaruzzaman & K.C.A. Jalai.  
2011. Effect of salinity on the egg hatching and early larvae of horseshoe  
crab *Tachypleus gigas* (Muller, 1785) in laboratory culture. *Journal of  
Applied Sciences*: 1--7.

