

# Struktur dan hubungan kepiting (*Brachyura*) dengan lingkungan di ekosistem mangrove Kawasan Terusan, Taman Nasional Karimunjawa, Jawa Tengah

## Structure and relationship of crabs (*Brachyura*) with the environment at mangrove ecosystem Canal Areas, Karimunjawa National Park, Central Java

ANDIKA PUTRININGTIAS, DIETRICH GEOFFREY BENGEN, MOHAMMAD KASIM MOOSA

Program Studi Ilmu Kelautan, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor 16680, Jawa Barat

Manuskrip diterima: 30 September 2014. Revisi disetujui: 21 November 2014.

**Abstract.** *Putriningtias A, Bengen DG, Moosa MK. 2014. Structure and relationship of crabs (Brachyura) with the environment at mangrove ecosystem Canal Areas, Karimunjawa National Park, Central Java. Bonorowo Wetlands 4: 82-93.* The mangrove ecosystem of Karimunjawa National Park was relatively good and natural, used as an ecotourism area. Karimunjawa National Park Authority provides some facilities such as mangrove tracking. The existence of mangrove tracking was predicted would influence the ecological condition of crabs, so it is necessary to study crabs and their baseline data for monitoring environmental condition purposes due to the ecotourism area establishment. Sampling was done during September-Oktober 2013 at mangrove ecosystem, Karimunjawa National Park. Sampling sites were determined by the purposive sampling method. The sample was taken using the qualitative methodology in a 1m x 1m transect. The result of this study shows that there are four species from four families: *Metopograpsus thukuhar* (Grapsidae), *Thalamita crenata* (Portunidae), *Macrophthalmus (Macrophthalmus), parvimanus* (Macrophthalmidae), dan *Uca vocans vocans* (Ocypodidae). In the study, *Uca vocans vocans* was the species found in the large number. The highest total crab abundance was found at station I (92 ind./100m<sup>2</sup>), and the lowest was at station III (32 ind./100m<sup>2</sup>). The Value of Diversity Index (H') was in the low-mid category, and the Uniformity Index was in the mid-high category. There is no domination at station I, while station II and III shows a domination pattern. Generally, the crabs were in an unstable condition because The Diversity Index showed a low category. The abundance distribution pattern of species showed that crabs tended to follow the conditions of their environment and it was within their tolerable limits for life.

**Keyword:** Crabs, diversity, Karimunjawa, mangrove

### PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis dan sub tropis, yang didominasi oleh beberapa jenis pohon mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut pantai berlumpur. Komunitas mangrove merupakan bagian dari ekosistem alam yang penting perannya bagi lingkungan mangrove dan sekitarnya. Menurut Soeroyo (1996), hutan mangrove mempunyai eksistensi yang penting bagi kehidupan biota sekitarnya.

Hutan mangrove di Pulau Kemujan termasuk dalam zona rimba Taman Nasional Karimunjawa. Zona rimba ini merupakan zona yang diperuntukkan bagi kegiatan pengawetan dan pemanfaatan sumberdaya alam dan lingkungan alam bagi kepentingan penelitian, pendidikan konservasi, wisata terbatas, habitat satwa migran dan menunjang budidaya serta mendukung zona inti. Pulau Kemujan memiliki luas sekitar 1501,5 hektar dan sebagian berupa ekosistem hutan mangrove dengan luas sekitar 222,20 hektar (KEMENHUT 2013).

Kawasan terusan yang merupakan penghubung Pulau Karimunjawa dan Pulau Kemujan memiliki ekosistem mangrove alami yang terbentuk secara alami tanpa adanya

proses penanaman. Ekosistem ini dimanfaatkan oleh pihak Balai Taman Nasional Karimunjawa sebagai kawasan ekowisata, dimana pada tahun 2012 telah dibuka *tracking* mangrove membantu wisatawan dan masyarakat untuk lebih mengenal jenis-jenis mangrove dan fauna yang berasosiasi di dalamnya (Sumaryati 2012). Hal ini dimaksudkan agar akses menuju ke dalam ekosistem mangrove lebih mudah. Interaksi hutan mangrove dengan lingkungannya mampu menciptakan kondisi yang sesuai bagi berlangsungnya proses biologi beberapa organisme akuatik, seperti pemijahan dan daerah asuhan. Daerah perairan sekitar hutan mangrove diduga memberikan tempat berlangsungnya proses biologi biota laut apabila lingkungannya relatif stabil dan tidak terlalu berfluktuatif, tergenang pada periode dan kedalaman tertentu (Pramudji 2000). Karena adanya perubahan lingkungan yang disebabkan adanya tekanan ekologis yang berasal dari alam dan manusia yang berkaitan dengan pemanfaatan mangrove (pembangunan *board walk*), diduga akan menyebabkan adanya penurunan fungsi ekologis mangrove sebagai daerah mencari makan (*feeding ground*) dan daerah asuhan (*nursery ground*) bagi hewan-hewan yang hidup di daerah mangrove.

Salah satu dari hewan yang hidup di daerah mangrove adalah kepiting. Kepiting yang hidup di hutan mangrove memiliki peranan penting yaitu sebagai dekomposer awal yang bekerja dengan cara mencacah daun-daun menjadi bagian-bagian kecil, kemudian akan dilanjutkan oleh organisme yang lebih kecil yaitu mikroorganisme (Arief 2003). Informasi dan data mengenai keberadaan kepiting di ekosistem mangrove Pulau Kemujan, khususnya daerah *tracking mangrove* sampai saat ini masih sangat sedikit. Bahkan penelitian yang berkaitan dengan keberadaan kepiting di daerah tersebut masih sangat jarang dilakukan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk: (i) Mengetahui keanekaragaman fauna kepiting mangrove Pulau Kemujan. (ii) Mengetahui kondisi lingkungan jenis kepiting (*Brachyura*) pada ekosistem mangrove Pulau Kemujan. (iii) Mengetahui preferensi habitat kepiting di ekosistem mangrove Pulau Kemujan.

**BAHAN DAN METODE**

**Waktu dan tempat penelitian**

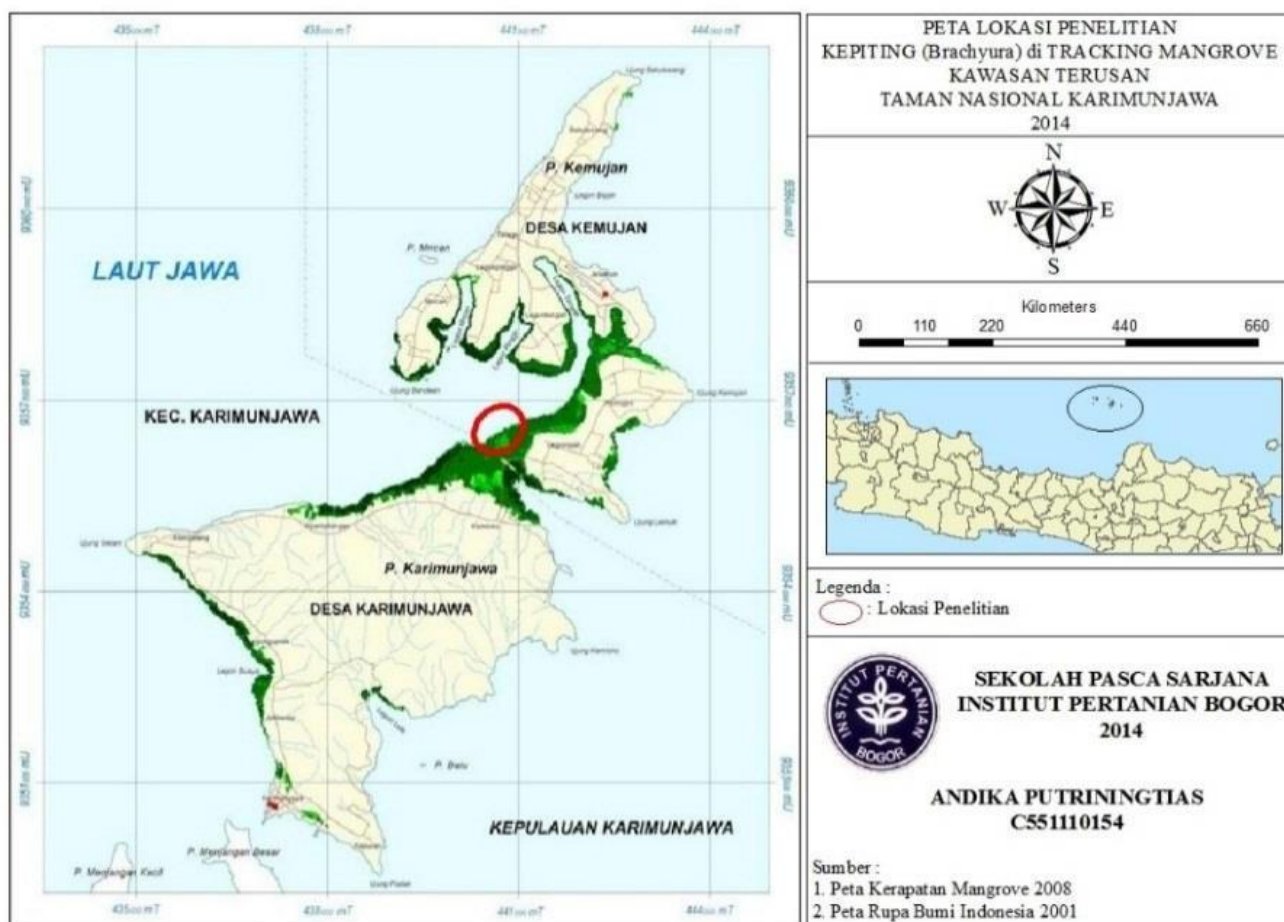
Penelitian dilakukan pada bulan September-Oktober 2013 di *Tracking Mangrove Kawasan Terusan*, Taman

Nasional Karimunjawa, Jepara, Jawa Tengah (Gambar 1).

Adanya perbedaan posisi stasiun pengamatan yang didukung oleh perbedaan kondisi fisika kimia dan adanya aktivitas manusia di sekitar *tracking* dapat dijadikan dasar dalam menentukan posisi dan jumlah stasiun penelitian (Bengen 2000). Deskripsi dari tiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kondisi stasiun pengamatan

Stasiun	Deskripsi stasiun pengamatan
I	Terletak di pesisir pantai dekat bangunan <i>sunset</i> area dengan vegetasi mangrove yang didominasi oleh <i>Rhizophora</i> sp. dan terpapar langsung oleh sinar matahari ketika surut.
II	Perbatasan antara pesisir pantai dengan daratan, ditumbuhi vegetasi mangrove yang terdiri dari <i>Rhizophora</i> sp. dan <i>Avicennia</i> sp.
III	Terletak lebih ke arah darat dengan vegetasi mangrove yang terdiri dari <i>Rhizophora</i> sp. dan <i>Avicennia</i> sp. yang lebat dan intensitas masuknya sinar matahari kecil.



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian di Kawasan Terusan, Taman Nasional Karimunjawa, Jawa Tengah

### Peralatan

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kepiting yang diambil dari ekosistem mangrove kawasan terusan, Taman Nasional Karimunjawa. Parameter lingkungan yang diukur sebagai data pendukung meliputi suhu, salinitas, dan pH. Alat dan bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain GPS Garmin (Koordinat dalam UTM), Mikroskop Olympus SZ51 Perbesaran 6 x, Kamera digital Sony Cybershot W190 Resolusi 12 mega pixel

### Pengambilan data

#### Data mangrove dan biota

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode sistematis berlapis (*stratified sampling method*). Pengambilan sampel menggunakan teknik *handpicking* / mengambil dengan tangan untuk semua kepiting yang ditemukan di titik sampling yang telah ditentukan (Gambar 2) baik yang terdapat pada substrat, akar dan batang mangrove. Teknik pengambilan sampel ini juga dilakukan oleh Kannupandi et al. (2003), Masagca (2009), Shukla et al. (2013) dan Dubey et al. (2014). Stasiun yang diamati berjumlah tiga dan masing-masing terdiri dari tiga sub-stasiun pengamatan. Pengambilan sampel kepiting dilakukan pada pagi hingga sore hari pada saat air surut.

#### Data pendukung

Data pendukung yang digunakan antara lain data sedimen (TOM dan fraksi sedimen) dan data kualitas air (pH, suhu dan salinitas).

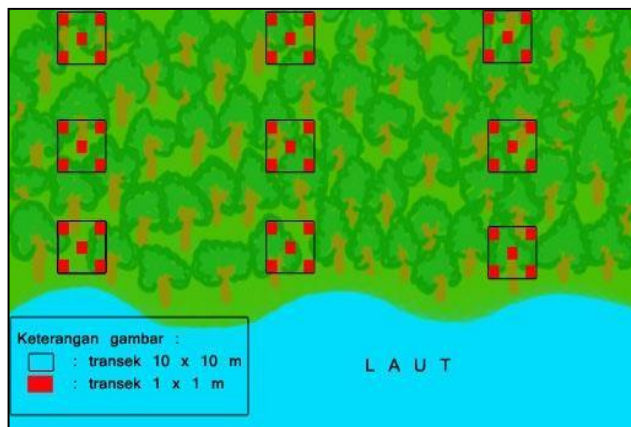
#### Penanganan sampel

Sampel yang didapatkan dari lapangan kemudian di masukkan kedalam kantong atau botol plastik untuk selanjutnya direndam dalam air es sebelum dimasukkan kedalam larutan pengawet berupa alkohol 70%. Hal ini dilakukan untuk memperkecil kemungkinan putusnya kaki-kaki pada kepiting. Setelah dimasukkan dalam air es, kepiting akan dalam keadaan pingsan, keadaan ini dapat dimanfaatkan untuk mendokumentasikan (foto) setiap bagian dari kepiting tersebut. Setelah sampel-sampel kepiting didokumentasikan, kepiting yang masih dalam keadaan pingsan tersebut dimasukkan kedalam larutan pengawet.

Sampel bahan organik dianalisis di Laboratorium Fisika-Kimia Lingkungan Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara (Lampiran 2). Analisis fraksi sedimen dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro (Lampiran 3). Sedangkan untuk identifikasi kepiting menggunakan buku acuan Crosnier (1962); Crane (1975); Lovett (1981); Tan dan Ng (1998); dan Rahayu dan Setyadi (2009) dilakukan di Laboratorium *Marine Biosprospecting*, Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat.

### Analisis data

Kepadatan jenis kepiting dihitung dengan menggunakan rumus Browner et al. (1990):



Gambar 2. Skema plot pengambilan data mangrove

$$K = \frac{n_i}{A}$$

Keterangan:

K = Kepadatan Jenis

Ni = Jumlah Individu suatu jenis

A = Luas Area

Perhitungan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (Odum 1993) sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^{\infty} \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

$\infty$  = Jenis ke-

ni = Jumlah individu jenis ke-i

N = Jumlah total individu

Menurut Wilhm (1975) kriteria Indeks Keanekaragaman dibagi 3, yaitu:

$H' < 1$  = Keanekaragaman jenis rendah

$1 < H' < 3$  = Keanekaragaman jenis sedang

$H' > 3$  = Keanekaragaman jenis tinggi

Perhitungan Indeks Keseragaman menurut Odum (1993) adalah sebagai berikut:

$$e = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Keterangan:

e = Indeks Keseragaman

H' = Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

S = Jumlah jenis

Menurut Odum (1993), besarnya Indeks Keseragaman jenis berkisar antara 0-1, dimana:

$e > 0,6$  = Keseragaman jenis tinggi

$0,4 < e < 0,6$  = Keseragaman jenis sedang

$e < 0,4$  = Keseragaman jenis rendah

Metode penghitungan yang digunakan adalah rumus Indeks Dominasi Simpsons (Odum 1993)

$$C = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan:

C = Indeks Dominasi

$n_i$  = Jumlah individu jenis ke-i

N = Jumlah total individu

Kriteria Indeks Dominasi menurut Simpson (Odum 1993):

$0 < C < 0,5$  = Tidak ada jenis yang mendominasi

$0,5 > C > 1$  = Terdapat jenis yang mendominasi

#### Analisis data morfologi

Spesimen yang didapatkan dilapangan diidentifikasi secara teliti setiap bagian tubuhnya seperti karapas, kaki jalan, organ kelamin jantan (*gonopod*), bagian *anterolateral*, gigi epibrankial, *front*, flagel *antennal*, kaki jalan, *telson*, antena, gigi maksila (*maxilliped*), dan bagian mata. Hasil dari identifikasi ini kemudian akan dideskripsikan secara jelas menjadi karakter morfologi dari masing-masing spesimen dan juga habitat hidupnya di alam.

#### Analisis data morfometri

Data morfometri yang akan digunakan meliputi bagian-bagian: Lebar karapas (CW), Panjang karapas (CL), Panjang karapas bawah (PCW), Lebar tepi *Frontal* (MFW), Lebar tepi *Orbital* (MOW) (Gambar 3).

#### Distribusi kepadatan kepiting kaitannya dengan karakteristik lingkungan

Distribusi kepadatan kepiting tiap stasiun terkait parameter lingkungan dianalisis menggunakan statistik multivariat yakni analisis koresponden (*Correspondence Analysis, CA*) (Bengen 2000). Analisis ini didasarkan atas matriks data i baris (stasiun pengamatan) dan j kolom (frekuensi individu tiap kelas ukuran, parameter lingkungan), dimana ditemukan pada baris ke-i dan kolom ke-j frekuensi individu setiap kelas ukuran pada masing-masing stasiun.

Matriks ini merupakan tabel kontingensi antara stasiun pengamatan dan modalitas frekuensi individu tiap kelas ukuran. Pada tabel kontingensi, I dan J mempunyai peranan yang simetris, membandingkan unsur I (untuk tiap J) sama dengan membandingkan hukum probabilitas bersyarat yang diestimasi dari  $n_{ij}/n_i$ . Untuk masing-masing  $n_{ij}/n_j$ , dengan:

$n_i$ :  $\sum n_{ij}$  (jumlah subjek I yang memiliki semua karakter j) dan  $n_j$ :  $\sum n_{ij}$  (jumlah jawaban karakter j)

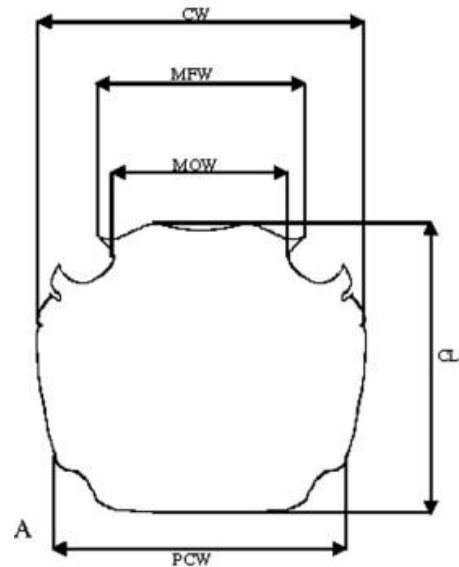
Pengukuran kemiripan antar dua unsur I1 dan I2 dari I dilakukan melalui pengukuran jarak khikuadrat dengan rumus:

$$d^2 (i, i') = \sum (X_{ij}/X_i - X_{i'j}/X_{i'})^2 X_j$$

Keterangan:

$X_i$ : Jumlah baris I untuk semua kolom J;

$X_j$ : Jumlah kolom J untuk semua baris I.



Gambar 3. Bagian-bagian yang diukur untuk analisa morfometri

#### Hubungan morfometri karapas kepiting dengan karakteristik lingkungan

Determinasi karakter morfometri menggunakan suatu pendekatan analisis statistik multivariate yang didasarkan pada analisis komponen utama (*Principal Component Analysis, PCA*) (Bengen 2000; Legendre dan Legendre 2012). Analisis ini merupakan metode statistik deskriptif digunakan untuk mengekstraksi informasi esensial yang terdapat dalam satu tabel/matriks data yang besar, menghasilkan sua representasi grafik yang memudahkan interpretasi dan mempelajari suatu tabel/matriks data dari sudut pandang kemiripan antara individu atau hubungan antar variabel.

Data parameter lingkungan yang diperoleh tidak memiliki pengukuran yang sama, maka sebelum dilakukan analisis PCA, data tersebut perlu dinormalisasikan terlebih dahulu melalui pemusatan dan pereduksian dengan persamaan:

$$C_{ij} = \frac{X_{ij} - X_i}{S_j}$$

Keterangan:  $C_{ij}$ : Indeks sintetis;  $X_{ij}$ : Nilai parameter awal;  $X_i$ : Nilai rata-rata dari parameter; dan  $S_j$ : Standar deviasi.

Hasil analisis komponen utama tidak direalisasikan dari nilai asli parameter

habitat tetapi indeks sintetis yang diperoleh dari kombinasi linier nilai-nilai asli yang ada. Persamaan di atas selanjutnya dibuat suatu matriks korelasi dari komponen yang ada, sebagai berikut:

$$B_{sxn} = A_{xsn} \cdot A_{tnxs}$$

Keterangan:  $B_{sxn}$ : Matriks korelasi;  $A_{xsn}$ : Indeks matrik sintesis; dan  $A_{tnxs}$ : Matriks transformasi  $A_{xsn}$ .

Prinsip analisis komponen utama adalah menggunakan pengukuran jarak

Euclidean (jumlah kuadrat perbedaan antara individu untuk variabel yang berkoresponden) pada data (Bengen 2000; Legendre dan Legendre 2012). Persamaannya:

$$d^2(i, i') = \sqrt{\sum_{j=1}^p (X_{ij} - X_{i'j})^2}$$

Keterangan:

$d(i, i')$  = jarak antara pusat data dengan titik data;

$i$  &  $i'$  = indeks untuk baris, dari baris ke- $i$  sampai dengan ke- $i'$ ;

$j$  = indeks untuk kolom.

Semakin kecil jarak euclidean antara dua stasiun, maka semakin mirip karakteristik lingkungan antar kedua stasiun tersebut dan sebaliknya semakin besar jarak euclidean antara dua stasiun, maka semakin berbeda karakteristik fisika kimia air dan substrat kedua stasiun tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik lingkungan pada setiap stasiun penelitian

Substrat dasar merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi penyebaran makrozoobentos, karena selain berperan sebagai tempat tinggal juga berfungsi sebagai penimbun unsur hara, tempat berkumpulnya bahan organik serta tempat perlindungan organisme dari ancaman predator (Nybakken 1998). Hasil pengukuran parameter lingkungan pada setiap stasiun pengamatan menunjukkan hasil yang bervariasi (Tabel 3).

Rata-rata TOM di setiap stasiun berkisar antara 4,95%-6,88% (4,45%-8,39%). Lebih tingginya rata-rata kandungan organik substrat pada stasiun III disebabkan oleh kerapatan mangrove pada stasiun tersebut yang tergolong tinggi sehingga sumber bahan organik lebih banyak tersedia. Menurut Nontji (2005), guguran daun bakau merupakan sumber bahan organik yang penting dalam lingkungan perairan yang bisa mencapai 7-8 ton/tahun.

Nilai pH berada pada kisaran yang tidak terlalu berbeda yaitu 6-9. Kisaran nilai pH ini tidak terlalu jauh berbeda antara satu lokasi dengan lokasi lainnya dan masih dalam ambang batas normal untuk kehidupan kepinging.

Suhu (perairan) pada tiap stasiun penelitian berkisar antara 25 °C-30 °C dan secara umum suhu di ekosistem mangrove pada daerah *tracking* mangrove Pulau Kemujan masih tergolong normal untuk kehidupan kepinging. Rata-rata suhu terendah terdapat pada stasiun III (26 °C) yang memiliki kerapatan mangrove lebih tinggi jika dibandingkan dengan yang lain. Hal ini juga dapat disebabkan karena adanya perbedaan pengaruh intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan perairan. Berbeda halnya dengan suhu di stasiun I dan II yang lebih tinggi dikarenakan posisi kedua stasiun lebih menjorok ke pantai, memiliki kerapatan mangrove yang lebih kecil sehingga intensitas cahaya yang mengenai permukaan air lebih besar dan pengukuran suhu pada stasiun ini dilakukan pada siang hari.

Macintosh (1984) mengungkapkan bahwa variasi salinitas di mangrove terjadi mulai dari 20‰ pada saat

surut hingga 33‰ pada saat pasang dan variasi ini juga dipengaruhi oleh adanya pengaruh evaporasi matahari serta curah hujan. Keragaman salinitas selama pengamatan tidak terlepas dari pengaruh letak stasiun penelitian yang tidak dipengaruhi oleh ekosistem muara. Salinitas yang rendah pada stasiun III disebabkan oleh karena stasiun ini berada lebih ke arah daratan sehingga mempunyai waktu tergenang yang lebih sedikit dan memiliki kerapatan mangrove yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan dua stasiun lainnya, sehingga intensitas penetrasi cahaya matahari yang mengenai permukaan air lebih kecil.

Berdasarkan hasil pemantauan Balai Taman Nasional Karimunjawa menyebutkan di Karimunjawa ditemukan 45 spesies mangrove dan dua diantaranya termasuk jenis langka, yaitu *Schyphiphora hydrophylacea* dan *Sonneratia ovate*. Zonasi mangrove pada kawasan pelestarian di Karimunjawa dan Pulau Kemujan dari arah laut ke darat didominasi oleh *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Bruguiera cylindrica*, *Ceriops tagal*, *Xylocarpus moluccensis*, *Lumnitzera littorea*, *Heritiera littoralis*, *Acanthus ebracteatus* dan *Acrostichum speciosum*. Pada daerah *tracking* mangrove ditemukan 12 jenis mangrove, yaitu *Lumnitzera racemosa*, *Ceriops tagal*, *Bruguiera cylindrica*, *Rhizophora apiculata*, *Xylocarpus granatum*, *Xylocarpus mollucensis*, *Diospirus pereae*, *Avicennia Marina*, *Excoecaria agallocha*, *Rhizophora stylosa*, *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata* dengan kerapatan jarang hingga sedang.

### Komposisi kehadiran dan kepadatan kepinging

Kepinging yang ditemukan di ekosistem mangrove daerah *tracking* mangrove kawasan terusan Taman Nasional Karimunjawa terdiri dari empat spesies yang termasuk dalam empat genus, yaitu *Metopograpsus thukuhar* (Grapsidae), *Thalamita crenata* (Portunidae), *Macrophthalmus (Macrophthalmus) parvimanus* (Macrophthalmidae), dan *Uca vocans vocans* (Ocypodidae). Spesies kepinging yang paling sering ditemukan adalah *Metopograpsus thukuhar*, sedangkan yang paling jarang ditemukan adalah *Thalamita crenata* (Tabel 4).

**Tabel 3.** Rerata hasil pengukuran kualitas perairan dan sedimen di lokasi penelitian

Parameter	Satuan	Stasiun Pengamatan		
		I	II	III
TOM	%	4,95	5,61	6,88
pH	-	6,17	7,79	9,05
Kedalaman substrat	cm	12	17	9
Suhu	C	28	29	26
Salinitas	‰	33	32	30
Kerikil	%	0,97	3,69	8,41
Pasir	%	84,80	75,75	73,33
Lanau	%	14,23	20,56	18,26
Kerapatan mangrove	ind./ha	2300	3967	4333

**Tabel 4.** Kehadiran masing-masing spesies kepiting pada tiap stasiun penelitian

Famili	Spesies	Stasiun									Jumlah
		I.1	I.2	I.3	II.1	II.2	II.3	III.1	III.2	III.3	
Macrophthalmidae	<i>Macrophthalmus parvimanus</i>	+	+	+	+	-	+	-	-	-	5
Ocypodidae	<i>Uca vocans</i>	+	+	+	-	+	+	+	-	-	6
Grapsidae	<i>Metopograpsus thukuhar</i>	-	+	-	+	+	+	+	+	+	7
Portunidae	<i>Thalamita crenata</i>	-	+	+	-	+	+	-	-	-	4
Komposisi kehadiran kepiting		2	4	3	2	2	4	2	1	1	
Total komposisi kepiting per stasiun			4			4			2		

Keterangan: +: Ada, -: tidak ada

Jumlah spesies kepiting yang ditemukan pada penelitian ini sama jika dibandingkan dengan penelitian Kusumadewi et al. (2013) di lokasi yang sama tetapi dengan titik sampling dan waktu yang berbeda. Pada penelitian Kusumadewi et al. (2013) ditemukan empat spesies yang termasuk dalam tiga famili sebanyak tujuh individu, yaitu: *Perisesarma eumolpe* dan *Sarmatium germaini* (Sesarmidae); *Thalamita prymna* (Portunidae) dan *Metopograpsus thukuhar* (Grapsidae). Kecilnya jumlah spesies kepiting di lokasi penelitian ini diduga karena perbedaan teknik dan waktu pengambilan sampel.

Kepiting yang ditemukan di setiap stasiun penelitian adalah Famili Grapsidae (Tabel 4). Hal ini diduga karena famili kepiting tersebut memiliki tingkat adaptasi yang sangat tinggi terhadap variasi kondisi substrat, bahan organik, suhu, salinitas dan pH yang ada pada lokasi penelitian. Menurut Hogarth (2007) krustasea yang paling berlimpah dan beragam adalah Brachyura, atau kepiting sejati, dan di antara jenis brachyura mangrove yang dominan adalah famili Grapsidae dan Ocypodidae.

#### Grapsidae

Famili Grapsidae memiliki enam genus yang terdiri dari 41 spesies yang tersebar di seluruh dunia. Kepiting grapsidae biasa ditemukan merayap di permukaan atau masuk ke dalam lubang bebatuan dan mangrove, dan keluar khususnya pada malam hari. Tubuh grapsidae berwarna-warni dan dapat ditemukan bahkan pada saat pasang. Famili Grapsidae memiliki lebar karapas empat sampai enam sentimeter. Grapsidae beradaptasi dengan cara berebut naik keatas batu dan permukaan yang licin. Beberapa jenis dari grapsidae dapat bertahan beberapa waktu pada air. Grapsidae memiliki kait yang bagus pada ujung lengannya untuk membantu mencengkeram permukaan. Karapas dan lengannya rata yang memungkinkan untuk memudahkan mereka masuk pada celah-celah sempit. Pada beberapa jenis, kepiting jantan memiliki kaki jalan pertama yang lebih besar daripada betina (Tan dan Ng 1988; Ng dan Sivasothi 1999).

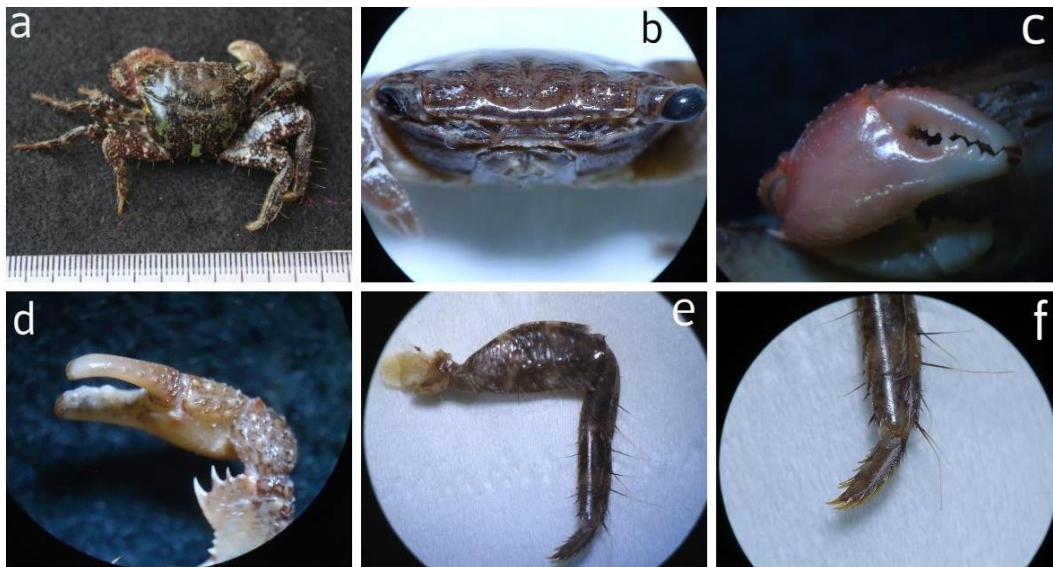
Karapasnya berbentuk persegi empat, persegi panjang, trapesium atau bulat; permukaan dorsalnya rata hingga agak cembung, bergerigi agak sedikit miring atau melintang; bagian *front* lebih luas dari orbit; orbit menempati hampir keseluruhan dari batas anterior (kecuali bagian depan); Sisi anterolateral dan posterolateral pada karapas biasanya tidak jelas, sisi lateralnya hampir lurus atau agak cembung, memiliki satu atau dua gigi pada bagian anterior sebagai senjata. Daktil pada kakinya memiliki duri yang jelas (Ng 1998).

*Metopograpsus thukuhar* (Owen, 1839). *Metopograpsus thukuhar* termasuk dalam Famili Grapsidae yang umum dijumpai di area mangrove di Indo-Pasifik, tetapi adakalanya tidak hanya ditemukan di daerah mangrove. Kepiting ini biasa bersembunyi di dalam lubang kecil yang terbentuk dari potongan akar mangrove dan memasukkan akar tersebut kedalam lumpur. *M. thukuhar* ini biasanya berasosiasi dengan mangrove yang berada di dekat laut, kebanyakan *Rhizophora mucronata*, hidup dibawah dan didalam akarnya. *M. thukuhar* merupakan pemanjat yang baik, tetapi tidak jarang ditemukan juga didalam batang pohon yang kosong (Vannini et al. 1997). Warna pada karapas dan kakinya coklat kekuningan atau coklat kemerahan (Gambar 4a). Bagian luar dari kaki jalan pertamanya berwarna ungu (merah muda pada juvenil) (Gambar 4c). Lebar karapasnya maksimal dua kali lebih besar dari *posterior*-nya. Kepiting ini memiliki *stridulating* (Gambar 4d) yang digunakan sebagai alat untuk melindungi dirinya dari gangguan musuh dan terdapat banyak daktilus pada bagian kaki (Gambar 4e) yang akan mempermudah pada saat memanjat ke batang pohon.

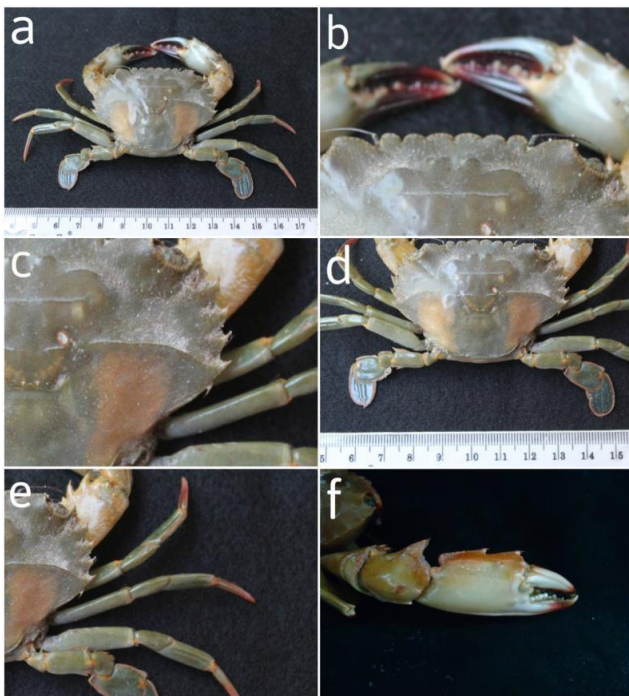
#### Portunidae

Kepiting dari Famili Portunidae mudah dikenali dari bagian rata pada sepasang kaki terakhirnya yang memiliki propodus dan daktil yang menyerupai dayung, yang digunakan untuk berenang, menggali dan mempertahankan diri jika dibawah pasir untuk pertahanan. Ciri dari Famili Portunidae adalah memiliki satu sampai sembilan duri pada sisi-sisinya. Kaki jalannya datar, dua segmen pada kaki terakhirnya merupakan dayung. Pada perut kepiting jantan segmen ketiga sampai kelima tidak dapat digerakkan. Terdapat 210 spesies dari 18 genus pada famili ini yang tersebar di Indo-Pasifik Timur (Rahayu dan Setyadi 2009).

*Thalamita crenata* (Latreille, 1829). Lebar tubuhnya lima sampai tujuh sentimeter, karapas halus berwarna kehijauan (Gambar 5a.). Memiliki enam lobus bulat kecil diantara mata (Gambar 5b.). Bentuk tubuh agak persegi panjang, pada sisi karapasnya terdapat lima duri tajam yang ukurannya hampir sama (Gambar 5c.). Pasangan terakhir dari kaki yang berbentuk dayung (Gambar 5d.). Kaki jalannya berwarna hijau atau kebiruan dengan ujung daktil berwarna oranye atau merah dengan sendi oranye (Gambar 5e.). Pada ujung kaki jalan pertamanya berwarna merah muda dan memiliki lima duri (Gambar 5f.), pada bagian bawah basal antenula memiliki granula (Tan dan Ng 1988; Rahayu dan Setyadi 2009).



**Gambar 4.** a. Morfologi *Metopograpsus thukuhar* (Owen, 1839). b. Bagian depan. c. Capit bagian luar. d. *Stridulating* pada capit. e. Daktilus pada daktil. f. Duri kuning pada ujung kaki



**Gambar 5.**a. Penampang ventral *Thalamita crenata* (Latreille, 1829) secara keseluruhan. b. Lobus pada bagian depan. c. Duri pada sisi karapas. d. Kaki renang. e. Kaki jalan pertama (capit) dengan ujung berwarna merah dan lima duri pada sisi-sisinya.

*Macrophthalmidae*

Terdapat 68 spesies dari empat genus yang termasuk dalam Famili *Macrophthalmidae* di dunia. Habitatnya di pasir berlumpur pada daerah intertidal, meliang pada lumpur halus pada mangrove atau lumpur daerah estuari. Liang dari kepiting ini sangat mudah dikenali yaitu lubangnya terbuka berbentuk persegi panjang pada substrat

lumpur (Gambar 6) (Rahayu dan Setyadi 2009).

*Macrophthalmus (Macrophthalmus) parvimanus*, Guérin-Méneville, 1834. Lebar karapas dua kali panjangnya, pada sisi lateral memiliki tiga duri anterolateral termasuk sudut eksorbital (Gambar 7) tetapi terkadang duri ketiga tidak terlihat dengan jelas atau bahkan tidak tampak. Memiliki bentuk kaki jalan pertama yang melengkung dan sepasang kaki jalan ke-lima memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran kaki jalan lainnya.

*Ocypodidae*

Famili *Ocypodidae* dapat dibedakan karena memiliki batang mata, biasanya berdekatan. Beberapa memiliki batang yang sangat panjang. Batang mata ini dapat melipat kedalam lekukan tubuhnya sehingga kepiting ini dapat masuk kedalam tempat yang tersembunyi tanpa merusak batang matanya (Tan dan Ng 1988). Ciri pada *Ocypodidae* umumnya karapas berbentuk persegi empat, persegi panjang, trapesium atau bulat telur; permukaan dorsal cenderung cembung, biasanya halus atau beralur; seluruh sisi frontal relatif sempit; garis pada sisi antero-dan posterolateral dari karapas umumnya tidak jelas, sisi lateralnya hampir lurus atau agak cembung. Batang matanya panjang, lebih panjang jika dibandingkan dengan lebar orbit. Tidak memiliki batas rhomboidal antara maksiliped ketiga. Daktil memiliki banyak setae yang keras. Permukaan ventral dari bagian perut (abdomen) atau dasar kaki-kakinya memiliki berkas pada setae. Semua bagian abdomen kepiting jantan terlihat jelas dan mudah digerakkan (Ng 1998).

*Uca vocans vocans* (Linnaeus, 1758). Salah satu kaki jalan pertama pada kepiting jantan besarnya hampir dua kali dari lebar tubuh. Ada bagian yang terbuka lebar antara jari atas dan bawah. *Pollex* berwarna oranye atau kuning. Warna dan pola tubuh bervariasi: beberapa kehijauan,

keabu-abuan dan kebiruan. Mata keabu-abuan dengan bagian atas gelap, tangkai abu-abu, kaki jalannya keabu-abuan coklat atau oranye. Pada keping jantan tidak memiliki sisi dorsolateral, galur bagian depan menyempit, tanda bagian depan biasanya melebar. Hampir semuanya memiliki alis, sempit tetapi sempurna. Sebagian dari duri suborbitalnya selalu sama. Kaki jalan pertama minor biasanya terbuka lebih lebar dibandingkan bagian pelengkap pada *pollex* (Crane 1975).

Kepadatan dari tiap spesies kepiting pada tiap stasiun pengamatan menunjukkan nilai yang bervariasi. Kepiting yang memiliki kepadatan tertinggi dan cenderung mendominasi yaitu *Uca vocans vocans* dan yang memiliki kepadatan terendah adalah *Thalamita crenata* (Gambar 2).

Kepadatan *Uca vocans vocans* tinggi pada stasiun I dan II. Stasiun I dan II memiliki kondisi fisika dan kimia yang sangat mendukung untuk kehidupan spesies ini, karena *Uca* merupakan spesies kepiting yang menyukai jenis substrat pasir berlumpur (Ng dan Sivasothi 1999) dan hal ini pula yang menyebabkan kepadatannya menurun pada stasiun III, karena stasiun III memiliki substrat yang cenderung mengandung kerikil (pecahan karang).

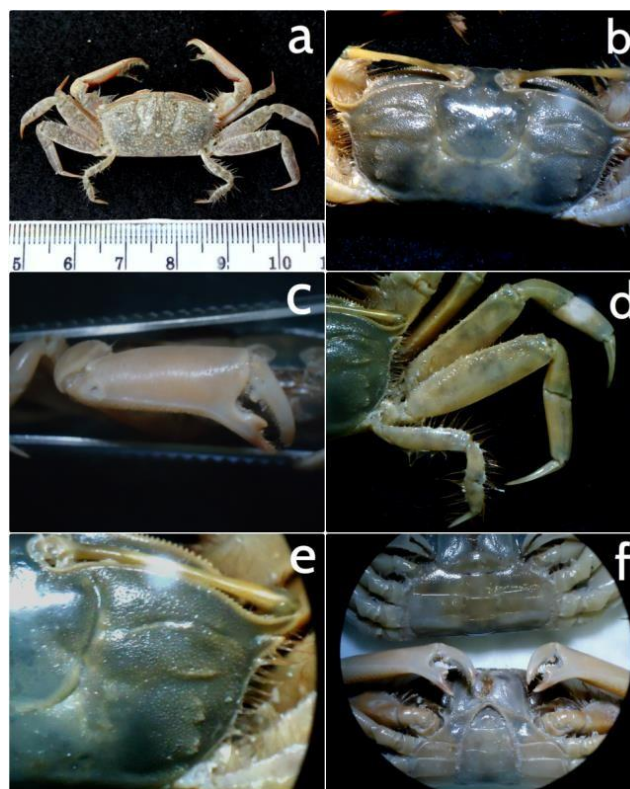
Kepiting *Thalamita crenata* hanya dijumpai pada stasiun I dan II. Hal ini karena kepiting tersebut termasuk golongan perenang, sehingga hanya dijumpai pada habitat yang masih tergenang air.

*Metopograpsus thukuhar* merupakan satu-satunya kepiting yang ditemukan di semua stasiun penelitian. Kepadatan *M. thukuhar* cenderung meningkat pada tiap stasiun penelitian, dari stasiun penelitian yang dekat dengan laut (I) menuju stasiun penelitian yang cenderung ke arah darat (III). Hal ini diduga karena *M. thukuhar* merupakan pemanjat yang baik (Vannini et al. 1997) sehingga pada saat pengambilan sampel di stasiun I dan II yang masih tergenang air, kepiting tersebut memanjat ke atas pohon mangrove sehingga tidak terlihat.

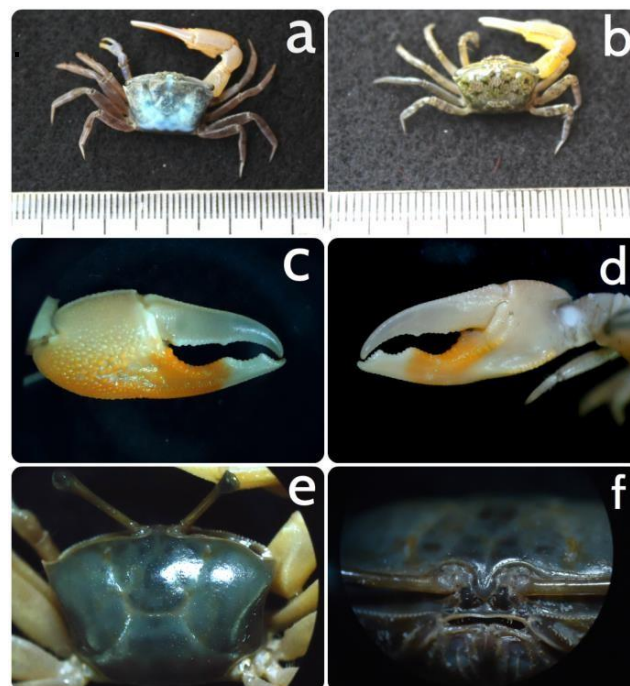
*Macrophthalmus (Macrophthalmus) parvimanus* memiliki nilai kepadatan tinggi pada stasiun dengan kerapatan total mangrove paling sedikit, tetapi kepadatannya menurun pada stasiun II dan bahkan pada stasiun III tidak ditemukan spesies ini. Hal ini dikarenakan habitat hidup *M. parvimanus* yang cenderung menyukai daerah dengan substrat pasir berlumpur pada daerah intertidal (Rahayu dan Setyadi 2009) dan memiliki kerapatan mangrove yang cenderung lebih kecil seperti pada stasiun I.



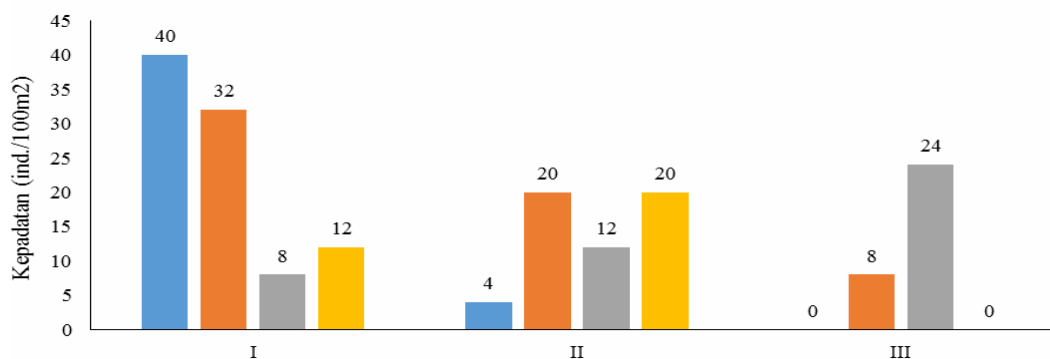
**Gambar 6.** Macrophthalmidae pada mulut lubangnya



**Gambar 7.** a. Morfologi *Macrophthalmus (Macrophthalmus) parvimanus* secara keseluruhan. b. Bentuk karapas. c. Bentuk capit. d. Kaki jalan. e. Duri anterolateral dan granula pada daerah brankial. f. *Abdomen* kepiting jantan dan betina.



**Gambar 8.** a-b. Morfologi keseluruhan *Uca vocans vocans* dan variasi warna karapasnya. c-d. Pollex pada capit bagian luar dan dalam yang berwarna oranye. e. Bentuk karapas yang menyerupai trapesium. f. Bagian depan (*front*).



**Gambar 9.** Kepadatan Tiap Spesies Kepiting Pada Tiap Stasiun Pengamatan. Keterangan: ■: *Macrophthalmus (Macrophthalmus) parvimanus*, ■: *Uca vocans vocans*, ■: *Metopograpsus thukuhar*, ■: *Thalamita crenata*

**Tabel 5.** Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ), Indeks Keseragaman ( $e$ ) dan Indeks Dominasi ( $C$ )

Stasiun	$H'$ Kategori*	$e$ Kategori**	$C$ Kategori***
I	1,27 sedang	0,96 tinggi	0,44 TAD
II	0,33 rendah	0,50 tinggi	0,61 AD
III	0,31 rendah	0,31 sedang	0,85 AD

Keterangan: \*: Wilhm (1975), \*\*: Odum (1993), \*\*\*: Simpsons (1949), AD: Ada Dominasi, TAD: Tidak Ada Dominasi

Kepadatan total tertinggi berada pada mangrove yang kerapatannya paling kecil, kemudian menurun seiring dengan meningkatnya kerapatan mangrove. Selain itu, meningkatnya kerapatan mangrove menyebabkan meningkatnya luas tutupan akar mangrove terhadap dasar hutan, sehingga kepadatan fauna makrobentos menurun karena berkurangnya area bagi mereka (Taqwa 2010).

Setiap kepiting mempunyai kemampuan toleransi pada taraf tertentu pada tiap faktor lingkungannya. Apabila nilai-nilai unsur yang dibutuhkan jumlahnya di bawah kebutuhan minimum suatu spesies, maka tidak akan ditemukan jenis itu di perairan tersebut. Lebih penting lagi, jika salah satu faktor lingkungan melewati batas toleransi spesies pada suatu faktor pembatas maka spesies tersebut akan tersingkir. Keadaan ini dapat terjadi walaupun faktor lingkungan dan unsur yang lain memenuhi syarat (Odum 1993).

#### Keanekaragaman kepiting di lokasi pengamatan

Tingkat stres atau tekanan yang diterima oleh lingkungan dapat ditentukan dengan menghitung nilai keanekaragaman (Lardicci et al. 1997). Secara keseluruhan dapat dilihat bahwa nilai Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) yang terdapat pada tiap stasiun penelitian termasuk dalam kategori rendah-sedang (0,31-1,27) (Wilhm 1975). Lokasi yang memiliki nilai keanekaragaman paling tinggi (pada penelitian ini) yaitu stasiun I ( $H'$  1,27), hal ini disebabkan kepiting yang ditemukan lebih beranekaragam atau bervariasi artinya penyebaran individu pada setiap spesies tidak terlalu menonjol. Nilai Indeks Keseragaman menurut Krebs (1978) pada semua stasiun penelitian masuk dalam

kategori sedang sampai tinggi (0,34-0,95), dan nilai Indeks Dominasi dari Simpson (Odum 1993) menunjukkan tidak adanya dominasi antar jenis pada stasiun I ( $C$  0,44), kecuali pada stasiun II dan III menunjukkan adanya dominasi karena nilai  $C$  mendekati 1 (0,61 dan 0,85) (Tabel 5).

Menurut Werdingingsih (2005) Banyaknya spesies dalam suatu komunitas dan kepadatan dari masing-masing spesies tersebut menyebabkan semakin kecil jumlah spesies dan variasi jumlah individu dari tiap spesies atau ada beberapa individu yang jumlahnya lebih besar, maka keanekaragaman suatu ekosistem akan mengecil pula. Rendahnya keanekaragaman pada stasiun penelitian ini juga dipengaruhi oleh pohon mangrove yang distribusi jenisnya tidak sama pada setiap stasiun, terlebih ada beberapa jenis kepiting yang mempunyai kecenderungan menetap di pohon mangrove jenis tertentu (Suryono 2006).

Rendahnya nilai keanekaragaman dan keseragaman antara lain disebabkan oleh faktor lingkungan yang terdapat pada lokasi penelitian. Suhu yang terdapat pada kawasan *tracking* mangrove cukup tinggi dan apabila suhu dan penguapan (*evaporasi*) tinggi maka salinitas juga akan tinggi. Salinitas rata-rata yang terdapat pada lokasi penelitian sebesar 31,67‰, sedangkan batas toleransi salinitas dimana kepiting mampu hidup sebesar 30‰.

#### Distribusi kepadatan kepiting berdasarkan karakteristik lingkungan

Berdasarkan analisis faktorial koresponden (Gambar 10), menunjukkan adanya keterkaitan antara kepadatan jenis kepiting dengan faktor lingkungan. Kontribusi dari masing-masing kelompok terhadap keragaman total sebesar 92,12% (Komponen 1 = 68,26%, Komponen 2 = 23,86%). Untuk pembahasan mengenai habitat kesukaan dari masing-masing spesies kepiting, maka dilakukan penggabungan terhadap data parameter lingkungan yang didapatkan.

*Metopograpsus thukuhar (Mt)* kepadatan tertingginya terdapat pada habitat dengan ciri-ciri salinitas 36-37, TOM 5-6, suhu 25-26 °C, dan pH <6. Kepadatan tertinggi *M. thukuhar* terdapat pada stasiun III dengan kandungan substrat pasir bercampur kerikil.

**Hubungan morfometri karapas kepiting dengan karakteristik lingkungan**

Pertumbuhan krustasea merupakan suatu rangkaian proses yang terputus-putus, seperti cangkang keras yang secara periodik berganti dengan cangkang lunak (*moulting*) (Luppi et al. 2004). Berdasarkan hasil analisis komponen utama data morfometri karapas kepiting yang meliputi: Lebar karapas (CW), Panjang karapas, Lebar karapas bawah (PCW), Lebar tepi *Frontal* (MFW), Lebar tepi *Orbital* (MOW) (Gambar 10-14) menunjukkan bahwa sebaran morfometri karapas masing-masing jenis kepiting tidak merata pada setiap stasiun penelitian (-)

Kepiting *Thalamita crenata* (*Tc*) cenderung berada di lingkungan dengan salinitas berkisar antara 34-35 ‰, pH 6-7, suhu 29-30 °C dan TOM substrat 5-6%. Kepadatan *T. crenata* paling tinggi dijumpai di stasiun I, dimana pada stasiun tersebut merupakan lokasi yang masih terendam air pada saat surut terendah. Sebagai kepiting yang tergolong perenang maka lokasi ini merupakan tempat yang cocok untuk *T. crenata*. Menurut Ng et al. (2007) *Swimming crab* akan masuk ke dalam air ketika air surut dan kembali ke daratan (yang masih tergenang air) ketika air pasang.

Karakteristik lingkungan untuk *Uca vocans vocans* (*Uv*) memiliki kemiripan dengan karakteristik *Macrophthalmus* (*Macrophthalmus*) *parvimanus* (*Mp*) yang dicirikan dengan kisaran suhu 27-28 °C, TOM <5%, salinitas 30-31 ‰ dan pH <6. Kepadatan tertinggi *U. vocans vocans* dan *M. parvimanus* juga terletak pada stasiun pengamatan yang sama, yaitu stasiun I yang memiliki kandungan substrat dasar pasir lebih banyak.

**Metopograpsus thukuhar dengan karakteristik lingkungan**

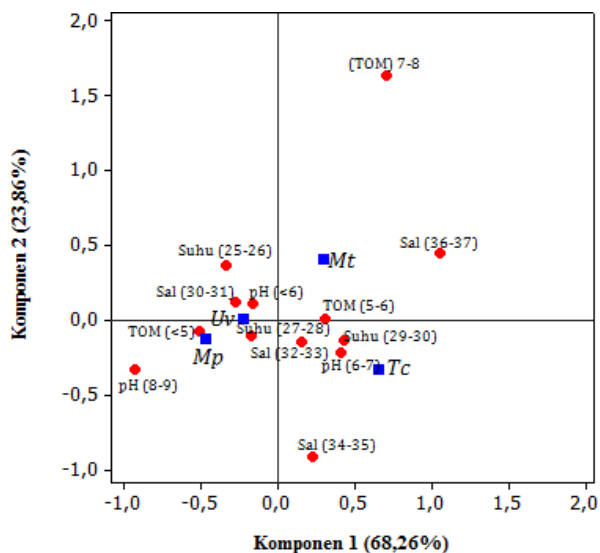
Sebaran morfometri *Metopograpsus thukuhar* berada pada stasiun II dan III. Stasiun II.3 dicirikan oleh kepiting *M. thukuhar* dengan lebar karapas bawah (PCW) dan lebar karapas (CW) lebih besar. Pada stasiun II.2 dicirikan oleh panjang karapas dan pada stasiun III.3 dicirikan oleh lebar tepi *frontal* dan Lebar tepi *orbital*.

Seperti halnya dengan *Metopograpsus thukuhar*, sebaran morfometri dari *Thalamita crenata* juga tidak merata pada semua stasiun penelitian (Gambar 12). Stasiun I.2, I.3, II.1 dan II.3 dicirikan oleh lebar tepi *orbital* dan lebar karapas bawah. Stasiun II.2 dicirikan oleh panjang, lebar karapas dan lebar tepi *frontal* yang lebih besar, sedangkan untuk stasiun I.1, III.1, III.2 dan III.3 dicirikan dengan semua komponen morfometri yang lebih kecil jika dibandingkan dengan stasiun penelitian lainnya.

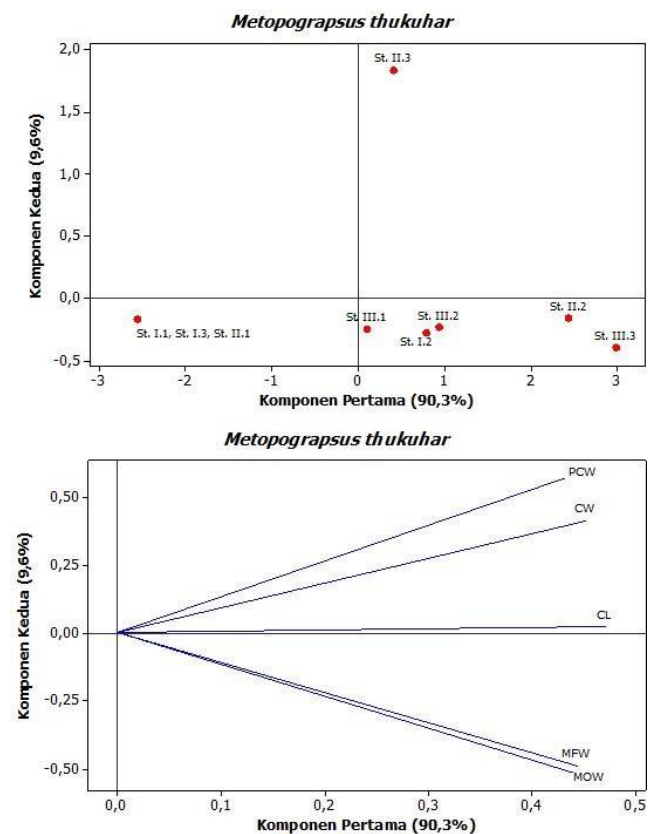
Kepiting *Macrophthalmus* (*Macrophthalmus*) *parvimanus* sebaran morfometrinya juga tampak tidak merata di seluruh stasiun penelitian (Gambar 13). Stasiun penelitian I.1 dicirikan oleh lebar tepi *orbital* dan lebar tepi *frontal*. Stasiun I.2, I.3 dan II.3 dicirikan oleh panjang, lebar karapas dan lebar karapas bawah. Untuk stasiun II.1, II.2, III.1, III.2 dan III.3 dicirikan oleh keseluruhan karakter morfometri karapas yang lebih kecil ukurannya dari stasiun-stasiun lainnya.

Berdasarkan Gambar 14, hasil analisis komponen utama untuk morfometri karapas kepiting *Uca vocans vocans* menunjukkan adanya ketidakmerataan sebaran morfometri

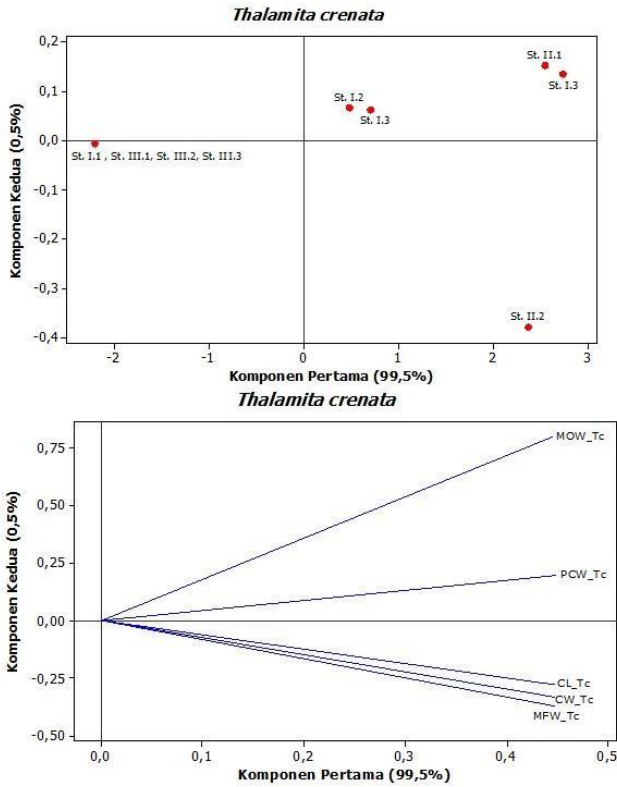
kepiting tersebut. Stasiun I.1, I.2 dan II.3 dicirikan oleh panjang, lebar karapas dan lebar karapas bawah. Stasiun III.1 dicirikan oleh lebar tepi *orbital* dan lebar tepi *frontal*, sedangkan untuk stasiun I.3, II.1, II.2, III.2 dan III.3 memiliki ciri ukuran morfometri kepiting yang lebih kecil dibandingkan dengan stasiun lainnya.



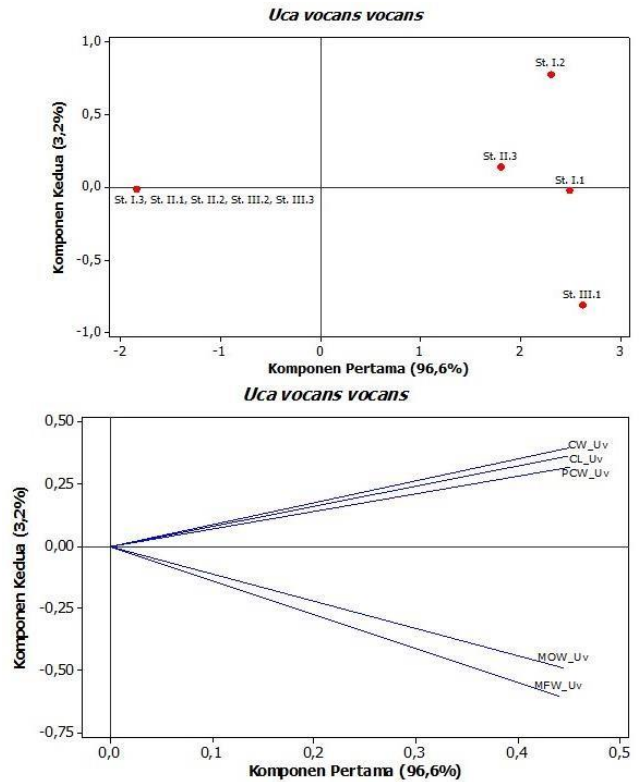
**Gambar 10.** Hasil Analisis Koresponden Distribusi Kepadatan Kepiting dengan Karakteristik Lingkungan



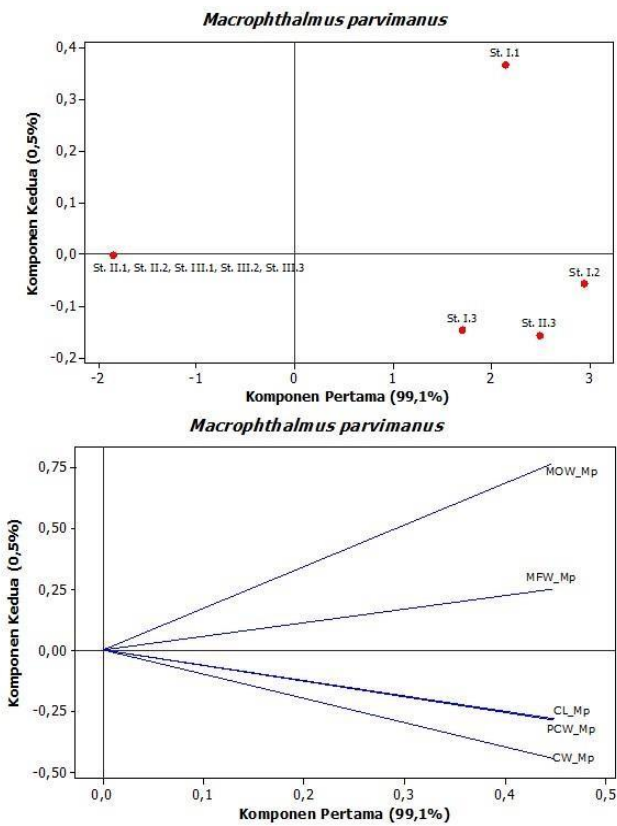
**Gambar 11.** Hasil Analisis Komponen Utama Morfometri Karapas



Gambar 12. Hasil Analisis Komponen Utama Morfometri Karapas *Thalamita crenata* dengan Karakteristik Lingkungan



Gambar 14. Hasil Analisis Komponen Utama Morfometri Karapas *Uca vocans vocans* dengan Karakteristik Lingkungan.



Gambar 13. Hasil Analisis Komponen Utama Morfometri Karapas *Macrophthalmus (Macrophthalmus) parvimanus* dengan Karakteristik Lingkungan.

**KESIMPULAN**

Penelitian di *tracking* mangrove kawasan terusan Taman Nasional Karimunjawa, ditemukan empat spesies kepiting yang terdiri dari empat famili (Grapsidae, Ocypodidae, Macrophthalmidae dan Portunidae). Keanekaragaman masuk dalam kriteria rendah ini artinya kepiting berada dalam kondisi tidak stabil karena nilainya indeks keanekaragamannya < 1 yang berarti bahwa kepiting terganggu dengan kualitas lingkungan dan sulit dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ada. Sebaran kepadatan masing-masing spesies kepiting cenderung mengikuti kondisi lingkungan pendukung kehidupannya. *Uca vocans vocans* banyak ditemukan di daerah pasang surut dengan, substrat berpasir diantara mangrove *Rhizophora* sp. *Thalamita crenata* ditemukan di daerah yang masih tergenang air dengan substrat pasir berlumpur dibawah mangrove *Rhizophora* sp. *Macrophthalmus (Macrophthalmus) parvimanus* habitat kesukaannya pada substrat pasir di daerah pasang surut yang masih tergenang air. *Metopograpsus thukuhar* banyak ditemukan pada akar dan batang mangrove *Avicennia* sp. dan *Rhizophora* sp. yang lebih lebat dengan substrat pasir bercampur kerikil.

**DAFTAR PUSTAKA**

Arief A. 2003. Hutan Mangrove Fungsi Dan Manfaatnya. Kanisius, Yogyakarta.

- Bengen DG. 2000. Sinopsis Teknik Pengambilan Contoh dan Analisis Data Biofisik Sumberdaya Pesisir. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor (PKSPL-IPB). Bogor.
- Brown JE, Zar JH, Ende CNV. 1990. Field and Laboratory Methods For General Ecology. WMC Brown, Iowa.
- Crane J. 1975. Fiddler Crabs of the World (Ocypodidae: Genus *Uca*). Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Crosnier A. 1962. Décapodes, Crustacés: Portunidae. Fauna de Madagascar 16:1-154.
- Dubey SK, Chakraborty DC, Bhattacharya C, Choudhury A. 2014. Allometric Relationships Of Red Ghost Crab *Ocypode macrocera* (H. Milne-Edwards, 1852) In Sundarbans Mangrove Eco-Region, India. World J Fish Mar Sci 6 (2):176-181.
- Hogarth P. 2007. The Biology Of Mangroves and Seagrasses. Oxford University Press Inc. New York.
- Kannupandi T, Vijayakumar G, Soundarapandian P. 2003. Yolk Utilization In a Mangrove Crab *Sesarma brockii* (De Man). Indian J Fish 50 (2):199-202.
- Kemendhut [Kementerian Kehutanan]. 2013. Statistik Balai Taman Nasional Karimunjawa 2012. BTNKJ. Semarang.
- Krebs C. J. 1978. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Harper and Row. New York.
- Kusumadewi I, Pribadi R, Widianingsih. 2013. Biologi Krustasea di Tracking Mangrove Kawasan Terusan Pulau Kemujan Kepulauan Karimunjawa. Journal of Marine Research. 2 (4):94-103.
- Lardicci C, Rossi F, Castelli A. 1997. Analysis Of Macrozoobenthic Community Structure After Severe Dystrophic Crises In a Mediterranean Coastal Lagoon. Mar Pollut Bull 34 (7):536-547.
- Legendre P, Legendre L. 2012. Numerical Ecology: Developments in Environmental Modelling. Elsevier. Amsterdam.
- Lovett DL. 1981. A Guide to The Shrimps, Prawns, Lobsters, and Crabs of Malaysia and Singapore. Faculty of Fisheries and Marine Science, Universiti Pertanian Malaysia, KL.
- Luppi T, Spivak E, Bas C, Anger K. 2004. Molt And Growth of an Estuarine Crab, *Chasmagnathus granulatus* (Brachyura: Varunidae), in Mar Chiquita coastal lagoon, Argentina. J Appl Ichthyol 20 (5):333-344.
- Macintosh DJ. 1984. Ecology and Productivity of Malaysian Mangrove Crabs Population (Decapoda: Brachyura). Asian Symposium on Mangrove Environment Research and Management. University of Malaya, Kuala Lumpur, and UNESCO.
- Masagca JT. 2009. Feeding Ecology Of Tree-Climbing Mangrove Sesarimid Crabs From Luzon, Philippines. Biotropia. 16 (1):1-10.
- Ng PK, Wang LK, Lim KK. 2007. Private Lives: An Exposé of Singapore's Mangroves: Raffles Museum of Biodiversity Research, National University of Singapore, Singapore.
- Ng PKL. 1998. Crabs. The Living Marine Resources of The Western Central Pacific. FAO, Roma.
- Ng PKL, Sivasothi N. 1999. A Guide To The Mangroves of Singapore II: Animal Diversity. [Internet]. [diunduh 2014 22 April] tersedia pada <http://mangrove.nus.edu.sg/guidebooks/text/2047.htm>
- Nontji A. 2005. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta.
- Nybakken W. 1998. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologi. Gramedia. Jakarta
- Odum EP. 1993. Dasar-Dasar Ekologi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pramudji. 2000. Hutan Mangrove Di Indonesia Peranan Permasalahan Dan Pengelolaanya. Oseana. 25 (1):13-20.
- Rahayu DL, Setyadi G. 2009. Mangrove Estuary Crabs of the Mimika Region-Papua, Indonesia. PT. Freeport Indonesia, Jakarta.
- Shukla M, Patel B, Trivedi J, Vachhrajani K. 2013. Brachyuran Crabs Diversity of Mahi and Dhadhar Estuaries, Gujarat, India. Res J Mar Sci 2321: 1296.
- Soeroyo. 1996. Produktivitas Primer Netto Hutan Mangrove di Grajagan Banyuwangi Selatan. Seminar Nasional Wilayah Pantai: Aspek Manajemen dan Biogeofisik, Laboratorium Pengembangan Wlayah Pantai UNDIP, Jepara.
- Sumaryati S. 2012. Peresmian Tracking Mangrove. <http://tnkarimunjawa.dephut.go.id/berita-terkini/peresmian-tracking-mangrove> [2014 22 April]
- Suryono CA. 2006. Struktur Populasi Vegetasi Mangrove di Laguna Segara Anakan Cilacap, Jawa Tengah. Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences. 11 (2):112-118.
- Tan LWH, Ng PKL. 1988. A Guide to Seashore Life. <http://mangrove.nus.edu.sg/pub/seashore/text/196.htm> [2014 22 April]
- Taqwa A. 2010. Analisis Produktivitas Primer Fitoplankton dan Struktur Komunitas Fauna Makrobenthos Berdasarkan Kerapatan Mangrove di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan Kota Tarakan, Kalimantan Timur [Disertasi]. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Vannini M, Oluoch A, Ruwa RK. 1997. Tree-Climbing Decapods Of Kenyan Mangroves. UNESCO Technical Papers in Marine Science. 325-338.
- Werdiningsih R. 2005. Struktur Komunitas Kepiting di di Habitat Mangrove Pantai Tanjung Pasir, Tanggerang, Banten [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wilhm JL. 1975. Biological Indicator of Pollution in River Ecological. Blackwell Scientific Publication. London.