

ANALISA INTERAKSI ANTAR *TROPHIC LEVEL* PADA POPULASI KEPITING BAKAU (*Scylla olivacea*) DI KAWASAN MUARA SUNGAI CENRANA, KABUPATEN BONE

Guntur Diantoro dan Rudhi Pribadi

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H., Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

ABSTRAK

Tingginya permintaan pasar terhadap Kepiting Bakau belum diimbangi dengan adanya strategi pengelolaan khusus di Indonesia. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian yang bertujuan menganalisa keseimbangan interaksi antar spesies pemangsa dan yang dimangsa dan kegiatan penangkapan dengan biomasa Kepiting Bakau yang berada di kawasan penangkapan, untuk melakukan pendugaan awal mengenai interaksi antar spesies yang menopang keberadaan Kepiting Bakau dan untuk menjaga keberlangsungan dari populasi Kepiting Bakau di Muara Sungai Cenrana agar dapat terus dimanfaatkan. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif eksploratif, dengan cara menggambarkan lokasi penelitian, dan mencari tahu jenis spesies apa saja yang mempengaruhi keberadaan Kepiting Bakau. Kemudian dilakukan pemodelan menggunakan ecopath untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi antar satu sama lain, serta hasil dari kegiatan interaksi dan kompetisi antar spesies yang berada di lokasi tersebut. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa spesies yang menjadi komponen utama serta berpengaruh terhadap Kepiting Bakau adalah Kepiting Bakau, Ikan Bandeng, Ikan Mujair, makrobenthos (gastropoda dan bivalvia), Udang, polychaeta, zooplankton (termasuk larva), fitoplankton, dan detritus. Hasil dari analisa interaksi antar spesies menggunakan Ecopath menghasilkan nilai *ecotrophic efficiency* kepiting bakau berada pada posisi seimbang (0,77), dengan posisi tingkatan *Trophic* Kepiting Bakau berada pada posisi tertinggi (2,81) dengan nilai mortalitas penangkapan sebesar 0,13 dan mortalitas alami sebesar 0,87 pada Kepiting Bakau. Spesies yang paling mempengaruhi keberadaannya ialah dari spesies Kepiting Bakau itu sendiri, akibat adanya kompetisi dan predasi (kanibalisme) antar Kepiting Bakau. Total aliran energi yang dihasilkan oleh ekosistem Muara Sungai Cenrana sebesar 15.885 g/m².

KATA KUNCI: kepiting bakau; interaksi; *trophic level*; Kabupaten Bone

ABSTRACT

In Indonesian, highmarket demands on mud crab has not yet balanced with special management strategy. Based on the previous facts, research is needed to analyze the interactional balance among predator and preyed species and fishing activity on site for early impact analysis about interaction, perform initial estimates to determine which species sustained the existence of mud crab population at Cenrana's River Estuary. The method used in this research was exploratory descriptive method, conducted by describing research location, and finding out the species which influenced the existence of mud crab. Ecopath is used to determine factors impacting one to another, and the result of interaction and competition activity among species on the location. The results pointed out the species that have become a major component and affected the existence of mud crab consisted of 9 species, they are mud crab, bandeng fish (milk fish), mujair fish (mozambique tilapia), macrobenthos (including gastropoda and bivalvia), shrimp, polychaeta, zooplankton (including larvae), phytoplankton, and detritus. Results of interaction analysis using ecopath showed that ecotrophic efficiency value was in balance state (0.77), Mud crab's trophic level position was as top predator (2.81) with mortality index 0.13 for fishery mortality and 0.87 on natural mortality. Species which has the most influence on the existence of mud crab is the mudcrab itself, because the effect of competition and predation activity (cannibalism) among themselves. Total energy flow produced by Cenrana's River estuary is 15,885 g/m².

KEYWORDS: mud crab; interaction; *trophic level*; Kabupaten Bone

PENDAHULUAN

Kepiting bakau merupakan salah satu komoditas primadona dari sektor perikanan di Indonesia. Peluang pasar yang cukup besar dengan harga tinggi menyebabkan bisnis perdagangan kepiting mulai berkembang di berbagai daerah dengan target pemasaran untuk kebutuhan lokal maupun

ekspor. Negara tujuan ekspor kepiting bakau antara lain: Jepang, Hongkong, Korea Selatan, Taiwan, Singapura, Malaysia, Australia dan Prancis. Terdapat 4 jenis kepiting bakau yang diekspor dari Indonesia yaitu, kepiting hijau (*Scylla serrata*), kepiting ungu (*S. tranquebarica*), kepiting oranye (*S. olivacea*), dan kepiting hitam (*S. paramamosain*). Menurut data statistik KKP (Kementerian Kelautan dan Perikanan) Tahun 2013, kepiting berada pada urutan ke-4 penyumbang nilai ekspor hasil perikanan dibawah udang, ikan lain-lain (Ikan Kakap, Ikan Bandeng, Ikan Kembung, dll), dan TTC (tuna, tongkol, dan cakalang). Kontribusi nilai Kepiting juga meningkat di Tahun 2013, dengan nilai 5,71% dari total nilai ekspor sebesar US\$ 2,9 miliar dibanding tahun 2012 yang memiliki nilai 4,6% dari US\$ 2,8 miliar total nilai ekspor.

Pasokan kepiting bakau saat ini masih mengandalkan pasokan dari alam, yaitu sebesar 61,6% berasal dari hasil penangkapan di alam dan sisanya berasal dari hasil budidaya pembesaran dan penggemukan. Karena belum adanya teknologi atau kegiatan budidaya yang mampu memproduksi benih kepiting bakau secara massal serta pengetahuan tentang penanganan pasca pembenihan (Yamin & Sulaeman, 2011). Pengambilan sumber dari alam yang terus menerus dapat menyebabkan *overexploitation* yang berujung pada kesulitan dalam pengadaan benih yang berasal dari alam di berbagai area. Terlebih mortalitas predasi pada Kepiting Bakau baik dalam fase dewasa atau juvenile yang dapat mempengaruhi jumlah populasi belum diketahui, karena akan terjadi perbedaan mortalitas tergantung habitat dan susunan organisme di ekosistem tersebut (Gehrke, 2007).

Penelitian ini bertujuan menganalisa keseimbangan interaksi antar spesies pemangsa dan yang dimangsa serta kegiatan penangkapan dengan biomasa pada populasi kepiting bakau yang berada di kawasan penangkapan untuk melakukan pendugaan awal mengenai interaksi antar spesies yang menopang keberadaan kepiting bakau untuk menjaga keberlangsungan dari populasi kepiting bakau di Muara Sungai Cenrana agar dapat terus dimanfaatkan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2014–Mei 2015. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kepiting Bakau (*Scylla olivacea*) dan organisme yang tinggal dalam ekosistem yang sama (ikan bandeng, mujair, udang, makrobenthos, fitoplankton dan zooplankton) pada kawasan penangkapan kepiting diwilayah Muara Sungai Cenrana, Bone, Sulawesi Selatan.

Metode penelitian adalah deskriptif eksploratif, yaitu menguraikan sifat dari suatu fenomena sebagaimana adanya. Penelitian deskriptif eksploratif berkaitan dengan pengumpulan data untuk memberikan gambaran yang jelas tentang suatu gejala, serta menjadi dasar dalam mengambil kebijakan atau penelitian lanjutan (Arikunto, 2006).

Sumber Data

Sumber data penelitian terbagi dalam kedua sumber, yaitu dari pengambilan sampel yang berada di lokasi yang menjadi data primer dan data sekunder didapat dari sumber literatur yang disajikan dalam Tabel 1.

Data hasil tangkapan spesies yang bernilai ekonomis di dapat dari pengepul yang berada di Kecamatan Cenrana. Namun dikarenakan data hasil tangkapan pada spesies bernilai ekonomis sebagai besar dari hasil budidaya atau pembesaran di tambak, maka pengumpulan data untuk penangkapan dilakukan dengan mendatangi para nelayan langsung yang berada di lapangan dan langsung menimbang hasil tangkapan mereka.

Struktur Model

Kawasan muara Sungai Cenrana diisi oleh berbagai macam spesies. Sehingga beberapa pertimbangan dibuat untuk membuat kelompok fungsional yang digunakan dalam pengolahan data ecopath. Kelompok fungsional merupakan pengelompokan spesies berdasarkan ukuran, habitat dan komposisi makanan (Christensen & Pauly, 1992). Pertimbangan yang digunakan untuk menentukan kelompok fungsional adalah spesies yang ikut tertangkap bersama Kepiting Bakau pada alat tangkap yang biasa digunakan untuk menangkap kepiting serta melalui studi literatur tentang komposisi

Tabel 1. Informasi sumber data yang digunakan dalam pengolahan data analisa interaksi dalam *trophic level* yang berbeda dengan menggunakan ecopath pada kepiting bakau (*Scylla olivacea*) di kawasan Muara Sungai Cenrana, Bone

Spesies	Data Primer	Data Sekunder (sumber literatur)		
	B	P/B	Q/B	Diet
Bandeng	Survey Lapangan	Opitz (1996) Lin (1999) Gehrke (2007)	Opitz (1996) Lin (1999) Gehrke (2007)	Opitz (1996) Kuslani <i>et al.</i> (2012)
Mujair	Survey Lapangan	Opitz (1996) Lin (1999) Gehrke (2007)	Opitz (1996) Lin (1999) Gehrke (2007)	Opitz (1999) Kesuma (2011)
Kepiting Bakau	Survey Lapangan	Ardli (2008)	Ardli (2008)	La sara <i>et al.</i> (2007) Gehrke (2007); Hill (1976)
Makrozoobenthos	Survey Lapangan	Opitz (1996)	Ardli (1996)	Opitz (1996)
Udang WIndu	Survey Lapangan	Ardli (2008)	Ardli (2008)	Opitz (1996)
Polychaeta	-	Ardli (2008)	Ardli (2008)	Opitz (1996)
Zooplankton	Survey Lapangan	Ardli (2008)	Ardli (2008)	Opitz (1996)
Fitoplankton	Survey Lapangan	Ardli (2008)	Ardli (2008)	Opitz (1996)
Detritus	Survey Lapangan			

makanan yang memangsa dan dimangsa oleh Kepiting Bakau. Berdasarkan pertimbangan yang dibuat dari hasil survai lapangan, komunikasi dengan para nelayan dan studi literatur, maka kelompok fungsional yang digunakan dalam pengolahan data dibagi menjadi 9 kelompok yaitu bandeng, Mujair, kepiting Bakau, makrozoobenthos (gastropoda dan bivalvia), udang, polychaeta, zooplankton (termasuk berbagai jenis larva), fitoplankton dan detritus.

Pengambilan Sampel

Penentuan stasiun pengamatan digunakan metode *systematic sampling* (Hadi, 1979). Dari luas Muara Cenrana yang diperkirakan sebesar 1,6 km², jumlah stasiun yang akan digunakan dalam penelitian ini berjumlah 4 stasiun, dimana setiap stasiun dilakukan tiga kali pengulangan. Lokasi stasiun berada di bagian sisi dalam muara, dan bagian luar muara yang menjorok ke laut dengan jarak antar stasiun ± 100 m. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada 13 Desember 2014 dan 3 Januari 2015.

Pengukuran Parameter Kualitas Perairan

Pengukuran parameter kualitas perairan dilakukan pada lapisan permukaan, dimana sebagian besar lokasi memiliki kedalaman antara 2-3 m. Pengukuran parameter air dilakukan secara insitu. Parameter yang diukur adalah pH, salinitas dan suhu. Masing-masing pengambilan dengan menggunakan pH meter, refraktometer dan termometer.

Pengambilan Sampel Plankton

Pengambilan sampel fitoplankton dan zooplankton dilakukan secara vertikal dimana plankton net yang berukuran 50x30 cm dimasukan kedalam air sedalam 2 meter dengan diberi pemberat dibagian bawah pada saat posisi kapal berhenti. (Nontji, 2008). Sampel air yang sudah tersaring kemudian dimasukan dalam botol sampel yang telah diberi label, kemudian dimasukkan formalin 4% yang berfungsi untuk mengawetkan sampel. Volume air tersaring adalah kedalaman air dikalikan dengan diameter mulut *plankton net* (Astirin *et al.*, 2002).

Penentuan biomasa pada plankton dilakukan dengan metode penyaringan menggunakan *vacuum pump* dan kertas saring *cellulose whatman GF/F*. Sampel yang telah diawetkan dibiarkan terlebih dahulu selama 24 jam agar mengendap, kemudian pisahkan endapan dengan airnya. Sebelum disaring sampel

disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm untuk mempermudah proses filtrasi. Kertas saring ditimbang beratnya sebelum digunakan, lalu diletakkan diatas botol yang telah terhubung oleh selang *vacuum pump*. Sampel yang telah disentrifugasi kemudian diteteskan diatas kertas saring hingga habis. Berat plankton didapat dari berat total kertas saring dikurangi berat awal kertas saring sebelum digunakan (Sartory, 1982).

Pengambilan Sampel Ikan

Pengambilan sampel ikan menggunakan jaring lempar (*cast net*) dengan ukuran panjang jaring 5 meter dan lebar jaring sekitar 3 meter.

Pengambilan Sampel Makrozoobenthos

Pengambilan sampel makrozoobenthos menggunakan sedimen *grab* karena dilakukan di kawasan Penggunaan *grab*, Sampel sedimen kemudian disortir menggunakan metode *hand sorting* dengan bantuan penyaring, selanjutnya sampel dibersihkan dengan air untuk menghilangkan sedimen yang menempel. Kemudian beratnya ditimbang.

Pengambilan Sampel Kepiting

Pengambilan sampel kepiting dilakukan dengan perangkap yang terlebih dahulu disiapkan dengan memasukan umpan didalamnya. Setelah tiba di lokasi, alat tangkap berupa perangkap kepiting sebanyak 8 buah. Perangkap yang telah diatur dibiarkan semalam dan akan diambil hasilnya pada pukul 09.00 WITA pagi hari

Pengambilan Sedimen

Pengambilan sampel menggunakan *ponar grab* yang dilakukan dengan cara menurunkannya dalam keadaan terbuka sampai dasar sungai, kemudian pengait ditarik sehingga *ponar grab* secara otomatis tertutup bersamaan dengan masuknya substrat. Pengambilan sampel sedimen digunakan untuk menganalisa ukuran butir serta bahan organik yang terkandung didalamnya.

Analisis Data Menggunakan Ecopath 6.4

Pendugaan Biomassa Kelompok Spesies

Pendugaan biomassa spesies dilakukan berdasarkan luas alat tangkap yang dikali dengan pengulangan yang dilakukan dan jumlah stasiun. Perbedaan akan terjadi pada jumlah berat dan total luasan per spesies karena luasan alat pengambilan sampel tiap spesies berbeda, sehingga dilakukan penyeragaman dengan mengkonversi berat serta luasan yang akan digunakan menjadi gr/m².

Menurut Lees *et al.* (2007), untuk mengetahui biomassa perluasan area dapat digunakan rumus:

$$\text{Biomassa perluasan area} = \frac{\text{Total berat}}{\text{Luas daerah sampling}} \quad (1)$$

Persamaan yang digunakan untuk mencari memperkirakan produksi/biomassa (P/B). Konsumsi per biomassa (Q/B), dan nilai *Ecotrophic efficiency* (EE) menurut Christensen dan walters(2004) adalah:

Persamaan produksi/biomassa (P/B):

$$\text{Produksi} = \text{Mortalitas predasi} + \text{Mortalitas non - predasi} + \text{Imigrasi} + \text{Akumulasi biomassa} \quad (2)$$

Persamaan untuk mencari perkiraan rasio Konsumsi/biomassa (Q/B):

$$\text{Konsumsi} = \text{produksi} + \text{respirasi} + \text{makanan yang tidak diasimilasikan} \quad (3)$$

Persamaan untuk memperkirakan *Ecotrophic efficiency* (EE):

$$EE = 1 - (\text{Mortalitas non predasi} / \text{Rasio produksi}) \quad (4)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Parameter Lingkungan

Faktor lingkungan memegang peranan penting dalam siklus kehidupan berbagai jenis biota dalam suatu ekosistem, hal ini juga berlaku pada kehidupan Kepiting Bakau. Parameter lingkungan yang dapat mempengaruhi kehidupan Kepiting Bakau antara lain adalah salinitas, suhu dan pH Fujaya (2012). Suhu perairan di lokasi penelitian yaitu 29,7 – 34,7°C. Suhu yang ditemukan di lokasi penelitian tidak termasuk dalam suhu yang ideal dan berada dalam batas wajar. Hal ini dijelaskan oleh Cholik (2005) yang menyatakan bahwa suhu yang diterima untuk kehidupan Kepiting Bakau adalah 18°C - 35°C, sedang suhu yang ideal adalah 25°C - 30°C. Suhu yang kurang dari titik optimum dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme. Faktor penting lainnya yaitu derajat keasaman (pH). Derajat keasaman (pH) di lokasi penelitian berada pada kisaran 7,7 – 8,2. Hal ini sesuai dengan Nybakken (1992) yang menjelaskan bahwa perairan pesisir atau laut mempunyai pH relatif stabil, dan berada pada kisaran yang sempit yaitu antara 7,7 - 8,4. Substrat di ekosistem mangrove termasuk ke dalam *Potential Acid Sulfate Soil* (PASS) yang berarti memiliki potensi bahan organik tinggi, sehingga apabila teroksidasi substrat tersebut akan cenderung asam.

Tabel 2. Parameter Kualitas Perairan pada lokasi penelitian di kawasan Muara Sungai Cenrana

Parameter	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3		Stasiun 4	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Suhu air (°C)	33,5	31,5	34,7	30,9	34,6	29,7	32,8	30,6
Salinitas (‰)	16,6	15	26,3	19,6	30	29	35	29
pH	7,7	7,76	8,2	7,8	7,7	7,8	7,93	8,03
Kedalaman (cm)	180	180	225	225	125	125	70	70

Keterangan: 1 = Sampling pada 13 Desember 2014, 2 = Sampling pada 3 Januari 2015

Basic Estimates Ecopath

Output yang dihasilkan pada perkiraan awal adalah nilai *Ecotrophic efficiency* (EE) dan posisi *Trophic Level* (TL) dari tiap kelompok populasi di dalam ekosistem tersebut. Estimasi data yang ditunjukkan pada hasil menunjukkan bahwa tiap spesies memiliki nilai $EE < 1$, sehingga data dapat dikatakan valid. Diungkapkan oleh Christensen dan Pauly (1992), data dikatakan valid ketika estimasi nilai EE berada di bawah 1. Pengertian *Ecotrophic efficiency* (EE) merupakan ekspresi eksploitasi pada suatu jenis kelompok fungsional dimana jumlah produksi dari biomasa yang terdapat pada satu kelompok spesies dikurangi oleh jumlah yang dikonsumsi oleh predator dan penangkapan. Nilai EE terbesar dimiliki oleh fitoplankton sebesar 0,841 dan terbesar kedua dimiliki oleh zooplankton dengan nilai 0,807 sementara nilai terendah dimiliki makrobenthos dengan 0,035. Nilai EE terbesar dimiliki oleh fitoplankton dimana memiliki nilai 0,841 dalam hasil pengolahan data. Nilai tersebut didapat karena fitoplankton merupakan salah satu komponen utama yang menopang keberadaan dari hampir seluruh spesies yang berada di Muara Sungai Cenrana.

Nilai EE terendah dimiliki oleh makrobenthos dengan nilai sebesar 0,035 dalam pengolahan ini. Makrobenthos memiliki nilai konsumsi yang kecil dibandingkan dengan nilai produksinya menjadikan faktor utama dalam didapatnya nilai ini. Selain nilai produksi yang tinggi, makrobenthos juga memiliki nilai biomasa terbesar dibanding dengan spesies lainnya, dengan nilai biomasa sebesar 174,1 gr/m².

Nilai *Trophic Level* (TL) akan menentukan posisi dari kelompok spesies di dalam ekosistem tersebut. TL tergantung pada jenis makanan yang dimakan serta predasi yang terjadi pada spesies tersebut. Posisi konsumen teratas dimiliki oleh Kepiting Bakau dengan nilai 2,851 dan diikuti oleh udang dan

Tabel 3. Hasil estimasi dasar pengolahan data menggunakan ecopath untuk analisa interaksi dalam trophic level berbeda di Muara Sungai Cenrana

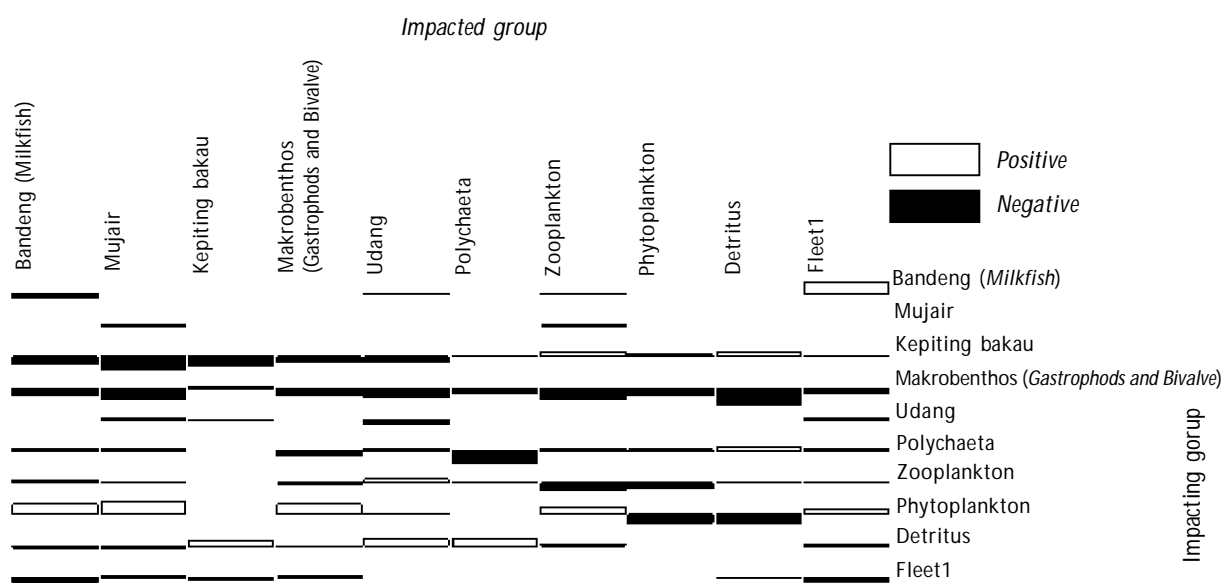
Spesies	B	P/B	Q/B	EE	Trophic level
Bandeng	6,95 ^	2,53 ^	39,7 ^	0,217*	2,435*
Mujair	4,62 ^	2,53 ^	39,7 ^	0,081*	2,287*
Kepiting bakau	3,16 ^	2,12 ^	11,5 ^	0,777*	2,851*
Makrobenthos	174,1 ^	4,73 ^	23,5 ^	0,035*	2,162*
Udang	0,56 ^	6,1 ^	25 ^	0,777*	2,479*
Polychaeta	3,49 ^	6,54 ^	26,5 ^	0,203*	2,380*
Zooplankton	16,8 ^	87,26 ^	135,9 ^	0,807*	2,25*
Fitoplankton	35,4 ^	160 ^		0,841*	1*
Detritus	74,59 ^			0,271*	1*

Keterangan: B (Biomasa); P/B Produksi/Biomasa) dan Q/B (Konsumsi/Biomasa). Angka yang diberi tanda (*) merupakan hasil pengolahan data menggunakan ecopath. Tanda (^) menandakan data yang dimasukkan pada awal pengolahan data

ikan bandeng dengan nilai 2,479 dan 2,435. Posisi terbawah diisi oleh Fitoplankton yang bertugas sebagai produsen dan sumber nutrient dan detritus yang merupakan sisa-sisa hewan atau tumbuhan.

Mixed Trophic Impact Plot (MTIP)

Gambar 1 terlihat bahwa Kepiting Bakau terpengaruh oleh organisme lain seperti ikan bandeng, ikan mujair dan kepiting bakau itu sendiri. Kepiting Bakau memberikan dampak negatif pada Kepiting Bakau itu sendiri karena terjadi kanibalisme dan kompetisi, sementara dampak negatif dari Ikan Bandeng dan ikan mujair terjadi karena ikan bandeng dan ikan mujair memakan plankton yang juga sumber makanan dari jenis makrobenthos yang notabene merupakan sumber makanan Kepiting Bakau. Kompetisi perebutan makanan juga terjadi pada udang dan kepiting yang hidup sebagai organisme bentik biasa memakan bangkai dan potongan organik dari sisa tumbuhan (detritus), namun hal ini terlihat tidak berdampak signifikan pada kepiting bakau.



Gambar 1. Hasil yang menunjukkan kompetisi antar spesies di kawasan Muara Sungai Cenrana

Aliran Energi

Nilai yang dapat dilihat dalam Tabel 16 menunjukkan bahwa tingkat predasi tertinggi berada pada Tingkat 1, dikarenakan banyaknya jenis spesies pemakan plankton yang berada pada ekosistem ini. Sama halnya dengan konsumsi, nilai ekspor yang merupakan nilai predasi tertinggi dimiliki oleh TL 1 dimana keberadaan detritus dan fitoplankton sangat penting untuk mendukung kehidupan spesies dengan TL di atasnya. Nilai aliran terhadap detritus dan respirasi tertinggi sendiri dimiliki oleh spesies dengan TL Tingkat 2 dengan masing-masing 2.213 g/m² dan 2.758 g/m², karena ekosistem Muara Sungai Cenrana sendiri diisi oleh spesies dengan nilai TL tertinggi yaitu 2,851 (Tabel 3). Total aliran yang berputar diantara tingkatan konsumen dalam proses predasi, aliran menuju detritus dan respirasi dalam ekosistem muara Sungai Cenrana sebesar 15.885 g/m².

Nilai yang dapat dilihat dalam Tabel 4 menunjukkan bahwa tingkat predasi tertinggi berada pada Tingkat 1, dikarenakan sebagai organisme yang bertindak sebagai produsen sehingga banyak jenis spesies omnivora yang berada pada ekosistem ini memanfaatkannya. Sama halnya dengan konsumsi, nilai ekspor yang merupakan nilai energi yang dialirkan melalui predasi tertinggi dimiliki oleh TL 1 dimana keberadaan detritus dan fitoplankton sangat penting untuk mendukung kehidupan spesies dengan TL di atasnya. Pada tiap setiap tingkatan TL, energi yang besar akan mengalir dari produsen ke konsumen selanjutnya dan akan berkurang dalam setiap suksesi ke konsumen di atasnya di dalam rantai makanan (Odum, 1975).

Nilai aliran terhadap detritus dan respirasi tertinggi sendiri dimiliki oleh spesies dengan TL posisi 2 dengan masing-masing 2.213 g/m² dan 2.758 g/m², karena ekosistem di Muara Sungai Cenrana sendiri memiliki spesies dengan nilai TL tertinggi yaitu 2,851 (Tabel 3). Keberadaan TL 2 dengan komposisi biomasa terbanyak membuat level ini menghasilkan detritus dan respirasi terbanyak dibandingkan dengan yang lain. Organisme yang memiliki biomasa yang besar akan menghasilkan detritus yang besar, begitu pula dengan hasil respirasi yang akan mereka keluarkan (Fetahi,sa 2005).

Tabel 4. Distribusi aliran energi antar Trophic Level berbeda di ekosistem Muara Sungai Cenrana dalam g/m²

Trophic level / Flow	Consumption by predator	Export	Flow to detritus	Respiration	Throughput
V	0	0,000	0,000	0,000	0
IV	0	0,0893	1,700	3,409	5,198
III	5,198	0,909	259,9	446,1	711,3
II	711,3	1,288	2213	2758	5684
I	5684	2460	900,3	0,000	9045
Sum	6401	2463	3374	3208	15445
Extracted to break cycles					439,9
Total throughput					15885

Mortalitas

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan menggunakan Ecopath, urutan mortalitas tertinggi adalah dari spesies fitoplankton yang banyak dikonsumsi oleh kelompok lain dengan nilai 134,6 dan zooplankton yang berada di urutan kedua dengan 70,38. Kepiting Bakau sendiri menempati urutan keempat dengan 1,372 (Tabel 5).

Pada nilai mortalitas, Kepiting Bakau memiliki nilai mortalitas alami lebih besar dibanding penangkapan dengan mortalitas alami sebesar 91% dari total biomasa yang terdapat di ekosistem Muara Sungai Cenrana yang berarti walau dilakukan kegiatan penangkapan sebagian besar Kepiting Bakau justru mati karena faktor predasi yang terjadi pada Kepiting Bakau atau faktor lainnya. Hal serupa juga ditemukan di Laguna Segara Anakan, pada family portunidae sebagian besar mortalitas disebabkan oleh faktor predasi dan kematian karena hal lain (Ardli, 2008).

Nilai mortalitas penangkapan yang rendah mungkin terjadi karena hasil tangkapan pada Kepiting Bakau yang berukuran kecil (<200g) akan diletakan di tambak untuk pembesaran, sehingga kepiting tersebut masih mampu melakukan fungsi ekologisnya di lokasi dimana kepiting tersebut di besarkan yaitu di tambak (Palmqvist, 2010).

Penangkapan di Muara Sungai Cenrana terjadi pada spesies di posisi TL 2,59 yang berarti kegiatan penangkapan terjadi hanya pada spesies yang memiliki nilai TL antara 2-3. Nilai rata-rata TL pada tangkapan dipengaruhi oleh seberapa banyak tingkatan konsumen yang berada pada ekosistem tersebut, dan seberapa banyak sumber daya bernilai ekonomis pada ekosistem tersebut. Pada ekosistem Muara Sungai Cenrana, penangkapan terjadi pada Kepiting Bakau, Udang dan Ikan Bandeng yang masing-masing berada pada posisi TL 2-3 (Tabel 5).

Tabel 5. Perkiraan indeks mortalitas tangkapan, mortalitas predasi dan mortalitas alami yang terjadi pada kelompok spesies di Muara Sungai Cenrana

Spesies	P/B*	Fishing mort rate	Predation mort rate	+ other mort rare (year)	Total mort	Proportion natural mort
Bandeng	2,53	0,184	0,366	1,980	2,53	0,927
Mujair	2,53		0,205	2,325	2,53	1,000
Kepiting Bakau	2,12	0,276	1,372	0,472	2,12	0,870
Makrobenthos	4,73		0,167	4,563	4,73	1,000
Udang	6,1	0,243	4,495	1,362	6,1	0,960
Polychaeta	6,54		1,325	5,215	6,54	1,000
Zooplankton	87,26		70,38	16,88	87,26	1,000
Fitoplankton	160		134,6	25,40	160	1,000
Mean trophic level of the catch				2.59		

Keterangan: (*) = Produksi / Biomassa

PEMBAHASAN

Parameter Lingkungan

Hasil pengukuran parameter lingkungan secara umum menunjukkan bahwa kondisi perairan di Muara Sungai Cenrana, Kabupaten Bone masih dapat mendukung kehidupan Kepiting Bakau. Salinitas yang ditemukan di lokasi penelitian yaitu pada kisaran 16 – 35 ‰. Menurut La Sara (2001) bahwa Kepiting Bakau merupakan spesies yang memiliki toleransi salinitas yang tinggi, diperkirakan Kepiting Bakau mampu mentolerir salinitas pada kisaran 2 – 60‰.

Suhu perairan di lokasi penelitian yaitu 29,7 – 34,7°C. Suhu yang ditemukan di lokasi penelitian tidak termasuk dalam suhu yang ideal dan berada dalam batas wajar. Hal ini dijelaskan oleh Cholik (2005) yang menyatakan bahwa suhu yang diterima untuk kehidupan Kepiting Bakau adalah 18°C - 35°C, sedang suhu yang ideal adalah 25°C - 30°C. Suhu yang kurang dari titik optimum dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme.

Faktor penting lainnya yaitu derajat keasaman (pH). Derajat keasaman (pH) di lokasi penelitian berada pada kisaran 7,7 – 8,2. Hal ini sesuai dengan Nybakken (1992) yang menjelaskan bahwa perairan pesisir atau laut mempunyai pH relatif stabil, dan berada pada kisaran yang sempit yaitu antara 7,7 - 8,4. Substrat di ekosistem mangrove termasuk ke dalam *Potential Acid Sulfate Soil* (PASS) yang berarti memiliki potensi bahan organik tinggi, sehingga apabila teroksidasi substrat tersebut akan cenderung asam. Namun perlu diketahui bahwa dalam ekosistem mangrove juga terdapat mekanisme pasang surut dimana pada saat air pasang air laut yang cenderung basa akan masuk ke daerah mangrove sehingga berpotensi untuk menetralkan pH. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hasmawati (2011) yang menyatakan bahwa substrat di ekosistem mangrove memiliki pH yang asam

dikarenakan banyak terkandung bahan-bahan organik di tersebut yang mampu kembali netral pada saat terjadi pasang air laut.

Sampel sedimen yang telah dianalisa menunjukkan bahwa substrat di lokasi sebagian besar berupa lumpur berpasir. Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh La Sara (2001) yang menyatakan Kepiting Bakau lebih mudah ditemukan pada substrat yang berlumpur. Karena substrat berlumpur pada daerah hutan bakau menyediakan tempat perlindungan berupa tanah yang dapat digali serta sumber makanan yang dapat menghidupi Kepiting Bakau karena menjadi tempat hidup bagi berbagai makrobenthos yang merupakan sumber makanan Kepiting Bakau.

Nilai Basic Estimates

Hasil parameter pada kepiting bakau sebagai kelompok spesies yang diamati pada penelitian ini, didapatkan nilai $EE = 0,777$ yang berarti kegiatan predasi dan eksploitasi berada dibawah jumlah produksi dari Kepiting Bakau itu sendiri (Ardli, 2008). Sehingga dapat dikatakan jika nilai predasi serta kegiatan perikanan masih dibawah jumlah produksi yang mampu dihasilkan oleh Kepiting Bakau tersebut. Walau masih memiliki nilai EE dibawah 1, nilai ini dikategorikan tinggi jika dibandingkan dengan nilai yang ditemukan pada Laguna Segara Anakan, dimana eksploitasi (nilai EE) pada famili portunidae ditemukan sebesar 0.33 (Ardli, 2008) dan lebih kecil dibandingkan dengan Laguna Chiku yang memiliki kemiripan dalam komposisi model dengan nilai 0,95 (Lin *et al.*, 1999).

Parameter lain pada pemodelan pada ecopath menunjukkan bahwa TL paling besar berada pada nilai 2,851, yang merupakan nilai TL dari Kepiting Bakau Pada Tabel 3 yang menunjukkan komposisi isi lambung menunjukkan predator pada Kepiting Bakau hanya pada jenis udang serta fenomena kanibalisme pada kepiting. Predasi pada kepiting dipengaruhi dari ukuran kepiting serta fase *moulting* yang terjadi pada saat kepiting ketika menjadi lebih besar. Predator pada kepiting pada umumnya hewan benthik, udang serta ikan kecil dan akan menurun seiring dengan bertambahnya umur serta ukuran kepiting. Besar kemungkinan terjadi kanibalisme pada kepiting dewasa yang sedang melakukan pergantian kulit atau terhadap kepiting yang lebih kecil (Palmqvist, 2010).

Dikatakan pula jumlah predator kepiting bakau pada lintang rendah lebih sedikit dibanding dengan yang berada pada lintang tinggi dikarenakan faktor keanekaragaman predator yang ada. Sehingga persentase kanibalisme lebih besar dibanding dimangsa oleh predator lain pada kepiting dewasa (Heck dan Coen, 1995). Serta musim yang dilalui pada daerah lintang rendah lebih sedikit dibanding pada daerah lintang tinggi (Palmqvist, 2010).

Hasil lainnya disamping dari kegiatan predasi pada kepiting, terlihat juga bahwa komponen lain yang menjadi mangsa dari kepiting bakau ikut mendukung keberlangsungan kepiting bakau dan berada dalam keadaan seimbang ($EE < 1$) (Tabel 3). Sehingga dapat dikatakan lingkungan masih bisa mendukung keberadaan Kepiting Bakau yang berada di alam dimana dalam model di asumsikan sebagai predator paling atas (Ardli, 2008).

Total aliran energi yang berputar diantara tingkatan konsumen dalam proses konsumsi, eksport, respirasi dan aliran yang menjadi detritus dalam ekosistem Muara Sungai Cenrana sebesar 15.885 g/m^2 . Jumlah termasuk jauh lebih tinggi jika dibanding dengan Laguna Alvarado 2.683 g/m^2 (Escalona *et al.*, 2007), Laguna Celestum sebesar 4.581 g/m^2 (Cendejas *et al.*, 1993) dan penelitian yang dilakukan di Laguna Segara Anakan oleh Ardli (2008), dimana nilai total energi yang dihasilkan jauh berbeda dengan kawasan Muara Sungai Cenrana dengan total $7.960,27 \text{ g/m}^2$. Besaran angka ini mungkin dipengaruhi oleh besarnya biomasa dan produksi dari organisme makrobenthos dan fitoplankton sebagai efek dari keberadaan mangrove di ekosistem Muara Sungai Cenrana itu sendiri yang menambah kesuburan perairan (Ardli, 2008). Ditambahkan oleh Odum (1963) bahwa semakin pendek rantai makanan yang ada, maka aliran energi yang berputar dalam suatu ekosistem akan semakin besar.

Pengaruh kegiatan penangkapan terhadap mortalitas Kepiting Bakau

Pada nilai mortalitas, Kepiting Bakau memiliki nilai mortalitas alami lebih besar dibanding penangkapan dengan mortalitas alami sebesar 91% dari total biomasa yang terdapat di ekosistem

Muara Sungai Cenrana yang berarti walau dilakukan kegiatan penangkapan sebagian besar Kepiting Bakau justru mati karena faktor predasi yang terjadi pada Kepiting Bakau atau faktor lainnya. Hal serupa juga ditemukan di Laguna Segara Anakan, pada family portunidae sebagian besar mortalitas disebabkan oleh faktor predasi dan kematian karena hal lain (Ardli, 2008).

Nilai mortalitas penangkapan yang rendah mungkin terjadi karena hasil tangkapan pada Kepiting Bakau yang berukuran kecil (<200g) akan diletakan di tambak untuk pembesaran, sehingga kepiting tersebut masih mampu melakukan fungsi ekologisnya di lokasi dimana kepiting tersebut di besarkan yaitu di tambak (Palmqvist, 2010). Penangkapan di Muara Sungai Cenrana terjadi pada spesies di posisi TL 2,59 yang berarti kegiatan penangkapan terjadi hanya pada spesies yang memiliki nilai TL antara 2-3. Nilai rata-rata TL pada tangkapan dipengaruhi oleh seberapa banyak tingkatan konsumen yang berada pada ekosistem tersebut, dan seberapa banyak sumber daya bernilai ekonomis pada ekosistem tersebut. Pada ekosistem Muara Sungai Cenrana, penangkapan terjadi pada Kepiting Bakau, Udang dan Ikan Bandeng yang masing-masing berada pada posisi TL 2-3 (Tabel 15). Nilai ini sama persis dengan yang dimiliki Segara Anakan dengan rata-rata TL 2,59 (Ardli, 2008), dan sedikit berbeda dengan yang ditemui di Laguna Alvarado dengan rata-rata TL 2,3 (Escalona *et al.*, 2007) dan Laguna Celestum dengan rata-rata 2,4 (Escalona *et al.*, 2007). Pada ekosistem Muara Sungai Cenrana spesies target yang utama hanya terjadi pada Kepiting Bakau, sedangkan untuk jenis udang dan ikan bandeng hanya dijadikan tangkapan sampingan ketika jumlah tangkapan atau harga Kepiting Bakau sedang rendah.

Ancaman yang kemungkinan terjadi di masa yang akan datang adalah jika kegiatan penggemukan semakin banyak dilakukan, hal ini dapat memicu kegiatan penangkapan yang lebih intensif oleh warga. Serta adanya alat tangkap bernama jaring sero yang masih banyak digunakan oleh warga, karena alat tangkap ini dapat menghalangi kepiting bertelur yang menuju ke laut untuk memijah (Kanna, 2002). Kepiting betina yang telah melakukan pernikahan biasanya akan beruaya menuju laut untuk mencari tempat untuk mengeluarkan telurnya, karena larva kepiting memiliki persentase mortalitas yang lebih besar dan akan membutuhkan tempat yang lebih stabil kondisinya untuk memproduksi tenaga selama fase yang akan dilewati sebelum menjadi Kepiting Bakau dewasa (Hill, 1974 dalam Webley, 2009).

Dari 50 model ekosistem perairan yang telah diteliti penangkapan memiliki jumlah jauh lebih kecil daripada tingkat konsumsi oleh predator, walaupun ekosistem tersebut telah mendapatkan tekanan besar dari kegiatan penangkapan (Jarre *et al.*, 1991). Sehingga perlu diperhatikan mengenai keseimbangan kegiatan penangkapan antar spesies yang menjadi predator dan yang menjadi mangsa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa spesies yang menjadi komponen utama serta berpengaruh terhadap Kepiting Bakau adalah Kepiting Bakau itu sendiri, ikan bandeng, ikan mujair, makrobenthos (gastropoda dan bivalvia), udang, polychaeta, zooplankton (termasuk larva), fitoplankton, dan detritus.

Analisa interaksi antar spesies menggunakan Ecopath menghasilkan nilai *ecotrophic efficiency* berada pada posisi seimbang (0,77), posisi *Trophic Level* Kepiting Bakau berada pada posisi tertinggi (2,81) dengan nilai mortalitas penangkapan sebesar 0,13 dan mortalitas alami sebesar 0,87 pada kepiting bakau. Spesies yang paling mempengaruhi keberadaannya ialah dari spesies kepiting bakau itu sendiri, akibat adanya kompetisi dan predasi (kanibalisme) antar kepiting bakau. Total aliran energi yang dihasilkan melalui proses predasi, respirasi dan aliran menuju detritus pada antar *Trophic Level* di ekosistem Muara Sungai Cenrana sebesar 15.885 g/m².

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada World Wildlife Fund (WWF) Indonesia yang telah mendanai kegiatan penelitian, Bapak Sultang selaku fasilitator selama di lapangan dan kepada seluruh pihak terkait yang membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardli, E.R. (2008). Assessment of Changes in Trophic Flow Structure of the Segara Anakan Lagoon ecosystem, Indonesia Between 1980's and 2000's. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Natural Sciences. Faculty of Biology and Chemistry. University of Bremen.
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Ed Revisi VI, Penerbit PT Rineka Cipta.
- Astirin, O.P., Setyawan, A.D., & Harini, M. (2002). *Keragaman Plankton Sebagai Indikator Kualitas Sungai di Kota Surakarta*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan (FMIPA). Universitas Sebelas Maret.
- Cholik, F., Jagadraya, A.G., Poernomo, R.P., & Jauji, A. (2005). *Akuakultur Tumpuan Harapan Masa Depan Bangsa. Masyarakat Perikanan Nusantara dan Taman Akuarium Air Tawar*. Jakarta, 415 hlm.
- Christensen, V., & Walters, C.J. (2004). Ecopath with Ecosim: methods, capabilities and limitations. *Ecological Modelling* 172, (2-4), 109-139.
- Christensen, V., & Pauly, D. (1992). Ecopath II - a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological Modelling* 61, (3/4), 169-185.
- Cruz-Escalona, V.H., Arreguin-Sanchez, F., & Zetina-Rejon, M. (2007). Analysis of the ecosystem structure of Laguna Alvarado, western Gulf of Mexico, by means of a mass balance model. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 72 (2007), p. 155-167.
- Fetahi, T. (2005). *Trophic Analysis of Lake Awassa Using Mass-Balance Ecopath Model*. Thesis for Master Degree of Addis Ababa University. Department of Biology, p. 110.
- Fujaya, Y., & Alam, N. (2012). Pengaruh Kualitas Air, Siklus Bulan, dan Pasang Surut Terhadap Molting dan Produksi Kepiting Cangkang Lunak (Soft Shell Crab) di Tambak Komersil. *Dalam prosiding Seminar Pertemuan Ilmiah Tahunan Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia*.
- Gehrke, P.C. (2007). *A Comparative Analysis of Coastal Fishery Food Webs in The Great Barrier Reef Region*. CSIRO: Water for a Healthy Country National Research Flagship.
- Hadi, S. (1979). *Metodologi Research Jilid 3*. Yayasan Penerbitan Fakultas Psikologi UGM. Yogyakarta, 75 hlm.
- Hasmawati, M. (2001). *Studi Vegetasi Hutan Mangrove di Pantai Kuri Desa Nisombalia, Kecamatan Marusu Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan*. Makassar.
- Heck, Jr., K.L., & Coen, L.D. (1995). Predation and the abundance of juvenile blue crabs: a comparison of selected east and gulf coast (USA) studies. *Bull Mar Sci*, 57, 877-883.
- Hill, B.J. (1976). Natural food, foregut clearance-rate and activity of the crab *Scylla serrata*. *Mar Biol*, 34, 109-116.
- Jarre, A., Muck, P., & Pauly, D. (1991). Two approaches for modeling fish stock interactions in the Peruvian upwelling ecosystem. *ICES Marine Science Symposium*, 193, 171-184.
- Kanna, I. (2002). *Budidaya Kepiting Bakau*. Kanisius, hlm. 47.
- Kesuma, W.I. (2011). *Kajian Isi Lambung Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. Jurusan Budidaya Perairan. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Kuslani, H., Sukamto, & Muryanto, T. (2012). Teknik Pengamatan Isi Lambung Dalam Rangka Kajian Kebiasaan Makan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat. *Buletin Teknik Litkayasa Sumber Daya dan Penangkapan*, 10, 53-61.
- La Sara, Aguilar, R.O., Laureta, L.V., Baldevarona, R.B., & Ingles, J.A. (2007). The Natural Diet of the Mud Crab (*Scylla serrata*) in Lawele Bay, Southeast Sulawesi, Indonesia. *The Philippine Agricultural Scientist*, 90(1), 6-14.
- La Sara. (2001a). Habitat and some biological parameters of two species of mud crab *Scylla* in Southeast Sulawesi, Indonesia. In: Carman O, Sulistiono, Purbayanto A, Suzuki T, Watanabe S, Arimoto T, editors. *Proceedings of the JSPSDGHE International Symposium on Fisheries Science in Tropical Area*. TUF International JSPS Project Vol. 10. Konan Minato-ku, Tokyo, Japan, p. 341-346.

- Lees, K., & Mackinson, S. (2007). An Ecopath Model of the Irish Sea: ecosystems properties and sensitivity analysis. Technical Report no. 138.
- Lin, H.J., Shao, K.T., Kuo, S.R., Hsieh, H.L., Chen, I.M., Wong, S.L., Lo, W.T., & Hung, J.J. (1999). A Trophic Model of a Sandy Barrier Lagoon at Chiku in Soutwestern Taiwan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 48, 575-588.
- Nontji, A. (2008). *Plankton Laut*. LIPI Press.
- Nybakken, J.W. (1992). *Biologi Laut* (359). Suatu Pendekatan Ekologis. PT Gramedia Utama.
- Odum, E.P. (1963). *Ecology*. Holt, Rinehart and Winston.
- Odum, W.E., & Heald, E.J. (1975). The detritus-based food web of an estuarine mangrove community. Pages 265–286 in L. E. Cronin, ed. *Estuarine research*. Vol. 1. Academic Press.
- Opitz, S. (1996). Trophic interaction in Caribbean coral reefs. ICLARM Technical Report, 43: 341.
- Palmqvist, K. (2010). Predation Mortality on Juvenile Mud Crab (*Scylla serrata*): Importance of Habitat and Size. Degree Project for Bachelor of Science. University of Gothenburg.
- Pusat Data Statistik dan Informasi Kementrian Kelautan dan Perikanan. (2013). *Kelautan dan Perikanan Dalam Angka 2013*. Kementrian Kelautan dan Perikanan.
- Sartory, D.P. (1982). Spectrophotometric analysis of chlorophyll a in freshwater phytoplankton. [Technical Report]. Hydrological Research Institute, Department of Water Affairs, South Africa.
- Vega-Cendejas, M.E., Arreguin-Sanchez, F., & Hernandez, M. (1993). Trophic fluxes on the Campeche Bank, Mexico. In *Trophic Models of Aquatic Ecosystems* (Christensen, V. & Pauly, D., eds). ICLARM Conference Proceedings, 26, 206–213.
- Webley, J.A.C., Connoly, R.M., & Young, R.A. (2009). Habitat selectivity of megalopae and juvenile mud crabs (*Scylla serrata*): implications for recruitment mechanism. *Marine Biology*, 156: 891-899.
- Yamin, M., & Sulaeman. (2011). Pengangkutan Krablet Kepiting Bakau Sistem Kering. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, hlm. 1297-1302.