

Struktur Komunitas Kepiting Intertidal pada Mangrove yang Terdegradasi di Segara Anakan Cilacap

Marista Zalindri¹ dan Moh. Husein Sastranegara²

¹Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Jenderal Soedirman

²Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Email: msastra1@gmail.com

Abstract

Makrobenthos intertidal crabs were found living in the sediment and its presence greatly affect the primary productivity in the mangrove ecosystem of Segara Anakan Cilacap. This mangrove area is the largest in the island of Java. Human activities have caused a lot of pressure. The objective of this study is 1) to determine the structure of the different intertidal crab communities on degraded mangrove; 2) to know the different sediment texture on degraded mangrove in Segara Anakan Cilacap. This research was carried in two mangrove areas based on mangrove canopy cover percentage namely 80% and 30% canopy cover. The research method for crab community structure was survey conducted by cluster sampling method from January-March 2013. The structure of the intertidal crab of different communities in normal mangrove areas and damaged mangroves. In the normal mangrove area, the number of species found in normal intertidal crab included 15 species consisting of 592 individual, while in the damaged mangrove area there were 14 species consisting of 845 individual. The normal mangrove area has clayey silt sediment texture, while the damaged mangrove area has the sand sediment texture of silt clay.

Key words: community structure, crab, mangrove Cilacap

Abstrak

Kepiting intertidal merupakan makrobenthos yang ditemukan hidup pada sedimen dan keberadaannya sangat mempengaruhi produktivitas primer di ekosistem mangrove. Kawasan mangrove Segara Anakan merupakan yang terluas di Pulau Jawa dan mengalami banyak tekanan saat ini, terutama dari aktivitas manusia di sekitarnya. Tujuan penelitian adalah untuk: 1) Mengetahui struktur komunitas kepiting intertidal yang berbeda pada mangrove yang terdegradasi di Segara Anakan Cilacap; 2) Mengetahui tekstur sedimen yang berbeda pada mangrove yang terdegradasi di Segara Anakan Cilacap. Penelitian struktur komunitas kepiting intertidal dan tekstur sedimen dilakukan di dua area mangrove berdasarkan prosentase tutupan kanopi mangrove dengan masing-masing dua stasiun seperti area mangrove normal (80% tutupan kanopi mangrove dan area mangrove rusak (30% tutupan kanopi mangrove). Penelitian struktur komunitas kepiting dilakukan dengan metode survey secara *cluster sampling* pada bulan Januari-Maret 2013. Struktur komunitas kepiting intertidal berbeda di area mangrove baik dan mangrove rusak. Di area mangrove baik, jumlah spesies kepiting intertidal yang ditemukan lebih banyak (15 spesies) dengan jumlah individu lebih sedikit (592 individu) dibandingkan di area mangrove rusak (14 spesies) dengan jumlah individu (845 individu). Area mangrove baik memiliki tekstur sedimen *clayey silt*, sedangkan area mangrove rusak memiliki tekstur sedimen *sand silt clay*.

Kata kunci: struktur komunitas, kepiting, mangrove, Cilacap

Pendahuluan

Kepiting intertidal merupakan salah satu makrobenthos yang hidup di ekosistem mangrove sampai daerah pasang surut. Keberadaan kepiting intertidal sangat mempengaruhi produktivitas primer di ekosistem mangrove karena perannya sebagai konsumen di tingkat tropik tertinggi pada rantai utama dalam jaring makanan di ekosistem mangrove (Geist *et al.*, 2012). Berdasarkan perannya yang sangat penting, kepiting dijuluki sebagai "*ecosystem-engineers*" (Kristensen, 2008) dan dikenal sebagai *keystone species* (Twilley, 1995

dalam Sastranegara dan Winarni, 2009). Aktivitas meliang yang dilakukan kepiting intertidal membantu merubah tekstur sedimen dan pertukaran oksigen di dalamnya, serta dapat membantu pertumbuhan pohon mangrove (Kristensen, 2008).

Fungsi ekologis yang banyak diberikan kepiting intertidal memberi hipotesis bahwa struktur komunitas kepiting intertidal dapat menjadi indikator lingkungan untuk ekosistem mangrove (Cannicci *et al.*, 2008), terutama bila melihat perannya sebagai pemelihara siklus nutrisi

dan bahan organik di dalam ekosistem mangrove.

Ekosistem mangrove di kawasan Segara Anakan merupakan sumberdaya alam langka dan kawasan mangrove terluas di Pulau Jawa yang masih tersisa (Pribadi *et al.*, 2009). Pada tahun 1997, luas mangrove sekitar 13.577 ha di Segara Anakan (Tomascik *et al.*, 1997 dalam Ardli, 2007). Kawasan tersebut terus mengalami degradasi dan mengalami penurunan luas sekitar 192, 96 ha per tahun (Ardli dan Widyastuti, 2001 dalam Ardli, 2007). Pada tahun 2006, mangrove di kawasan tersebut seluas 9.200 ha yang menjadikan kawasan tersebut sebagai ekosistem mangrove terluas di Pulau Jawa (Ardli dan Wolf, 2009). Kawasan mangrove Segara Anakan mengalami banyak tekanan, terutama yang berasal dari aktivitas manusia di sekitarnya. Intensitas penebangan liar meningkat signifikan sejak tahun 2006 sampai 2009 yang mengakibatkan tegakan mangrove yang ada masih sangat muda saat ini (Hinrichs *et al.*, 2009). Berdasarkan penelitian Geist *et al.* (2012) di ekosistem mangrove Segara Anakan, familia Ocypodidae dan Sesarmidae ditemukan terbanyak jumlah individunya dari sepuluh familia kepiting yang ditemukan.

Studi ekologi mangrove sangat penting untuk upaya monitoring, manajemen, dan konservasi ekosistem mangrove (Ashton, 2002). Kawasan mangrove Segara Anakan mengalami banyak tekanan, terutama yang berasal dari aktivitas manusia di sekitarnya. Intensitas penebangan liar meningkat signifikan sejak tahun 2006 sampai 2009 yang mengakibatkan tegakan mangrove yang ada masih sangat muda saat ini (Hinrichs *et al.*, 2009). Tujuan penelitian adalah 1) Mengetahui struktur komunitas kepiting intertidal yang berbeda pada mangrove yang terdegradasi di Segara Anakan Cilacap dan 2) Mengetahui tekstur sedimen yang berbeda pada mangrove yang terdegradasi di Segara Anakan Cilacap.

Materi dan metode

Jenis penelitian adalah penelitian deskriptif eksploratif. Pengambilan sampel kepiting intertidal dilakukan dengan metode survey secara *cluster sampling* berdasarkan tutupan kanopi mangrove. Contoh persen tutupan kanopi mangrove diambil dengan fotografi vertikal (Woods, 1988 dalam

Sastranegara dan Winarni, 2009). Metode pengambilan tekstur sedimen menggunakan *core* untuk mengambil sedimen (Murdoch *et al.*, 1997 dalam Sastranegara dan Winarni, 2009).

Pengambilan sampel kepiting intertidal dilakukan pada masa *full moon* saat kondisi surut terendah dengan metode pengambilan sampel *line transect*. Jumlah plot pada penelitian adalah 108 plot (2 area x 2 stasiun x 3 transek x 3 plot x 3 bulan) dengan ukuran kuadrat 1 m x 1 m. Sebelum pengambilan sampel, setiap plot dibatasi dengan kuadrat kemudian kepiting intertidal yang ada di permukaan sedimen diambil dengan tangan (*hand picking*) dan kepiting intertidal yang ada di dalam lubang diambil dengan cara menggali lubang tersebut menggunakan sekop sampai kedalaman ± 20 cm. Metode pengambilan sampel tersebut diadaptasi dari cara yang digunakan oleh Sasekumar (1974). Sampel kepiting intertidal yang didapatkan pada masing-masing plot diidentifikasi dengan menggunakan acuan buku-buku identifikasi kepiting (Campbell, 1967; Serene dan Soh, 1970; George dan Jones, 1982; Davie, 1994; Rahayu dan Davie, 2006). Identifikasi dilakukan sedapat mungkin sampai tingkat spesies. Setelah teridentifikasi, spesimen diamati untuk menentukan jenis kelamin dan kondisinya (bertelur atau tidak), serta *moulting* atau tidak. Perhitungan-perhitungan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

(1) Kekayaan Spesies

Kekayaan spesies ditentukan dengan metode "*presence-absence*" (Krebs, 1989).

(2) Kelimpahan Relatif

Kelimpahan relatif (KR) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kelimpahan Relatif (KR)} = \frac{ni}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

ni = Jumlah individu spesies ke-i

N = Jumlah individu total seluruh spesies

Data mengenai struktur komunitas kepiting intertidal dianalisis secara deskriptif berdasarkan kekayaan spesies dan kelimpahan relatif. Analisis tekstur sedimen diuji menggunakan *trililiier plot* (Rao dan Sarma, 1993 dalam Sastranegara dan Winarni, 2009).

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari-Maret 2013 di Segara Anakan Cilacap yang terletak pada 7°39'-7°43' LS dan 108°50'-109°00' BT, serta secara administratif terletak di Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Area sampling penelitian terdiri atas dua area berdasarkan kriteria baku kerusakan mangrove menggunakan parameter prosentaseutupan kanopi mangrove (Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2004). Dalam penelitian, area penelitian adalah area mangrove baik (80%utupan kanopi mangrove) dan area mangrove rusak (30%utupan kanopi mangrove). Masing-masing area tersebut diwakili dua stasiun penelitian sebagai berikut.

1. Area mangrove baik (80%utupan kanopi mangrove) diwakili oleh stasiun SA 3-47 (7°40'40,23" LS dan 108°55'54,69" BT) dan SA 3-44 (7°43'5,07" LS dan 108°57'10,63" BT).
2. Area mangrove rusak (30%utupan kanopi mangrove) diwakili oleh stasiun SA 2-30 (7°42'28,88" LS dan 108°54'45,37" BT) dan SA 2-28 (7°41'54" LS dan 108°53'17" BT).

Hasil dan Pembahasan

Sejumlah 1.437 individu kepiting intertidal ditemukan pada 108 plot (2 area x 2 stasiun x 3 transek x 3 plot x 3 bulan) di area penelitian. Kepiting intertidal yang ditemukan dikelompokkan ke dalam 2 superfamilia, 4 familia, dan 20 spesies

berdasarkan Ng *et al.* (2008). Dua superfamilia yang ditemukan adalah Grapsoidea yang terdiri atas tiga familia (Grapsidae, Sesarmidae, dan Varunidae) dan Ocypodoidea yang terdiri atas satu familia (Ocypodidae). Spesies-spesies yang ditemukan adalah (1) spesies dari familia Grapsidae: *Metopograpsus latifrons*; (2) spesies dari familia Sesarmidae: *Clistocoeloma* sp., *Episesarma* sp., *Geosesarma* sp., *Haberma* sp., *Metasesarma* sp., *Nanosesarma* sp., *Neopisesarma mederi*, *Neosarmatium* sp., *Perisesarma dussumieri*, *P. longicristatum*, dan *Perisesarma* sp.; (3) spesies dari familia Varunidae: *Metaplax distincta* dan *M. elegans*, serta (4) spesies dari familia Ocypodidae: *U. coarctata*, *U. dussumieri*, *U. flammula*, *U. hirsutimanus*, *U. signata*, dan *U. triangularis*. Komposisi jumlah spesies dan jumlah individu yang ditemukan di area penelitian disajikan dalam Tabel 1.

Di dua area penelitian, familia Varunidae ditemukan paling banyak jumlah individunya yang didominasi oleh spesies *Metaplax elegans*. Di sisi lain, familia Sesarmidae ditemukan paling banyak jumlah spesiesnya di kedua area penelitian, walaupun memiliki jumlah individu yang paling sedikit di antara familia lain yang ditemukan. Familia Grapsidae ditemukan hanya satu individu spesies *Metopograpsus latifrons* yang dikenal sebagai *climbing tree*. Spesies tersebut tinggal di dahan pohon mangrove sehingga jarang ditemukan di dalam plot penelitian.

Tabel 1. Komposisi jumlah spesies dan jumlah individu yang ditemukan di area penelitian Segara Anakan Cilacap

No.	Familia	Area mangrove baik	Area mangrove rusak	Total
1	Grapsidae	0	1(1)	1(1)
2	Sesarmidae	7(125)	7(61)	11((186)
3	Varunidae	2(272)	1(584)	2(856)
4	Ocypodidae	6(195)	5(199)	6(394)
Total		15(592)	14(845)	20(1.437)

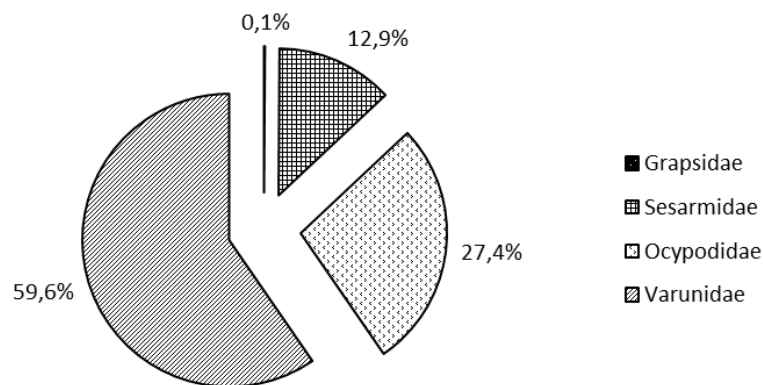
Keterangan: Angka di luar kurung menyatakan jumlah spesies dan angka di dalam kurung menyatakan jumlah individu yang diamati

Di area mangrove baik spesies *Metaplex elegans* (familia Varunidae) ditemukan paling banyak jumlah individunya. Di area tersebut, spesies lain yang juga ditemukan banyak jumlah individunya antara lain *Perisesarma* sp. dan *Uca coarctata*. Spesies *Perisesarma* sp. dikenal sebagai herbivora di ekosistem mangrove. Di area tersebut, familia Sesarmidae ditemukan berjumlah lebih banyak dibandingkan di area mangrove rusak. Spesies dari familia tersebut yang ditemukan dalam jumlah banyak antara lain *Perisesarma* sp., *Neosarmatium* sp., dan *Clistocoeloma* sp. Spesies-spesies tersebut dikenal sebagai herbivora, terutama *Perisesarma* sp. dan *Neosarmatium* sp.

Di area mangrove rusak, spesies *Metaplex elegans* juga ditemukan paling banyak jumlah individunya. Di area tersebut, spesies lain yang juga ditemukan banyak jumlah individunya antara lain *Uca coarctata*, dan *U. hirsutimanus*. Spesies *M. elegans* ditemukan sejumlah dua kali lipat dibandingkan jumlah individu spesies tersebut yang ditemukan di area mangrove baik. Di sisi lain, familia Sesarmidae ditemukan lebih sedikit jumlah individunya,

bahkan hanya berjumlah separuh dari jumlah yang ditemukan di area mangrove baik. Spesies-spesies yang dikenal sebagai herbivora seperti *Perisesarma* sp., *Neosarmatium* sp., dan *Clistocoeloma* sp. berjumlah sedikit di area tersebut. Spesies kepiting intertidal yang berukuran tubuh lebih besar dibandingkan spesies kepiting intertidal yang lain ditemukan di stasiun tersebut, seperti *Episesarma* sp. dan *Neoepisesarma mederi*.

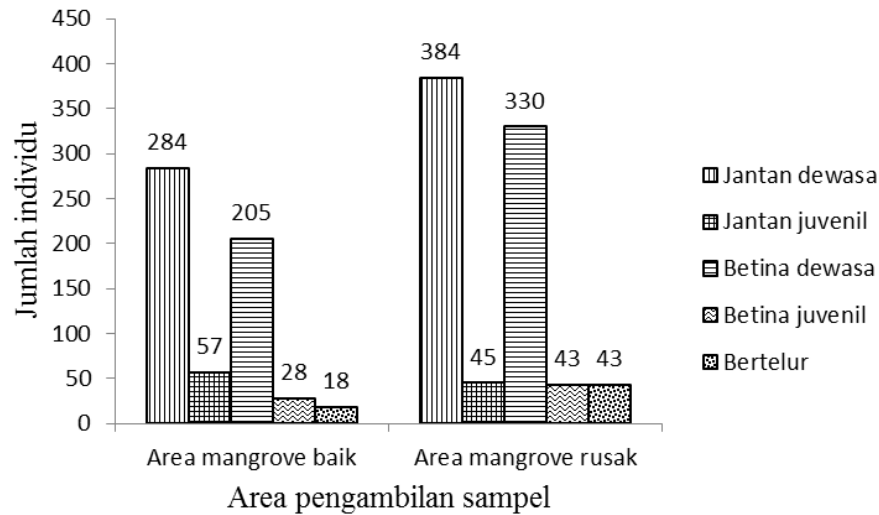
Familia Ocypodidae ditemukan hampir sama jumlah individunya di kedua area penelitian. Di kedua area penelitian, spesies dari familia tersebut yang paling banyak ditemukan adalah *Uca coarctata* dan spesies yang paling sedikit ditemukan adalah *U. triangularis* yang hanya ditemukan di area mangrove baik. Spesies *U. coarctata* dilaporkan hidup di habitat sedimen *muddy* terutama di tepi sungai (George dan Jones, 1982). Spesies tersebut ditemukan dalam jumlah banyak individunya di kedua area penelitian. Komposisi prosentase jumlah individu masing-masing familia yang ditemukan di kedua area penelitian tersaji dalam Gambar 1.



Gambar 1. Komposisi familia kepiting intertidal yang ditemukan di area penelitian Segara Anakan Cilacap

Komposisi jumlah individu kepiting intertidal dewasa dan juvenil yang ditemukan adalah 83,7% dan 16,3% di dua area penelitian. Ukuran juvenil pada penelitian adalah kepiting dengan ukuran lebar karapaks <7 mm, kecuali spesies *Clistocoeloma* sp., *Geosesarma* sp., dan *Nanosesarma* sp. yang memiliki ukuran tubuh lebih kecil (ukuran juvenil <5 mm). Spesies

Neoepisesarma mederi memiliki ukuran terbesar dengan lebar karapaks 33,5 mm pada betina dan 31,5 mm pada jantan. Pada penelitian, ukuran lebar karapaks betina *N. mederi* yang ditemukan lebih besar dibandingkan ukuran lebar karapaks jantan. Komposisi jumlah individu kepiting intertidal dewasa, juvenil, dan bertelur tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Komposisi jumlah individu kepiting intertidal dewasa, juvenil, dan bertelur di area penelitian mangrove Segara Anakan Cilacap

Komposisi jumlah individu kepiting intertidal jantan dan betina adalah 53,6% dan 46,4%. Jumlah individu juvenil jantan yaitu sebesar 13,2% dari total individu jantan, sedangkan jumlah juvenil betina sebesar 10,6% dari total individu betina. Kepiting intertidal yang bertelur sebesar 9,1% dari total individu betina dewasa yang ditemukan.

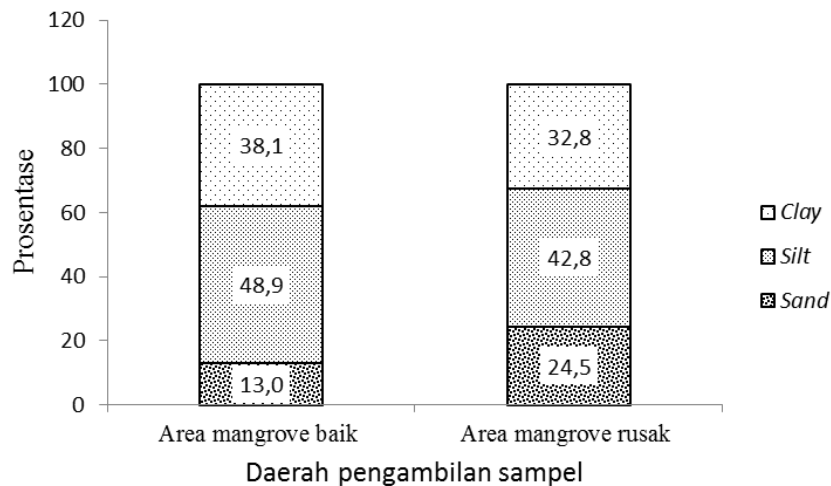
Di area mangrove baik, kelimpahan relatif tertinggi dimiliki oleh *Metaplex elegans* (39,4%), *Perisesarma* sp. (12%), dan *Uca coarctata* (11,8%). Di area mangrove rusak, kelimpahan relatif tertinggi dimiliki oleh *M. elegans* (69,0%), *U. coarctata* (12,2%), dan *U. hirsutimanus* (7,1%). Spesies *U. hirsutimanus* hidup di sedimen *mud* di sekitar aliran sungai di dalam ekosistem mangrove. Dalam penelitian ini, spesies tersebut ditemukan di sedimen bertekstur *sand silt clay*. Sedangkan spesies *Perisesarma* sp. memiliki kelimpahan rendah di area mangrove rusak. Hal tersebut diduga karena semakin berkurangnya tutupan kanopi mangrove yang cocok untuk menjadi habitatnya sebagai herbivora di area tersebut.

Spesies *Metaplex elegans* memiliki kelimpahan relatif tertinggi sebesar 46,9% di kedua area penelitian di Segara Anakan Cilacap. Spesies lain yang memiliki kelimpahan relatif tinggi adalah *Uca coarctata* (17,3%), *Perisesarma* sp. (7,2%), *U. signata* (6%), dan *U. hirsutimanus* (5,5%). Di area mangrove baik, jumlah individu kepiting intertidal ditemukan lebih sedikit dan jumlah

spesies lebih banyak dibandingkan dengan area mangrove rusak. Sastranegara (2004) menyatakan bahwa terdapat hubungan antara tutupan kanopi mangrove dengan jumlah individu kepiting intertidal yang ditemukan di ekosistem mangrove. Spesies *M. elegans* ditemukan dalam jumlah melimpah di kedua area penelitian karena spesies tersebut merupakan predator bagi kepiting intertidal lainnya.

Familia Sesarmidae dan Oypodidae merupakan dua kelompok kepiting intertidal yang memiliki habitat berbeda di dalam ekosistem mangrove. Keluarga Sesarmidae ditemukan paling melimpah di bawah kanopi pohon mangrove yang menjadi sumber makanannya. Selain itu, akar mangrove menyediakan perlindungan dari predator dan temperatur yang ekstrim bagi familia tersebut. Di sisi lain, familia Ocyrodidae yang bersifat *fiddler crab* memilih area yang lebih terbuka (Kristensen, 2008).

Secara umum, kepiting intertidal lebih memilih daun segar (Giddins *et al.*, 1986; Micheli, 1993) karena kandungan tanin atau C/N rasio yang rendah, serta kandungan nutrisi yang lebih tinggi (Ashton, 2002), kepiting intertidal juga lebih memilih daun hijau (Micheli, 1993; Ashton, 2002). Kandungan C/N rasio di area mangrove baik lebih tinggi (20,54) dibandingkan dengan di area mangrove rusak (15,52). Jenis tekstur sedimen di area penelitian Segara Anakan Cilacap tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Tekstur sedimen di area penelitian Segara Anakan Cilacap

Area mangrove baik memiliki tekstur sedimen *clayey silt* sedangkan area mangrove rusak memiliki tekstur sedimen *sand silt clay*. Sebagian besar familia Sesarmidae dan Ocypodidae (*fiddler crab*) membangun dan memanfaatkan struktur lubang di sedimen mangrove, salah satunya untuk distribusi dan aktivitas asosiasi organisme. Kepiting intertidal menggunakan lubang untuk melindungi diri saat kondisi di permukaan sedimen terlalu ekstrim, misalnya kondisi yang terlalu kering dan panas atau selama *high tide* (De la Iglesia *et al.*, 1994; Botto dan Iribarne, 2000; Kristensen, 2008). Lubang yang dibuat kepiting mempengaruhi topografi dan biogeokimia sedimen dengan distribusi ukuran partikel, drainase, kondisi redoks, bahan organik, serta ketersediaan nutrisi (Mouton dan Felder, 1996; Botto dan Iribarne, 2000; Kristensen, 2008). Aktivitas kepiting intertidal sebagai *ecosystem engineer* sangat terkait dengan pembuatan lubang pada sedimen sebagai barrier dalam transportasi bahan organik, nutrisi, dan komponen aktivitas redoks. *Ecosystem engineer* sangat terkait dengan biogeokimia sedimen (Kristensen, 2008).

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan disimpulkan bahwa Struktur komunitas kepiting berbeda di area mangrove baik (80% tutupan kanopi mangrove) dan area mangrove rusak (30% tutupan kanopi mangrove). Di area mangrove baik, jumlah spesies kepiting intertidal yang ditemukan lebih banyak (15

spesies) dibandingkan di area mangrove rusak (14 spesies). Jumlah individu kepiting intertidal lebih sedikit (592 individu) di area mangrove baik dibandingkan dengan di area mangrove rusak (845 individu). Tekstur sedimen di area mangrove baik dan mangrove rusak berbeda. Area mangrove baik memiliki tekstur sedimen *clayey silt*, sedangkan area mangrove rusak memiliki tekstur sedimen *sand silt clay*.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih pada Biro Perencanaan Kerjasama Luar Negeri (BKPLN) Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan biaya pendidikan dan penelitian melalui program Beasiswa Unggulan. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih pada *Science for the Protection of Indonesian Coastal Marine Ecosystems* (SPICE) atas kesempatan mengikuti program *internship* di *Zentrum für Marine Tropenökologie* (ZMT) Bremen, Jerman.

Daftar pustaka

Ardli, E.R. 2007. Spatial and Temporal Dynamics of Mangrove Conversion at the Segara Anakan Cilacap, Java, Indonesia. *In: Yuwono, E., T. Jennerjahn, M.H. Sastranegara, and P. Sukardi (Eds.), Synopsis of Ecological and Socio-Economic Aspects of Tropical Coastal Ecosystem with Special Reference to*

- Segara Anakan, 11-20. Research Institute Jenderal Soedirman University, Purwokerto.
- Ardli, E.R. and M. Wolff. 2009. Land Use and Land Cover Change Affecting Habitat Distribution in the Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. *Regional Environmental Change* 9(4): 235-243.
- Ashton, E.C. 2002. Mangrove Sesarmid Crab Feeding Experiments in Peninsular Malaysia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 273: 97-119.
- Botto, F. and O. Iribarne. 2000. Contrasting Effects of Two Burrowing Crabs (*Chasmagnathus granulata* and *Uca uruguayensis*) on Sediment Composition and Transport in Estuarine Environments. *Estuarine, Coastal, and Shelf Science* 51: 141-151.
- Campbell, B.M. 1967. The Australian Sesarminae (Crustacea: Brachyura): Five Species of *Sesarma* (*Chiromanthes*). *Memoirs of the Queensland Museum* 15(1): 7-12.
- Cannicci, S., D. Burrows, S. Fratini, T.J. Smith, J. Offenber, and F. Dahdouh-Guebas. 2008. Faunal Impact on Vegetation Structure and Ecosystem Function in Mangrove Forests: a Review. *Aquatic Botany* 89(2): 186-200.
- Davie, P.J.F. 1994. Revision of *Neosarmatium* Serene and Soh (Crustacea: Brachyura: Sesarminae) with Descriptions of Two New Species. *Memoirs of the Queensland Museum* 35(1): 35-74.
- De la Iglesia, H., E.M. Rodriguez, and R.E. Dezi. 1994. Burrow Plugging in the Crab *Uca uruguayensis* and its Synchronization with Photoperiod and Tides. *Physiology and Behavior* 55(5): 913-919.
- Geist, S.J., I. Nordhaus, and S. Hinrichs. 2012. Occurrence of Species-Rich Crab Fauna in Human-Impacted Mangrove Forest Questions the Application of Community Analysis as an Environmental Assessment Tool. *Estuarine, Coastal, and Shelf Science* 96: 69-80.
- George, R.W. and D. S. Jones. 1982. A Revision of the Fiddler Crabs of Australia (Ocypodinae: *Uca*). *Records of the Western Australian Museum Supplement* 14: 5-23.
- Giddins, R.L., J.S. Lucas, M.J. Neilson, and G.N. Richards. 1986. Feeding Ecology of the Mangrove Crab *Neosarmatium smithi* (Crustacea: Decapoda: Sesarmidae). *Marine Ecology-Progress Series* 33: 147-155.
- Hinrichs, S., I. Nordhaus, and S.J. Geist. 2009. Status, Diversity and Distribution Patterns of Mangrove Vegetation in the Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. *Regional Environmental Change* 9(4): 275-289.
- Krebs, C.J. 1979. *Ecology: the Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Second Edition. Harper and Row, New York.
- Kristensen, E. 2008. Mangrove Crabs as Ecosystem Engineers: with Emphasize on Sediment Process. *Journal of Sea Research* 59(12): 30-43.
- Litulo, C. 2005^a. Population Biology of the Fiddler Crab (Brachyura: Ocypodidae) in a Tropical East Africa Mangrove (Mozambique). *Estuarine, Coastal, and Shelf Science* 62: 283-290.
- _____. 2005^b. Population Structure and Reproductive Biology of the Fiddler Crab *Uca inversa* (Hoffman, 1874) (Brachyura: Ocypodidae). *Acta Oecologica* 27: 135-141.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove*. Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, Jakarta.
- Micheli, F., F. Gherardi, and M. Vanini. 1991. Feeding and Burrowing Ecology of Two East African Mangrove Crabs. *Marine Biology* 111: 247-254.
- Micheli, F. 1993. Feeding Ecology of Mangrove Crabs in North Eastern Australia. Mangrove Litter Consumption by *Sesarma messa* dan *Sesarma smithii*. *Journal Experimental Biology and Ecology* 171: 165-186.
- Mouton Jr, E.C. and D.I. Felder. 1996. Burrow Distributions and Population Estimates for the Fiddler Crabs *Uca spinicarpa* and *Uca longisignalis* in a Gulf of Mexico Salt Marsh. *Estuaries* 19(1): 51-61.
- Ng, P.K.L., Guinot, D., and P.J.F. Davie.

2008. Systema Brachyurorum: Part I. An Annotated Checklist of Extant Brachyuran Crabs of The World. *The Raffles Bulletin of Zoology* 17: 345-401.
- Pribadi, R., R. Hartati, dan C.A. Suryono. 2009. Komposisi Jenis dan Distribusi Gastropoda di Kawasan Hutan Mangrove Segara Anakan Cilacap. *Ilmu Kelautan* 14(2): 102-111.
- Rahayu, D.L. and P.J.F. Davie. 2006. Two New Species of Mangrove Crabs of the Genus *Neosarmatium* Serène and Soh, 1970 (Decapoda, Brachyura, Sesamidae) from Papua, Indonesia. *Zoosystema* 28(2): 573-584.
- Sasekumar, A. 1974. Distribution of Macrofauna on a Malayan Mangrove Shore. *The Journal of Animal Ecology* 43: 5-69.
- Sastranegara, M.H. 2004. *The Impact of Forest Use on The Intertidal Crab Community in Managed Mangrove of Cilacap, Central Java, Indonesia*. Cuvillier, Göttingen.
- Sastranegara, M.H. dan E.T. Winarni. 2009. Dampak Kerusakan Hutan Bakau terhadap Komunitas Krustasea yang Dapat Dimakan di Segara Anakan Cilacap. *Laporan Penelitian*. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. (Tidak dipublikasikan).
- Serene, R. and C.L. Soh. 1970. New Indo-Pacific Genera Allied to *Sesarma* Say 1817 (Brachyura, Decapoda, Crustacea). *Treubia* 27(4): 387-416.
- Weis, J.S. and Weis, P. 2004. Behavior of Four Species of Fiddler Crabs, Genus *Uca*, in Southeast Sulawesi, Indonesia. *Hydrobiologia* 523: 47-58.