

VARIASI PERIODIK KOMPOSISI BENTOS PADA TAMBAK WANAMINA DENGAN JENIS MANGROVE BERBEDA

PERIODIC VARIATION OF BENTHOS COMPOSITION IN SILVICULTURAL POND OCCUPYING DIFFERENT MANGROVE SPECIES

Rini Budihastuti

Fakultas MIPA UNDIP

email: rini_puryono@yahoo.com

Diterima: 21 Februari 2015, Direvisi: 4 Mei 2015, Disetujui: 4 Juni 2015

ABSTRAK

Kesuburan perairan tambak merupakan salah satu faktor penting untuk mempertahankan keberlanjutan kegiatan budidaya dan produktivitas tambak. Salah satu indikator tingkat kesuburan tambak adalah komposisi makrobentos pada dasar tambak. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji komposisi jenis serta keragaman bentos yang terdapat pada tambak wanamina di wilayah pesisir Kota Semarang. Pengumpulan data dilakukan melalui pengambilan sampel pada tambak wanamina di wilayah pesisir Kota Semarang yang mengintegrasikan vegetasi jenis *A. marina* dan *R. mucronata* selama 3 bulan, yaitu bulan Juni, Juli dan Agustus 2010. Sampel tersebut kemudian diidentifikasi di laboratorium. Analisis data dilakukan terhadap indeks keanekaragaman dan indeks keseragaman bentos. Hasil pengumpulan data menunjukkan bahwa terdapat variasi jenis bentos yang ditemukan pada kedua petak tambak wanamina serta secara temporal. Jumlah jenis bentos yang ditemukan pada petak tambak dengan mangrove *A. marina* sebanyak 3 jenis pada bulan Juni dan 6 jenis pada bulan Juli dan Agustus. Sementara pada petak *R. mucronata* ditemukan sebanyak 11 jenis, 7 jenis dan 9 jenis pada bulan Juni, Juli dan Agustus. Jenis bentos yang ditemukan dominan pada petak *A. marina* adalah *C. chironomus* pada bulan Juni dan *M. punctata* pada bulan Juli, sedangkan pada bulan Agustus tidak terdapat jenis bentos yang dominan. Sementara pada petak *R. mucronata* jenis bentos yang dominan yaitu *C. cingulata* pada bulan Juni dan Juli, serta *M. punctata* pada bulan Agustus. Analisis terhadap indeks keanekaragaman jenis bentos pada petak *A. marina* yaitu sebesar 0,776; 0,781; dan 1,592 dengan indeks keseragaman sebesar 0,697; 0,436; dan 0,889. Sementara pada petak *R. mucronata* indeks keanekaragaman jenis bentos sebesar 1,883; 1,565; dan 1,667 dengan indeks keseragaman 0,785; 0,804; dan 0,758.

Kata kunci: bentos, keragaman, mangrove, tambak, wanamina

ABSTRACT

Trophic level of pond is one of important factor to maintain the sustainability of aquaculture activity and pond productivity. One of the indicators of pond trophic level is the composition of macrobenthic community composition in the pond bed. This research aimed to study the composition of benthic species and its diversity of the silvofishery ponds in Semarang. Data collection was conducted through field sampling from silvofishery ponds in Semarang coastal area integrating *A. marina* and *R. mucronata* mangrove vegetation for 3 months, ranged from Juni, July and August 2010. Samples were then identified in the laboratory. Data analysis was conducted for diversity and evenness indices. Data collection resulted there were variation of benthic community found in both

silvofishery ponds as well as temporal variations. Number of benthic species found in A. marina silviculture pond was 3 species on June and 6 species on July and August. While in R. mucronata silviculture pond, there were 11 species on June, 7 species on July and 9 species on August. Domination of benthic species was found at A. marina pond, including C. chironomus on June and M. punctata on July, while on August, there were no domination of benthic species in A. marina pond. In the R. mucronata pond, domination of benthic species was C. cingulata on June and July, while on August the it was dominated by M. punctata. Analysis on the diversity index of benthic community in A. marina pond was 0.776; 0.781; and 1.592 with the evenness index of 0.697; 0.436; and 0.889. while in the R. mucronata pond, the index of diversity was 1.883; 1.565; and 1.667 with the evenness index as 0.785; 0.824; and 0.758.

Keywords: *benthic, diversity, mangrove, pond, silviculture*

PENDAHULUAN

Pengelolaan lingkungan merupakan salah satu faktor penting dalam pemanfaatan sumber daya alam. Keselarasan antara pemanfaatan dengan kelestarian merupakan kunci pemanfaatan sumber daya secara berkelanjutan. Dalam kegiatan budidaya, seringkali ditemukan proses-proses pemanfaatan yang cenderung merugikan. Penebangan hutan mangrove secara besar-besaran untuk menyediakan lahan tambak merupakan proses yang selalu dilakukan sebelum kegiatan budidaya dimulai (Walters et al., 2008).

Rusaknya lingkungan tambak dan sekitarnya sebagai dampak pembukaan lahan, serta hilangnya agen dekomposer limbah organik alami berakibat pada tidak optimalnya kegiatan budidaya yang dilakukan (Reef et al., 2010; Rahman et al., 2013; Sachoemar et al., 2014). Kapasitas tambak semakin menurun akibat terjadinya degradasi daya dukung lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, budidaya tambak dengan sistem wanamina diformulasikan dan diterapkan (Primavera, 2006).

Tambak wanamina merupakan sistem budidaya tambak dengan mengintegrasikan vegetasi mangrove dalam lingkungan tambak. Hal ini bertujuan untuk

mencegah terjadinya degradasi lingkungan serta meningkatkan daya dukung lingkungan bagi pemanfaatan sumber daya yang berkelanjutan (Primavera, 2004).

Pengelolaan budidaya tambak dengan sistem wanamina merupakan upaya untuk meningkatkan produktivitas primer perairan. Limbah organik yang dihasilkan dari kegiatan budidaya baik berupa faeces maupun sisa pakan dapat terdekomposisi dan dimanfaatkan oleh mangrove yang tumbuh di dalam tambak (Primavera, 2004). Dengan demikian, kualitas lingkungan tambak dapat terkontrol dan limbah buangan tambak dapat diturunkan konsentrasinya atau bahkan dihilangkan (Turcios dan Papenbrock, 2014). Sehingga, degradasi lingkungan tambak dapat dihindari dan produktivitas budidaya dapat dipertahankan.

Penerapan sistem budidaya tambak wanamina telah banyak direkomendasikan dalam berbagai usulan pengelolaan budidaya tambak dan telah dibuktikan manfaat ekonomisnya dalam kegiatan budidaya (Goncalves et al., 2004). Namun, terlepas dari itu semua, penerapan sistem wanamina dalam budidaya tambak pada dasarnya bertujuan untuk mempertahankan daya dukung lingkungan guna menjamin keberlanjutan kegiatan budidaya (Long et al., 2004). Sayangnya,

manfaat penerapan sistem budidaya tersebut terhadap kondisi lingkungan belum banyak diteliti dan dipublikasikan.

Berbagai informasi yang mendukung terkait manfaat penerapan wanamina terhadap kondisi lingkungan perairan tambak, daya dukung lingkungan dan keberlanjutan pemanfaatan sumber daya alam untuk kegiatan budidaya sangat dibutuhkan untuk memberikan referensi yang secara ilmiah dapat dipertanggungjawabkan. Berdasarkan kondisi tersebut, berbagai kegiatan penelitian perlu dilakukan untuk menggali ilmu pengetahuan yang memadai. Terkait budidaya tambak khususnya, setiap wilayah pesisir memiliki formasi yang unik sehingga dibutuhkan kajian yang mendalam secara spesifik.

Wilayah pesisir Kota Semarang merupakan salah satu daerah yang pesisirnya telah mengalami degradasi akibat kegiatan budidaya tambak. Upaya konservasi tidak dapat berjalan secara maksimal karena banyaknya kepentingan dalam pemanfaatan wilayah pesisir. Disisi lain, penerapan sistem budidaya tambak wanamina masih banyak mengalami hambatan. Waktu budidaya yang relatif lebih lama, serta kegiatan budidaya cenderung menerapkan model polikultur berdasarkan beberap rekomendasi merupakan kendala bagi pembudidaya yang pada umumnya menerapkan model budidaya monokultur intensif.

Meskipun penerapan budidaya tambak dengan sistem wanamina masih banyak mengalami kendala, namun informasi mengenai manfaat sistem tersebut dalam jangka panjang bagi kesehatan lingkungan dan keberlanjutan kegiatan budidaya harus tetap dikembangkan. Hal ini menjadi bahan pertimbangan bagi masyarakat terkait kelangsungan kegiatan budidaya yang merupakan mata pencaharian para pembudidaya dengan kondisi lahan yang telah terdegradasi akibat pengelolaan yang tidak mengindah-

kan kelestarian lingkungan pada masa lalu (Mukhtar dan Hannan, 2012).

Lingkungan perairan tambak yang baik dapat dilihat berdasarkan kondisi produktivitas perairannya. Produktivitas perairan diindikasikan dengan kondisi biologis perairan, yaitu komposisi plankton maupun bentos (Pong-Masak dan Pirzan, 2006). Perairan dengan kualitas yang baik cenderung memiliki komposisi jenis plankton yang bervariasi. Demikian pula dengan kondisi dasar perairannya, komposisi jenis bentos yang bervariasi menunjukkan bahwa perairan tersebut dalam kondisi stabil. Dalam perairan, bentos merupakan salah satu organisme yang menjadi indikator bagi kesehatan suatu perairan. Hal ini merupakan faktor yang penting untuk diamati dalam tambak. Menilik permasalahan tersebut, maka penelitian mengenai kondisi biologis perairan, khususnya bentos perlu dikaji secara mendalam. Penelitian inibertujuan untuk mengetahui komposisi jenis serta keragaman bentos yang terdapat pada tambak wanamina di wilayah pesisir Kota Semarang.

METODE

Penelitian dilaksanakan di kawasan tambak wanamina di wilayah pesisir Kota Semarang. Pengumpulan data dilakukan secara berkala pada tambak wanamina yaitu pada bulan Juni, Juli dan Agustus 2010. Jenis vegetasi yang diintegrasikan dalam tambak berupa mangrove jenis *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata*. Pengumpulan data dilakukan pada dua petak tambak yang masing-masing mengintegrasikan mangrove jenis *A. marina* dan *R. mucronata*.

Pengumpulan data dilaksanakan melalui pengambilan sampel untuk kemudian dianalisis di laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 9 titik pada masing-masing petak tambak. Titik sampel diambil pada kolam tambak

yang berada di luar tegakan mangrove yang tumbuh di dalam tambak. Pengambilan sampel dilakukan secara acak mengelilingi vegetasi mangrove.

Hasil pengambilan sampel di lapangan kemudian disortir untuk kemudian diidentifikasi di laboratorium. Identifikasi bentos dilakukan pada Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro. Pengamatan meliputi jenis bentos dan kelimpahan bentos. Analisis dilakukan untuk mengetahui indeks keanekaragaman dan indeks keseragaman bentos. Formulasi analisis data tersebut adalah sebagai berikut:

$$H' = - \sum \left[\frac{n_i}{N} \times \ln \left(\frac{n_i}{N} \right) \right]$$

Dimana: H' = indeks keanekaragaman
 n_i = kelimpahan spesies i
 N = kelimpahan seluruh spesies

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

Dimana: e = indeks keseragaman
 H' = indeks keanekaragaman
 S = jumlah spesies

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengumpulan data bentos menunjukkan bahwa terdapat variasi jenis dan kelimpahan bentos yang teramati pada masing-masing petak tambak dan periode pengamatan. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa jumlah jenis bentos yang ditemukan relatif lebih banyak pada petak tambak dengan mangrove *R. mucronata* dibandingkan pada petak *A. marina*. Jumlah jenis bentos yang teridentifikasi pada petak *A. marina* yaitu 3 jenis pada pengamatan bulan Juni dan 6 jenis pada pengamatan bulan Juli dan Agustus. Sementara pada petak *R. mucronata* diperoleh jumlah jenis bentos sebanyak 11 jenis, 7 jenis dan 9 jenis masing-masing pada bulan Juni, Juli dan Agustus. Hasil identifikasi bentos dari tambak wanamina di wilayah pesisir Kota Semarang secara rinci disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kemunculan dan Kelimpahan Bentos dalam Petak Tambak Wanamina (indv/m²)

No.	Spesies	<i>A. marina</i>			<i>R. mucronata</i>		
		Juni	Juli	Agustus	Juni	Juli	Agustus
1	<i>Brotia spadicea</i>	-	-	-	-	-	6
2	<i>Brotia testudinaria</i>	-	-	4	16	-	-
3	<i>Bulla ampulla</i>	-	6	-	-	1	-
4	<i>Cerithidea cingulata</i>	-	7	-	40	36	-
5	<i>Cerithidea weyersi</i>	-	-	-	7	-	-
6	<i>Chironomus chironomus</i>	39	-	-	1	-	-
7	<i>Clithon longispina</i>	-	-	3	-	-	-
8	<i>Cyncera brevicula</i>	-	9	-	-	-	-
9	<i>Donax cuneata</i>	-	-	-	-	-	2
10	<i>Latirus craticulatus</i>	-	-	-	3	-	-
11	<i>Lumbricus sp</i>	-	-	-	1	-	-
12	<i>Mediolus auriculatus</i>	-	-	-	-	-	1
13	<i>Melanoides punctata</i>	-	112	13	3	10	22
14	<i>Melanoides riqueti</i>	-	-	2	-	-	12
15	<i>Melanoides torulosa</i>	-	-	4	-	-	1
16	<i>Mysis sp</i>	-	2	-	-	13	-

No.	Spesies	<i>A. marina</i>			<i>R. mucronata</i>		
		Juni	Juli	Agustus	Juni	Juli	Agustus
17	<i>Nereis</i> sp	-	-	-	-	7	-
18	<i>Polinices mammatus</i>	-	3	-	-	2	-
19	<i>Sulcospira sulcospira</i>	3	-	-	-	-	-
20	<i>Syncera brevicula</i>	-	-	8	-	-	2
21	<i>Syncera carinata</i>	15	-	-	22	-	-
22	<i>Telescopium telescopium</i>	-	-	-	9	-	-
23	<i>Terebralia palustris</i>	-	-	-	14	18	17
24	<i>Terebralia sulcata</i>	-	-	-	1	-	1
Kelimpahan		57	139	34	117	87	64
Jumlah Spesies		3	6	6	11	7	9
H'		0,766	0,781	1,592	1,883	1,565	1,667
E		0,697	0,436	0,889	0,785	0,804	0,758

Identifikasi terhadap kelimpahan bentos menunjukkan bahwa pada petak *A. marina*, kelimpahan bentos cenderung dinamik, sedangkan pada petak *R. mucronata* cenderung mengalami penurunan. Komposisi bentos pada petak *R. mucronata* juga tercatat relatif stabil dengan kelimpahan jenis antar spesies yang kurang signifikan. Sebaliknya, pada petak *A. marina* terjadi perubahan kondisi yang sangat signifikan. Jenis bentos dominan pada bulan Juli yaitu sebesar 39 indv/m² oleh *C. chirronomus*, sedangkan pada bulan Juli secara signifikan didominasi oleh *M. punctata* dengan kelimpahan 112 indv/m². Sementara pada bulan Agustus dapat dikatakan tidak ditemukan adanya jenis bentos yang mendominasi. Sementara pada petak *R. mucronata*, pada bulan Juni dan Juli didominasi oleh *C. cingulata* dengan kelimpahan 40 indv/m² dan 36 indv/m², sedangkan pada bulan Agustus didominasi oleh *M. punctata*. Hal ini berkebalikan dengan kondisi pada petak *A. marina* yang cenderung tidak terdapat dominasi pada bulan Agustus, sedangkan pada petak *R. mucronata* justru terdapat dominasi.

Hasil analisis data keragaman bentos menunjukkan bahwa indeks keragaman bentos pada petak tambak *A. marina* relatif lebih rendah dari petak tambak *R. mucronata*. Indeks keaneka-

ragaman pada petak *A. marina* sebesar 0,766; 0,781 dan 1,592 masing-masing pada bulan Juni, Juli dan Agustus. Sedangkan indeks keseragamannya sebesar 0,697; 0,436 dan 0,889. Sementara pada petak tambak *R. mucronata*, indeks keanekaragaman bentos sebesar 1,883; 1,565 dan 1,667 dengan indeks keseragaman sebesar 0,785; 0,804 dan 0,758.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur komunitas bentos dalam tambak dapat mengalami perubahan. Jumlah jenis bentos yang relatif sedikit diduga disebabkan karena pengambilan sampel pada bagian tambak yang tidak ditumbuhi mangrove, yaitu di tengah-tengah antara bagian tambak yang bervegetasi (tengah) dengan tepi tambak. Berdasarkan penelitian Pong-Masak dan Pirzan (2006), kelimpahan bentos pada kawasan mangrove dan kawasan pantai lebih tinggi dibandingkan dengan pada tambak. Kondisi lingkungan yang cenderung statis dengan suplai bahan organik yang berlimpah merupakan penyebab sedikitnya jumlah dan kelimpahan bentos yang teramati. Menurut Pong-Masak dan Pirzan (2006), peningkatan bahan organik dan SO₄ menyebabkan terjadinya penurunan keragaman jenis bentos.

Perbedaan struktur komunitas bentos pada kedua petak tambak disebabkan oleh adanya perbedaan suplai nutrisi (Kotta et al., 2000). Suplai nutrisi dari hasil dekomposisi serasah mangrove dalam tambak wanamina menentukan jenis dan kelimpahan nutrisi yang tersedia bagi tambak. Variasi nutrisi ini mempengaruhi kesuburan perairan dan produktivitas primer oleh plankton (Karlson et al., 2007). Dalam rantai makanan, plankton merupakan sumber pakan bagi organisme pada strata trofik lebih tinggi, salah satunya yaitu bentos. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya variasi komposisi jenis bentos.

Perubahan komposisi bentos secara temporal merupakan indikasi terjadinya suksesi komunitas bentos dalam tambak. Menurut Hoey et al. (2007), komposisi dan kelimpahan jenis bentos pada dasar suatu perairan akan mengalami suksesi yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti tingkat pertumbuhan yang tinggi dan perubahan kondisi sedimen. Pada intinya, terjadinya suksesi komunitas bentos disebabkan oleh adanya kondisi lingkungan yang tidak stabil.

Perubahan komposisi jenis bentos juga disebabkan oleh perubahan kondisi lingkungan perairan, seperti perubahan salinitas. Tambak pada umumnya terletak di wilayah pesisir dengan fluktuasi pasang surut. Bentos jenis *C. chironomus* yang ditemukan secara melimpah pada bulan Juni pada petak tambak *A. marina* menunjukkan bahwa pada bulan tersebut kondisi tambak cenderung tawar. Hal ini dikarenakan *C. chironomus* merupakan jenis bentos air tawar dengan kualitas air yang relatif baik (Konig dan Santos, 2013).

Pada bulan Juli, terjadi perubahan komposisi bentos pada petak *A. marina* dengan jenis bentos dominan *M. punctata*. Perubahan kelimpahan tersebut mengindikasikan bahwa pada bulan Juli kondisi

perairan masih relatif tawar. Indikasi ini didasarkan pada Waringer et al. (2005) yang menyatakan bahwa *Melanoides* sp merupakan jenis bentos air tawar yang banyak ditemukan pada perairan yang dinamik. Sementara pada bulan Agustus, terjadi penurunan kelimpahan bentos yang ditemukan secara signifikan. Penurunan ini disebabkan oleh adanya kondisi lingkungan perairan. Kenaikan salinitas diduga merupakan faktor penyebab terjadinya penurunan kelimpahan jenis bentos tersebut (Dethier dan Schoch, 2005).

Sebaliknya, pada petak tambak *R. mucronata* cenderung didominasi oleh jenis bentos perairan payau. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kondisi lingkungan, khususnya salinitas air pada kolam tambak *A. marina* dan *R. mucronata*. Jenis bentos yang dominan ditemukan pada petak tambak *R. mucronata* pada bulan Juni dan Juli yaitu *C. cingulata* yang merupakan jenis bentos perairan payau (Islam et al., 2013). Jenis tersebut juga merupakan jenis bentos yang relatif resisten terhadap tingkat pencemaran perairan yang tinggi (Ramakritinan et al., 2012).

Komposisi dan kelimpahan jenis bentos dalam tambak merupakan faktor penting dalam kegiatan budidaya. Semakin beragam dan berlimpah jenis bentos yang ditemukan, maka daya dukungnya terhadap kegiatan budidaya akan semakin baik. Hal ini dikarenakan bentos merupakan pakan alami bagi kultivan budidaya seperti udang dan ikan (Jaspe et al., 2011). Perubahan komposisi jenis bentos akan mempengaruhi ketersediaan pakan alami bagi kultivan budidaya. Perubahan dan penurunan komposisi dan kelimpahan jenis bentos tersebut dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti perubahan kondisi lingkungan atau terjadinya pencemaran pada lingkungan perairan tambak

(Varadharajan dan Soundarapandian, 2013). Sehingga, komunitas bentos memiliki peran penting bagi kelangsungan serta daya dukung terhadap kegiatan budidaya tambak.

KESIMPULAN

Tambak wanamina dengan jenis vegetasi berbeda memiliki komposisi jenis

bentos yang berbeda pula. Komposisi jenis bentos di tambak wanamina juga bervariasi secara temporal. Berdasarkan komposisi jenis bentos yang teridentifikasi, tambak wanamina dengan mangrove *A. marina* memiliki kondisi lingkungan yang relatif tawar, sedangkan tambak wanamina dengan mangrove *R. mucronata* memiliki kondisi lingkungan yang relatif payau.

DAFTAR PUSTAKA

- Dethier, M.N. dan G.C. Schoch. 2005. The Consequences of Scale: Assessing the Distribution of Benthic Populations in A Complex Estuarine Fjord. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 62: 253–270. doi:10.1016/j.ecss.2004.08.021
- Goncalves, J.L.d.M., J.L. Stape, J.-P. Luclau, P. Smethurst dan J.L. Gava. 2004. Silvicultural Effects on the Productivity and Wood Quality of Eucalypt Plantations. *Forest Ecology and Management* 193: 45–61. doi:10.1016/j.foreco.2004.01.022
- Hoey, G.V., M. Vincx dan S. Degraer. 2007. Temporal Variability in the *Abra alba* Community Determined by Global and Local Events. *Journal of Sea Research* 58: 144–155. doi:10.1016/j.seares.2007.02.007
- Islam, M.S., M.N.A. Sikder, M. Al-Imran, M.B. Hossain, D. Mallick dan M.M. Morshed. 2013. Intertidal Macrobenthic Fauna of the Karnafuli Estuary: Relations with Environmental Variables. *World Applied Sciences Journal* 21(9): 1366–1373. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.21.9.72174
- Jaspe, C.J., C.M.A. Caipang dan B.J.G. Elle. 2011. Polyculture of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei* and Milkfish, *Chanoschanos* as A Strategy for Efficient Utilization of Natural Food Production in Ponds. *ABAH Bioflux* 3(2): 96–104.
- Karlson, K., E. Bonsdorff dan R. Rosenberg. 2007. The Impact of Benthic Macrofauna for Nutrient Fluxes from Baltic Sea Sediments. *Ambio* 36(2/3): 1–7.
- Konig, R. dan S. Santos. 2013. Chironomidae (Insecta: Diptera) of Different Habitats and Microhabitats of the Vacacai-Mirim River Microbasin, Southern Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* 85(3): 975–985.
- Kotta, J., I. Kotta dan I. Viitasalo. 2000. Effect of Diffuse and Point Source Nutrient Supply on the Low Diverse Macrozoobenthic Communities of the Northern Baltic Sea. *Boreal Environment Research* 5: 235–242.
- Long, J.N., T.J. Dean dan S.D. Roberts. 2004. Linkages Between Silviculture and Ecology: Examination of Several Important Conceptual Models. *Forest Ecology and*

- Management 200: 249–261. doi: 10.1016/j.foreco.2004.07.005
- Mukhtar, I. dan A. Hannan. 2012. Constrains on Mangrove Forests and Conservation Projects in Pakistan. *J. Coast. Conserv.* 16: 51–62. doi 10.1007/s11852-011-0168-x
- Pong-Masak, P.R. dan A.M. Pirzan. 2006. Komunitas Makrozoobentos pada Kawasan Budidaya Tambak di Pesisir Malaosa Parigi-Moutong, Sulawesi Tengah. *Biodiversitas* 7(4): 354–360.
- Primavera, J.H. 2004. Capacity of Mangroves to Process Shrimp PondEffluents. In: *Promotion of Mangrove-Friendly Shrimp Aquaculture inSoutheast Asia*: 94–103. Tigbauan, Iloilo, Philip-pines: Aquaculture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center.
- Primavera, J.H. 2006. Overcoming the Impacts of Aquaculture on the Coastal Zone. *Ocean & Coastal Management* 49: 531–545. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2006.06.018
- Rahman, M., V.R. Giedraitis, L.S. Lieberman, T. Akhtar dan V. Taminskiene. 2013. Shrimp Cltivation with Water Salinity in Bangladesh: The Implications of an Ecological Model. *Universal Journal of Public Health* 1(3): 131–142. DOI: 10.13189/ujph.2013.010313
- Ramakritinan, C.M., R. Chandurvelan dan A.K. Kumaraguru. 2012. Acute Toxicity of Metals: Cu, Pb, Cd, Hg and Zn on Marine Molluscs, *Cerithediacingulata* G., and *Modiolusphilippinarum* H. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences* 41(2): 141–145.
- Reef, R., I.C. Feller dan C.E. Lovelock. 2010. Nutrition of Mangroves. *Tree Physiology* 30: 1148 – 1160. doi:10.1093/treephys/tpq048
- Sachoemar, S.I., T. Yanagi dan R.S. Aliah. 2014. Sustainable Aquaculture to Improve Productivity and Water Quality of Marginal Brackish-water Pond. *Coastal Marine Science* 37(1): 1–8.
- Turcios, A.E. dan J. Papenbrock. 2014. Sustainable Treatment of Aquaculture Effluents – What Can We Learn from the Past for the Future? *Sustainability* 6: 836–856. doi:10.3390/su6020836
- Varadharajan, D. dan P. Soundarapandian. 2013. Macrobenthos Species Diversity in and Around Shrimp Farm. *World Applied Sciences Journal* 22(8): 1111–1115. doi: 10.5829/idosi.wasj.2013.22.08.356
- Walters, B.B., P. Ronback, J.M. Kovacs, B. Crona, S.A. Hussain, R. Badola, J.H. Primavera, E. Barbier dan F. Dahdouh-Guebas. 2008. Ethnobiology, Socio-Economcs and Management of Mangrove Forests: A Review. *Aquatic Botany* 89: 220 – 236. doi:10.1016/j.aquabot.2008.02.009
- Waringer, J., A. Chovanec, M. Straif, W. Graf, W. Reckendorfer, A. Waringer-Loschenkohl, H. Waidbacher dan H. Schultz. 2005. The Floodplain Index – Habitat Values and Indication Weights for Molluscs, Dragonflies, Caddisflies, Amphibians and Fish from Austrian Danube Floodplain Waterbodies. *Lauterbornia* 54: 177–186.