

Pengaruh Liang *Boleophthalmus pectinirostris*, Linnaeus, 1758 (Actinopterygii:Gobiidae) terhadap Biomassa Mikrofitobenthos di Ekosistem Mangrove Pandansari Brebes Jawa Tengah

Allsay K.A. Cintra, Afdal, Selvia Oktaviyani, Tyani Fitriani dan Nurul D.M. Sjafrie

Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Pasir Putih 1, Jakarta Utara, 14430 Indonesia
Email: allsay.cintra@gmail.com

Abstract

Effect of *Boleophthalmus pectinirostris*, Linnaeus, 1758 (Actinopterygii:Gobiidae) Burrow on Microphytobenthos Biomass in the Mangrove Ecosystem of Pandansari Brebes, Central Java

Mudskippers (*Boleophthalmus pectinirostris*) in temperate climates make burrows and shallow ponds surrounded by mud walls as a provider of microhabitats for microphytobenthos. In the mangrove ecosystem of Pandansari Brebes there are also *Boleophthalmus pectinirostris* which make burrows. The purpose of this study is to determine the effect of the *Boleophthalmus pectinirostris* burrow as a microhabitat for microphytobenthos in the mangrove ecosystem of Pandansari, Kaliwlingi village, Brebes. This research was conducted in mangrove and mudflat beach areas with three transects and three replications each. Samples were taken were burrow structures, temperature, and microphytobenthos biomass in the inner and outer area of the burrow. The results showed a total area of burrows in mudflat beach areas $71.93 \pm 24.9 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ was greater than in mangrove areas $50.51 \pm 46.9 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ because the beach has more mud than in mangrove. Microphytobenthos biomass was fewer in mudflat beach areas than mangrove areas because the density of *Boleophthalmus pectinirostris* was more on the mudflat. There was no difference in microphytobenthos biomass inside the burrow (mangrove: $1623 \pm 1108 \text{ } \mu\text{g}/\text{mm}^2$; mudflat beach: $94.5 \pm 67.5 \text{ } \mu\text{g}/\text{mm}^2$) from outside the burrow (mangrove: $2484 \pm 3161 \text{ } \mu\text{g}/\text{mm}^2$; mudflat beach: $145 \pm 151 \text{ } \mu\text{g}/\text{mm}^2$). This shows that the *Boleophthalmus pectinirostris* burrow in Pandansari Brebes does not provide microhabitats for microphytobenthos. This is because in the tropics the temperature is almost the same every year so that microphytobenthos can always live every year.

Keywords: *Boleophthalmus pectinirostris*; burrow; microphytobenthos; mangrove; mudflat

Abstrak

Ikan gelodok (*Boleophthalmus pectinirostris*) di daerah beriklim *temperate* membuat liang dan juga kolam dangkal yang di kelilingi oleh dinding lumpur sebagai penyedia mikrohabitat bagi mikrofitobenthos. Di ekosistem mangrove Pandansari Brebes juga terdapat *B. pectinirostris* yang membuat liang. Tujuan penelitian ini mengetahui pengaruh liang ikan gelodok jenis *B. pectinirostris* sebagai mikrohabitat bagi mikrofitobenthos di ekosistem mangrove daerah Pandansari desa Kaliwlingi Brebes. Penelitian ini dilakukan di daerah mangrove dan daerah pantai berlumpur dengan masing tiga transek dan tiga ulangan. Sampel yang diambil berupa struktur liang, suhu dan biomassa mikrofitobenthos di area dalam dan luar liang. Hasil menunjukkan luas liang total lebih besar di daerah pantai $71,93 \pm 24,9 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ karena pantai memiliki lumpur yang banyak daripada di daerah mangrove $50,51 \pm 46,9 \text{ cm}^2/\text{m}^2$. Biomassa mikrofitobenthos lebih sedikit di daerah pantai daripada daerah mangrove karena kepadatan *B. pectinirostris* lebih banyak di pantai. Tidak ada perbedaan biomassa mikrofitobenthos secara signifikan di dalam liang (mangrove: $1623 \pm 1108 \text{ } \mu\text{g}/\text{mm}^2$; pantai: $94,5 \pm 67,5 \text{ } \mu\text{g}/\text{mm}^2$) dengan di luar liang (mangrove: $2484 \pm 3161 \text{ } \mu\text{g}/\text{mm}^2$; pantai: $145 \pm 151 \text{ } \mu\text{g}/\text{mm}^2$) hal ini menunjukkan liang *B. pectinirostris* di Pandansari

Brebes tidak menyediakan mikrohabitat bagi mikrofitobenthos. Hal ini disebabkan di daerah tropis suhu tiap tahun yang hampir sama sehingga mikrofitobenthos dapat selalu hidup tiap tahun

Kata Kunci: *Boleophthalmus pectinirostris*; liang; mikrofitobenthos; mangrove; pantai

PENDAHULUAN

Ikan gelodok merupakan sebutan untuk kelompok ikan yang masuk dalam subfamily Oxudercinae yang mampu hidup di permukaan air saat surut dan bersifat amphibious (Jaafar and Murdy, 2017). Ikan ini terdiri dari 43 spesies dan 10 genus (Zamroni, 2016; Jaafar and Murdy, 2017) tersebar di daerah Indo pasifik dan daerah barat Afrika di habitat berpasir halus terutama di daerah mangrove dan pantai berlumpur. Di Indonesia ikan ini memiliki nama lokal seperti ikan blayar, ikan gelodok, ikan tembakul, timpakul, tempakul, belodok, belodog, atau blodog dan tersebar di beberapa region di Indonesia yaitu region Laut Cina Selatan, region Sulawesi, region Sahul, region Laut Filipina, dan region Sunda (Zamroni, 2016).

Beberapa jenis dari ikan gelodok membangun liang (Clayton, 1993) dengan bentuk yang berbeda beda. Fungsi liang sebagai tempat berlindung dari pemangsa (Clayton, 1993), tempat menyimpan telur (Ishimatsu and Graham, 2011), tempat menyimpan oksigen untuk menghindari keadaan hypoxia (Toba and Ishimatsu, 2014), dan termoregulator (Yang, Lee and Williams, 2003; Ansari et al., 2014). Jenis *Boleophthalmus boddarti* (pallas), *Scarteleos viridis* dan *B. pectinirostris* selain membangun liang juga membangun dinding lumpur (Clayton and Vaughan, 1988; Yang, Lee and Williams, 2003; Chen et al., 2007) sebagai pagar agar daerah teritorialnya tidak dimasuki oleh ikan gelodok lain. Kemampuan ikan gelodok membangun liang ataupun dinding lumpur mengubah kondisi struktural lingkungan. Perubahan tersebut bisa menjadi suatu mikrohabitat yang berbeda dengan daerah sekitarnya.

Boleophthalmus boddarti di Kuwait membangun liang yang dikelilingi oleh kolam dan dinding lumpur. Kelimpahan diatom berbeda di tiap bagian areanya. Kelimpahan tertinggi ditemukan di area lereng dari

dinding lumpur dan terendah di area dinding lumpur disebabkan oleh dinding lumpur menghalangi sedimen dan diatom terbilas oleh pasang surut. Hal ini memberikan kondisi yang stabil untuk pertumbuhan dari diatom (Clayton and Wright, 1989). Pada *B. pectinirostris* di Fujian, Cina juga memiliki dinding lumpur pada musim dingin di sekitar liang untuk menampung air agar lebih suhu lebih hangat dan juga untuk mendorong pertumbuhan dari diatom atau mikrofitobenthos (Chen et al., 2007). Pada kedua penelitian tersebut daerah non teritorial dari ikan gelodok memiliki kelimpahan diatom atau mikrofitobenthos yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan perubahan struktural pada lingkungan yang disebabkan oleh ikan gelodok membuat mikrohabitat yang berbeda.

B. pectinirostris juga tersebar di Indonesia dan khususnya di daerah Brebes dikenal dengan nama lokal ikan Blayar (Cintra, 2019). Ikan Blayar di Brebes membentuk liang namun tidak membentuk dinding lumpur (Cintra, 2019). Perbedaan perubahan structural yang dibuat ikan Blayar (*B. pectinirostris*) menghasilkan dampak yang berbeda ke lingkungan dan juga menghasilkan mikrohabitat yang berbeda khususnya bagi mikrofitobenthos. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh liang ikan gelodok jenis *B. pectinirostris* sebagai mikrohabitat bagi mikrofitobenthos di ekosistem mangrove daerah Pandansari desa Kaliwlingi Brebes

MATERI DAN METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Dukuh Pandansari Desa Kaliwlingi Brebes. Pengambilan sampel dilakukan di area mangrove dan di area pantai berlumpur (*mudflat*) (Gambar 1) pada bulan April dan September 2019 saat surut di siang hari. Pada tiap area dibuat tiga transek dengan tiga kali ulangan pengambilan sampel di dalam dan di luar liang ikan Blayar (*Boleophthalmus pectinirostris*).

Daerah penelitian terdapat dua jenis ikan gelodok yaitu *Boleophthalmus pectinirostris* (Gambar 2) dan *Periophthalmodon schlosseri*, dengan kelimpahan lebih banyak *B. pectinirostris*. Liang ikan *B. pectinirostris* dan *P. schlosseri* berbeda bentuknya sehingga mudah untuk dibedakan. Pengambilan sampel dilakukan pada liang *B. pectinirostris* (Gambar 2b). Pengambilan sampel dilakukan pada dalam liang ikan yaitu pada dinding liang dan dilakukan pada luar liang (Gambar 3).

Liang yang dibuat oleh ikan gelodok diamati pada tiap transek dan diamati secara visual baik jumlah dan ukuran diameter liangnya. Jumlah lubang dihitung secara manual dan ukuran liang diukur dengan meteran. Suhu dalam liang diukur dengan cara memasukan thermometer sedalam 10 cm ke dalam liang dan suhu luar liang diukur di atas permukaan sedimen yang berada di antar liang. Pengukuran dilakukan pada siang hari saat air surut.



Gambar 1 Area Sampling Mangrove dan Mudflat (pantai)

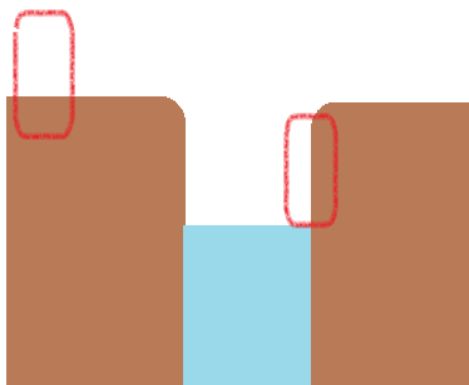



a



b

Gambar 2. a. *Boleophthalmus pectinirostris*, b. Liang *B. pectinirostris*



Gambar 3. Ilustrasi pengambilan sampel. Kotak merah () merupakan posisi pengambilan sampel dengan syringe di dalam dan di luar liang.

Pengambilan dan analisis sampel mengacu pada Chen et al. (2007) dengan modifikasi dengan menggunakan core berupa syringe ukuran 50 ml dengan diameter 2,9 cm. Pengambilan dilakukan di dalam liang dan di luar liang sebagaimana Gambar 3. Pada tiap transek dilakukan pengambilan sebanyak 3 kali.

Setelah sampel diambil segera dimasukkan ke dalam cool box yang telah diberi es dan tidak terkena cahaya matahari. Sampel dibekukan sebelum dianalisis. Saat akan dianalisis sampel dengan lapisan atas syringe sebesar 0,7 cm diambil dan diberi larutan aseton 7 ml lalu disentrifus selama 40 menit pada 3000 rpm. Sampel kemudian diambil supernatan dan diukur dengan menggunakan fluorometer. Untuk mengkonversi nilai klorofil menjadi biomassa mikrofitobenthos maka nilai klorofil yang diperoleh dikalikan dengan kedalaman dari lapisan sedimen yang diambil yaitu 0,7 cm. Hasil akhir yang diperoleh adalah biomassa per area permukaan ($\mu\text{g}/\text{mm}^2$). Nilai rata-rata variabel di dalam dan di luar liang dibandingkan dengan menggunakan Student's unpaired t test.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rata-rata jumlah liang di area mangrove adalah 11 liang/ m^2 dengan rata-rata diameternya adalah 4,72 cm (Gambar 4). Untuk daerah pantai jumlah liang adalah 27 liang/ m^2 dengan rata-rata diameternya adalah 3,69 cm. Ukuran liang di area mangrove lebih besar daripada di area pantai namun jumlahnya lebih sedikit

daripada di area pantai. Untuk mengetahui adanya perbedaan antara rata-rata luasan liang total per meter persegi maka diuji dengan unpaired t-test, berdasarkan hasilnya yaitu rata-rata luasan liang total di mangrove $50,51 \pm 46,9 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ dan di pantai $71,93 \pm 24,9 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ ($P > 0,05$) tidak berbeda signifikan antara di area mangrove dan area pantai.

Di daerah mangrove biomassa mikrofitobenthos sebesar $1623 \pm 1108 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ di dalam liang dan $2484 \pm 3161 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ di luar liang ($P > 0,05$) (Gambar 5a). Di daerah pantai biomassa mikrofitobenthos di dalam liang sebesar $94,5 \pm 67,5 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ dan lokasi di luar liang $145 \pm 151 \mu\text{g}/\text{mm}^2$ ($P > 0,05$) (Gambar 5b). Daerah mangrove memiliki biomassa mikrofitobenthos yang lebih besar secara signifikan daripada daerah pantai ($P < 0,05$).

Pada Gambar 6a sebaran suhu di dalam dan di luar liang di daerah mangrove. Suhu area luar liang ($31 \pm 1,58^\circ\text{C}$) secara signifikan lebih tinggi daripada suhu dalam liang ($28,53 \pm 1,55^\circ\text{C}$) ($P < 0,05$). Di daerah pantai suhu dalam liang ($30,048 \pm 0,975^\circ\text{C}$) lebih rendah signifikan dibandingkan luar liang ($31,62 \pm 1,60^\circ\text{C}$) ($P < 0,05$) (Gambar 6b).

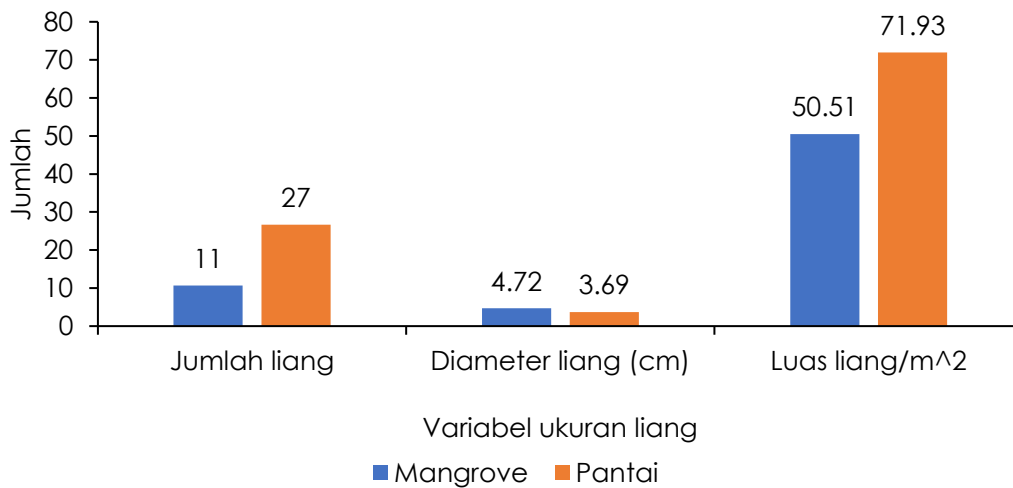
Bentuk liang dari *B. pectinirostris* seperti lubang berbentuk lingkaran biasa yang tingginya sama dengan permukaan tanah ditandai dengan bekas jejak keluar masuknya ikan pada mulut liang. Luas liang di area pantai lebih besar daripada di daerah mangrove karena banyaknya lumpur di area pantai. Lebih banyak liang di area pantai disebabkan oleh ketebalan lumpur yang mempengaruhi kepadatan populasi

ikan gelodok (Solanki, Kanejiya and Gohil, 2017). Hal ini karena lumpur menyediakan tempat berlindung untuk aktivitas meliang/menggali, selain itu faktor utama juvenile *B. pectinirostris* dalam pemilihan habitat adalah sedimen yang halus (Chen et al., 2008). Pengujian secara statistik menunjukkan tidak terlalu beda signifikan antara luasan liang per meter persegi di daerah mangrove dan daerah pantai.

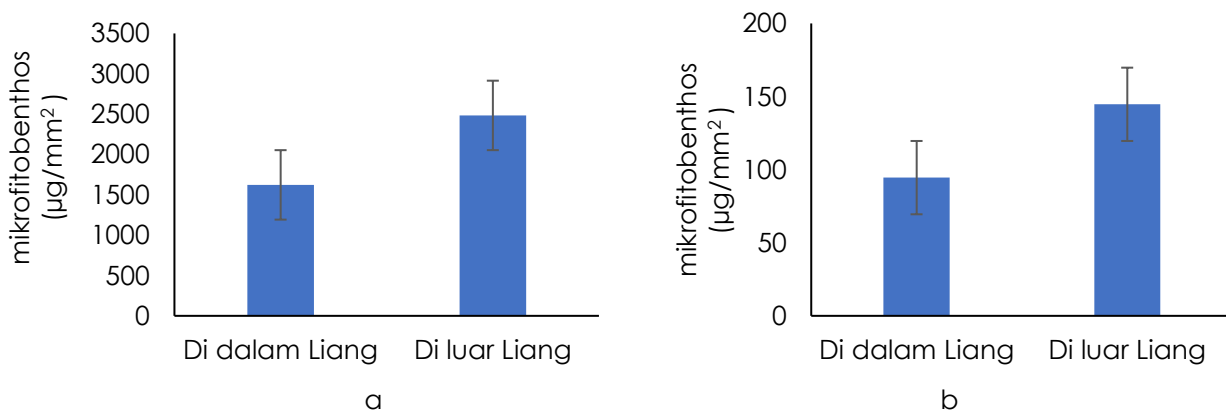
Tidak seperti *B. pectinirostris* di daerah Teluk Funing Cina yang liang berada di cekungan kolam air dangkal dengan di kelilingi oleh dinding lumpur dan tanpa dinding lumpur (Chen et al., 2007), *B. pectinirostris* di Pandansari Brebes hanya membuat liang sebagai tempat hidupnya tanpa kolam dangkal dan tanpa dinding lumpur. Berdasarkan pengamatan liang tanpa kolam dan dinding lumpur ini

ditemukan baik di area mangrove maupun pantai. Perbedaan bentuk liang ini terkait dengan fungsi kolam dan dinding lumpur.

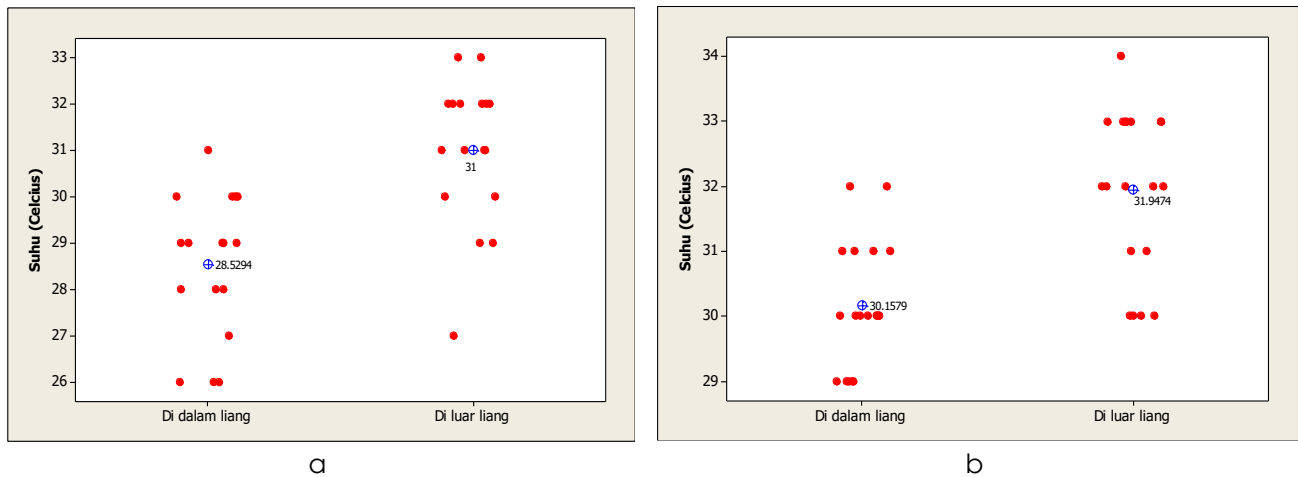
B. pectinirostris di Teluk Funing Cina membangun dinding lumpur untuk mengurangi agresi dari individu ikan lain dan membuat cekungan kolam untuk menahan air agar mempertahankan suhu dan menjaga keberadaan mikrofitobenthos (Chen et al., 2007). Pada genus yang sama yaitu *Boleophthalmus boddarti* di pantai berlumpur di Kuwait membangun dinding lumpur berbentuk poligon. Fungsi dinding lumpur tersebut adalah sebagai mekanisme dari tingkah laku territorial. Adanya dinding lumpur bergantung pada kepadatan ikan, semakin banyak ikan maka ikan akan membentuk dinding lumpur sebagai pembatas visual untuk menghindari agresi dari ikan lain ke teritorinya (Clayton, 1987).



Gambar 4. Jumlah dan ukuran liang *B. pectinirostris* di daerah mangrove dan pantai



Gambar 5. Variasi biomassa mikrofitobenthos di dalam dan luar liang pada daerah mangrove (a) dan daerah pantai (b)



Gambar 6. Sebaran suhu di dalam dan luar Liang di daerah mangrove (a) dan daerah pantai (b)

B. pectinirostris merupakan salah satu dari kelompok dari Boleophthalmid, yang mudah dibedakan dari kelompok lainnya karena memiliki tingkah laku yang khusus. Ikan ini akan muncul ke permukaan saat surut menggerakkan kepalanya ke kanan dan ke kiri melakukan *grazing* yang memakan mikrofitobenthos (Clayton, 1993). Makanan utama dari ikan ini adalah mikrofitobenthos yaitu diatom epipelik (Yang, Lee and Williams, 2003), sehingga penting bagi *B. pectinirostris* menemukan mikrofitobenthos untuk sumber makanannya.

Mikrofitobenthos termasuk di dalamnya mikroalga bentik (contoh : Diatom) dan *Cyanobacteria* berkontribusi secara signifikan pada produksi primer dalam pantai berlumpur (Hardison *et al.*, 2013). Diatom epipelik (diatom yang hidup di atas permukaan sedimen) merupakan kontributor terpenting untuk produksi primer di daerah sedimen berlumpur, maka konsentrasi klorofil-a dari lumpur diasumsikan lebih mencerminkan biomassa diatom daripada makro alga, flagelata, atau *Cyanobacteria* (Yang, Lee and Williams, 2003).

Perbedaan kondisi di daerah *temperate* dan daerah tropik kemungkinan menyebabkan perbedaan tingkah laku dari *B. pectinirostris* dalam membentuk liang. *B. pectinirostris* di Teluk Funing China mempertahankan suhu untuk keberlangsungan mikrofitobenthos. Mikrofitobenthos memerlukan kondisi minimum untuk hidup, suhu optimal

pertumbuhan diatom berkisar 20-30°C (Effendi, 2003). Adanya dinding lumpur yang menjebak air yang air tersebut mampu mempertahankan suhu 8-24°C ketika suhu udara lebih dingin (Chen *et al.*, 2007). Di Pandansari Brebes suhu sedimen di daerah pantai dan mangrove berkisar 26-34°C dan daerah mangrove lebih rendah suhunya karena adanya tutupan dari kanopi pohon mangrove. Suhu di daerah tropis yang cenderung lebih stabil di sepanjang tahun menyebabkan *B. pectinirostris* tidak memerlukan membuat struktur liang seperti di daerah *temperate*.

Pada penelitian ini juga melihat perbedaan suhu antara dalam liang dan luar liang. Perbedaan suhu lebih rendah di dalam liang daripada di luar liang lebih berhubungan dengan termoregulasi dari *B. pectinirostris* (Hong *et al.*, 2007) dibandingkan dengan pengaruhnya terhadap biomassa mikrofitobenthos. Ketika suhu di luar lebih tinggi ikan akan kembali ke dalam lubang untuk menurunkan suhu tubuhnya, hal ini sama tingkah umum mudskipper (Tytler and Vaughan, 1983; Clayton and Vaughan, 1988; Etim, Brey and Arntz, 1996)

Pada penelitian ini baik di daerah mangrove dan di daerah pantai biomassa mikrofitobenthos lebih besar di area luar lubang daripada di dalam lubang meskipun secara statistik tidak berbeda secara signifikan, Lebih rendahnya biomassa mikrofitobenthos di dalam lubang

kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal yaitu: 1) Area dalam lubang memiliki turbiditas yang lebih tinggi karena selalu terendam oleh air dan juga tempat masuk keluarnya ikan. Hal ini menyebabkan intensitas cahaya matahari tidak sebanyak di area luar liang. Nybakken (1982) menyatakan bahwa kekeruhan akan menyebabkan penurunan penetrasi cahaya yang akan menyebabkan menurunnya fotosintesis dan produktifitas primer fitoplankton. 2) Area dalam lubang merupakan area yang lebih dekat bagi ikan untuk grazing mikrofitobenthos daripada daerah luar lubang.

Pada daerah mangrove biomassa mikrofitobenthos lebih besar signifikan daripada di daerah pantai. Hal ini dikarenakan daerah pantai kepadatan populasi ikan lebih banyak (ditandai dengan lebih banyak jumlah liang dan luasan liang) daripada daerah mangrove. Pada saat surut di siang hari ikan keluar dari liang dan aktif grazing mikrofitobenthos. Ini menyebabkan daerah pantai yang lebih banyak ikannya maka intensitas grazing semakin tinggi dan menurunkan biomassa mikrofitobenthos. Berdasarkan penelitian ini liang ikan gelodok tidak menyediakan mikrohabitat bagi mikrofitobenthos dan hubungan dari keduanya hanya merupakan hubungan tropik yaitu mikrofitobenthos sebagai produsen dan *B. pectinirostris* sebagai konsumen.

KESIMPULAN

B. pectinirostris membuat liang di permukaan sedimen di daerah mangrove dan daerah pantai. Bentuk liang adalah lingkaran yang tingginya sama dengan permukaan sedimen dan ditandai dengan jejak ikan *B. pectinirostris* di mulut liang. Luas liang total lebih besar di daerah pantai karena daerah pantai memiliki lapisan lumpur yang lebih banyak daripada daerah mangrove. Liang *B. pectinirostris* tidak menyediakan mikrohabitat bagi mikrofitobenthos karena tidak ada perbedaan nyata biomassa mikrofitobenthos di area dalam liang dengan area luar liang baik di daerah mangrove maupun di daerah pantai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai dari kegiatan Riset Pengembangan Kapasitas Peneliti (RPKP) LIPI melalui program *Coral Reef Management and Rehabilitation Coral Triangle Initiative (COREMAP-CTI)* Tahun Anggaran 2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansari, A. A., Trivedi, S., Saggi, S. & Rehman H. 2014 Mudskipper: A biological indicator for environmental monitoring and assessment of coastal waters, *J. Entomol. Zool. Stud.*, 2(26):22–33. doi: 10.1007/978-3-662-45139-7.
- Chen, S., Hong, W., Zhang, Q., & Su, Y. 2007. Why does the mudskipper *Boleophthalmus pectinirostris* form territories in farming ponds?. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, 87(2):615–619. doi: 10.1017/S0025315407054434.
- Chen, S.X., Hong, W.S., Su, Y.Q., & Zhang, Q.Y. 2008. Microhabitat selection in the early juvenile mudskipper *Boleophthalmus pectinirostris* (L). *J. Fish Biol.*, 72:585–593. doi: 10.1111/j.1095-8649.2007.01723.x.
- Cintra, A.K.A. 2019. Pengkajian Fungsi Ikan Gelodok Sebagai Perekayasa Ekosistem Di Ekosistem Estuari Brebes. (Unpublished Research Report). Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. Jakarta.
- Clayton, D. 1987. Why Mudskippers Build Wallas. *Behaviour*, 102:185–195.
- Clayton, D.A. 1993. Mudskipper, *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 31(1889):507–577.
- Clayton, D. & Vaughan, T. 1988. Ethogram of *Boleophthalmus boddarti* (Pallas) (Teleostei, Gobiidae), a mudskipper a mudskipper found on the mudflats of Kuwait. *J. Univ. Kuwait*, 15(March):115–138.
- Clayton, D. & Wright, J. 1989. Mud-Walled Territories and Feeding Behaviour of *Boleophthalmus boddarti* (Pisces: Gobiidae) on the Mudflats of Kuwait', *J. Ethol*, 7:91–95.
- Effendi, H. 2003. Telaah Uji Kualitas Air: Bagian Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Penerbit Kanisius pp 258
- Etim, L., Brey, T. & Arntz, W. 1996. A seminal study of the dynamics of a mudskipper (*Periophthalmus papilio*) population in the Cross River, Nigeria, *Neth. J. Aquat. Ecol.*, 30(1):41–48. doi:10.1007/BF020921 46.

- Hardison, A.K., Canuel E.A., Anderson, I.C., Tobias, C.R., Veuger, B., & Waters, M.N. 2013. Microphytobenthos and benthic macroalgae determine sediment organic matter composition in shallow photic sediments, *Biogeosci.*, 10:5571–5588. doi: 10.5194/bg-10-5571-2013.
- Hong, W., Chen, S., Zhang, Q., & Wang, Q. 2007. Reproductive ecology of the mudskipper *Boleophthalmus pectinirostris*. *Acta Oceanologica Sinica*, 26(4):1–10.
- Ishimatsu, A. & Graham, J.B. 2011. Roles of Environmental Cues for Embryonic Incubation and Hatching in Mudskippers. *Integr. Comp. Biol.*, 51(1):38-48. doi: 10.1093/icb/icr018.
- Jaafar, Z. & Murdy, E.O. (eds) 2017. *Fishes Out of Water*. Boca Raton: Taylor & Francis, 2017. | Series: CRC marine science series: CRC Press. doi: 10.1201/9781315119861.
- Nybakken, J.W. 1982. *Marine Biology: An Ecological Approach*. New York: Harper & Row. pp.459.
- Solanki, D., Kanejiya, J. & Gohil, B. 2017. Population Status of Mudskippers In Mangrove and Non-Mangrove Area of Ghogha Coast , Bhavnagar, Gujarat, India, *Flora Fauna*, 23:9–19. doi: 10.33451/florafaua.v23i1pp09-19.
- Toba, A. & Ishimatsu, A. 2014. Roles of air stored in burrows of the mudskipper *Boleophthalmus pectinirostris* for adult respiration and embryonic development, *J. Fish Biol.*, 84(3):774–793. doi: 10.1111/jfb.12324.
- Tytler, P. & Vaughan, T. 1983. Thermal ecology of the mudskippers, *Periophthalmus koelreuteri* (Pallas) and *Boleophthalmus boddarti* (Pallas) of Kuwait Bay, *J. Fish Biol.*, 23(3):327–337. doi: 10.1111/j.1095-8649.1983.tb02912.x.
- Yang, K., Lee, S. & Williams, G.A. 2003. Selective feeding by the mudskipper (*Boleophthalmus pectinirostris*) on the microalgal assemblage of a tropical mudflat. *Mar. Biol.*, 143(2):245–256. doi: 10.1007/s00227-003-1067-y.
- Zamroni, Y. 2016. Biogeography And Conservation of Oxudercine Gobies (Gobiidae: Oxudercinae) In Lesser Sunda, Moluccas, And Sulawesi. Bogor Agriculture University.