

POTENSI PENGEMBANGAN BUDIDAYA SILVOFISHERY DI AREA MANGROVE WONOREJO SURABAYA

(Potential of The Silvofishery Cultivation in The Mangrove Area of Wonorejo Surabaya)

Nirmalasari Idha Wijaya*, Ninis Trisyani, dan/and Aniek Sulestiani

Universitas Hang Tuah, Jl. Arif Rahman Hakim, Nomor 150, Surabaya, 60111, 031-5846261

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: <i>Scylla serrata, mangrove, silvofishery, cultivation, Wonorejo</i>	<i>Regional Regulation of Surabaya City Government Number 3 of 2007 that the mangrove ecosystem designated as a conservation area in Pamurbaya is 2,500 hectares. But until 2015 the mangrove forests in the Pamurbaya area only had around 440 ha. The remaining about 2,060 hectares is still in the form of traditional ponds. The aim of this study was to assess the potential development of crab silvofishery cultivation in the Wonorejo mangrove area. The method of this research was used descriptive analysis of the mangrove ecosystem and the economic valuation of mud crab silvofishery cultivation. Silvofishery is a solution for the use of mangroves that are environmentally friendly. However, the development of silvofishery mangrove crabs in Wonorejo mangroves requires special efforts, in order to be successful, because of the low condition of mangrove aquatic environment for cultivation, which includes high pollutants of heavy metals (Pb, Cd and Hg), low Dissolved Oxygen (DO), and high rates of sedimentation in ponds. Low environmental conditions cause the growth rate of low-culture crabs to be only an average of 0.32 - 0.87 g / day, with a survival rate of around 50-58%.</i>
Kata kunci: <i>Scylla serrata, mangrove, silvofishery, budidaya, Wonorejo</i>	ABSTRAK
Riwayat Artikel: Tanggal diterima: 27 Desember 2018; Tanggal direvisi: 12 Agustus 2019; Tanggal disetujui: 4 Oktober 2019	Peraturan Daerah Kota Surabaya No 3 Tahun 2007 menetapkan bahwa ekosistem mangrove yang ditetapkan sebagai kawasan konservasi di Pamurbaya seluas 2.500 ha. Namun sampai tahun 2015 hutan mangrove yang ada di kawasan Pamurbaya hanya ada sekitar 440 ha. Selebihnya sekitar 2.060 ha masih berupa lahan tambak tradisional yang tidak ramah bagi ekosistem mangrove. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai potensi pengembangan budidaya silvofishery kepiting di kawasan mangrove Wonorejo. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis deskriptif terhadap ekosistem mangrove dan valuasi ekonomi terhadap budidaya silvofishery kepiting bakau. Silvofishery adalah solusi untuk pemanfaatan mangrove yang ramah lingkungan, namun pengembangan budidaya silvofishery kepiting bakau di mangrove Wonorejo memerlukan upaya khusus, agar dapat berhasil dengan baik. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kondisi lingkungan perairan mangrove untuk budidaya, yaitu antara lain pada tingginya bahan pencemar logam berat (Pb, Cd, dan Hg), rendahnya Oksigen Terlarut (DO), dan tingginya laju sedimentasi dalam tambak. Kondisi lingkungan yang rendah menyebabkan laju pertumbuhan kepiting budidaya rendah hanya rata-rata 0,32 – 0,87 g/hari, dengan tingkat kelulushidupan sekitar 50-58%, sehingga menjadi tidak layak jua secara ekonomi.

Editor: Dr. Henti Hendalastuti Rachmat

Korespondensi penulis: Nirmalasari Idha Wijaya * (E-mail: nirmalasari@hangtuah.ac.id)

Kontribusi penulis: **NIW**: pengambilan data primer, mengolah data dan penulisan bidang ekologi mangrove dan kepiting bakau; **NT**: mengolah data dan penulisan bidang biologi perikanan; **AS**: mengolah data dan penulisan bidang analisis finansial

<https://doi.org/10.20886/jphka.2019.16.2.173-189>

©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license



I. PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove memiliki peranan sebagai perpaduan antara aspek fisik dan aspek biologi, yang dikenal sebagai fungsi ekologis. Sedangkan pemanfaatannya akan bermakna sebagai aspek ekonomi dimana manusia merupakan salah satu unsur utama yang berperan sebagai pengguna ekosistem tersebut. Pemanfaatan sumber daya mangrove untuk kepentingan ekonomi seringkali menjadi permasalahan bagi ekosistem mangrove tersebut karena yang dilakukan umumnya berupa pengkonversian mangrove untuk pengembangan kegiatan skala besar seperti pertanian, akuakultur, logging, pengambilan garam, dan infrastruktur (Wijaya, 2011).

Pemanfaatan areal mangrove untuk budidaya silvofishery kepiting bakau dapat menjadi salah satu alternatif jalan keluar bagi permasalahan pemanfaatan lahan warga di sekitar kawasan konservasi mangrove. Dengan dimanfaatkan untuk silvofishery, maka masyarakat akan terus mempertahankan keberadaan pohon mangrove di lahan miliknya, sehingga areal lahan masyarakat dapat berfungsi sebagai zona penyangga bagi mangrove di kawasan ekowisata, yang merupakan zona inti.

Sejak beberapa tahun terakhir populasi kepiting bakau di daerah Pamurbaya semakin berkurang, hal ini antara lain disebabkan karena eksploitasi terhadap sumberdaya kepiting yang sangat intensif dan semakin berkurangnya ekosistem mangrove di wilayah Pamurbaya yang merupakan habitat kepiting. Dari hasil penelitian ini, diketahui bahwa laju eksploitasi kepiting betina di Wonorejo dengan nilai sebesar 0,63, sehingga sudah melebihi eksploitasi optimum yaitu sebesar 0,5 (Pauly, 1984). Yusrudin (2016) bahkan menyatakan bahwa laju eksploitasi kepiting bakau di Wonorejo mencapai nilai 0,72. Eksploitasi sumberdaya perairan yang mengabaikan kelestarian, baik karena pemanfaatan yang berlebihan maupun dengan cara yang

merusak habitat, pada akhirnya akan memiskinkan masyarakatnya.

Saat ini masyarakat pesisir Pamurbaya masih memanfaatkan kawasan mangrove untuk budidaya udang dan bandeng dengan sistem tambak tradisional. Sistem tambak tradisional dengan teknologi budidaya ekstensif cenderung lebih banyak menggunakan lahan, dengan produktivitas yang relatif rendah. Akibatnya kawasan mangrove yang dibuka untuk dikonversi menjadi lahan tambak juga makin luas. Seperti saat ini, menurut Peraturan Daerah Kota Surabaya No 3 Tahun 2007, ekosistem mangrove yang ditetapkan sebagai kawasan konservasi di Pamurbaya seluas 2.500 hektare. Namun sampai tahun 2015 hutan mangrove yang ada di kawasan Pamurbaya hanya ada sekitar 440 ha (Damayanti, Wijaya, & Patwati, 2017). Selebihnya sekitar 2.060 ha berupa lahan tambak tradisional, yang masih dapat direhabilitasi menjadi silvofishery.

Pemanfaatan mangrove untuk budidaya silvofishery kepiting bakau belum umum dilakukan di kawasan mangrove Wonorejo. Hal itu terjadi karena budidaya silvofishery mempunyai banyak kendala terkait dengan pemeliharaan biota budidaya. Pada kenyataannya, memelihara biota pada perairan yang volume airnya terbatas dan dengan sedimentasi yang sangat cepat, memerlukan rekayasa teknologi agar kualitas air yang tiba-tiba menurun dapat diatasi dengan cepat. Untuk itu dilakukan penelitian ini, dengan tujuan untuk menilai potensi ekologi pengembangan budidaya silvofishery kepiting di kawasan mangrove Wonorejo.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu pengumpulan data ini dilaksanakan antara Juni 2017 sampai dengan Juli 2018. Lokasi penelitian adalah kawasan mangrove di Desa Wonorejo, Kecamatan Rungkut, dan pada lokasi tambak silvofishery yang dikelola oleh

Mangrove Information Center (MIC) di bawah Dinas Ketahanan Pangan Pertanian dan Perikanan Kota Surabaya, dengan koordinat 7°18'31" LS, 112°49'0" BT.

Tambak yang digunakan adalah tambak silvofishery di MIC Wonorejo dengan luas sekitar 1 hektar. Tambak ditutupi vegetasi mangrove dengan penutupan mencapai 80% dari area tambak. Bagian tambak yang akan digunakan untuk penelitian budidaya silvofishery kepiting bakau dibuat jembatan bambu, sebagai tempat untuk meletakkan katrol sebagai alat angkat karamba.

Lokasi pengamatan untuk survei vegetasi diletakkan pada 3 stasiun dengan 3 plot transek. Stasiun penelitian ditentukan di lokasi secara konseptual berdasarkan keterwakilan lokasi penelitian.

Stasiun 1 : Zona belakang ekosistem mangrove (supratidal)

Stasiun 2 : Zona tengah ekosistem mangrove (intertidal)

Stasiun 3 : Zona depan ekosistem mangrove (subtidal)

Masing-masing stasiun ditarik garis jalur sejauh 100 meter atau mengikuti ketebalan mangrove di lokasi tersebut. Pada jalur tersebut dibuat plot-plot. Pada

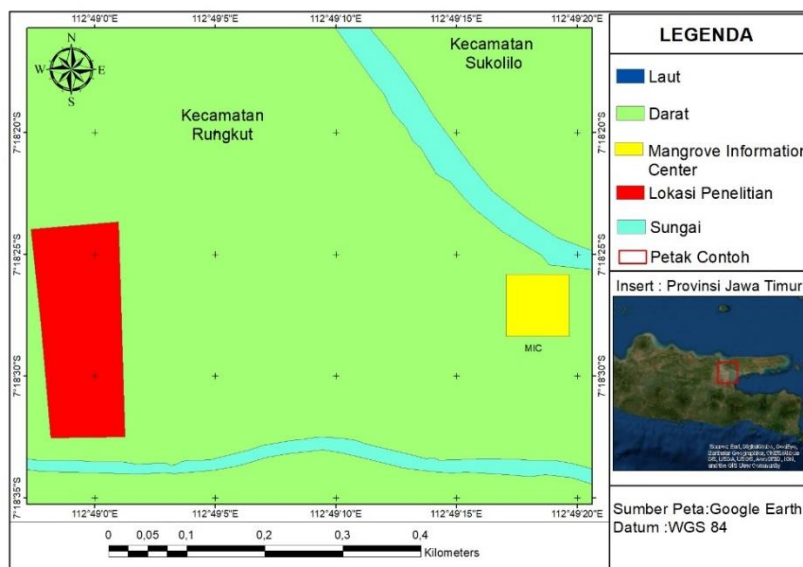
jalur dibuat petak contoh dengan ukuran 2 x 2 m untuk semai, 5 x 5 m untuk pancang, dan 10 x 10 m untuk pohon (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove).

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah data mengenai ekosistem mangrove, biologi populasi kepiting bakau, kualitas lingkungan perairan di tambak silvofishery, dan data usaha budidaya silvofishery kepiting bakau.

Data yang dikumpulkan untuk mengetahui potensi ekosistem mangrove Wonorejo bagi budidaya silvofishery kepiting bakau, meliputi:

1. Kondisi kerapatan dan jenis vegetasi mangrove.
2. Parameter lingkungan perairan budidaya silvofishery.
3. Biologi populasi kepiting bakau.
4. Hasil usaha budidaya silvofishery kepiting bakau.
5. Kelayakan ekonomi usaha budidaya silvofishery kepiting bakau.



Gambar (Figure) 1. Lokasi tambak silvofishery di mangrove Wonorejo (*The location of silvofishery ponds in mangrove of Wonorejo*)

Alat yang digunakan untuk mengumpulkan data antara lain adalah GPS, tali rafia, roll meter, jangka sorong, timbangan digital, rambu ukur pasut, DO meter, termometer, refraktometer, pH meter, karamba *battery cell*, plastik sampel, dan kertas label.

C. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode survei, sebagaimana diuraikan pada Tabel 1.

D. Analisis Data

1) Analisis Data Vegetasi

Data vegetasi dianalisis dengan menghitung Kerapatan Jenis (K), Frekuensi (Fi), Dominansi (Di), Indeks nilai penting (INP), dan indeks keanekaragaman Shanon-Wiener (H').

2) Kelayakan Usaha Budidaya Silvofishery

a) Revenue Cost Ratio (R/C)

Analisis ini digunakan untuk melihat layak atau tidaknya suatu usaha yang dilakukan dengan membandingkan penerimaan dengan biaya produksi selama periode waktu tertentu (satu musim tanam). Secara matematis R/C dituliskan:

$$R/C = \text{Total Revenue} / \text{Total Cost}$$

Kriteria Usaha: R/C > 1, usaha menguntungkan; R/C = 1, usaha impas; R/C < 1, usaha merugikan

b) Net Present Value (NPV)

Net Present Value (nilai saat ini) adalah nilai kini dari keuntungan bersih yang akan diperoleh di masa yang akan datang. NPV merupakan selisih antara present value dari manfaat dengan present value dari biaya. Secara matematis NPV dapat dituliskan:

$$NPV = \left(\sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} \right)$$

Bt = Manfaat pada tahun ke-t

Ct = Biaya pada tahun ke-t

r = Tingkat bunga diskonto (*discount rate*)

n = umur ekonomis

t = 0, 1, 2, 3..... tahun ke-n

Kriteria Usaha: NPV > 1, usaha layak untuk dilaksanakan; NPV = 1, pengembalian sebesar *opportunity cost* modal; NPV < 1, usaha tidak layak dilakukan

c) Net Benefit Cost Ratio (Net B/C)

Net B/C merupakan perbandingan nilai sekarang dari keuntungan suatu usaha dengan biaya investasi pada awal usaha. Untuk menghitung nilai net B/C digunakan persamaan berikut:

$$NetB/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+i)^t} (B_t - C_t) > 0}{\sum_{t=1}^n \frac{(C_t - B_t)}{(1+i)^t} (B_t - C_t) < 0}$$

Kriteria Usaha: Net B/C > 1, usaha layak untuk dilaksanakan; Net B/C = 1, usaha perlu ditinjau kembali; Net B/C < 1, usaha tidak layak dilakukan.

d) Payback Period (PbP)

Choliq & Wirasmita (2004), Payback Period adalah jangka waktu kembalinya investasi yang telah dikeluarkan, melalui keuntungan yang diperoleh dari suatu proyek yang telah direncanakan. Untuk menghitung PbP digunakan rumus:

$$Payback\ Period = n + (a-b)/(c-b) \times 1\ \text{tahun}$$

n = Tahun terakhir dimana jumlah arus kas masih belum bisa menutup investasi mula-mula

a = Jumlah investasi mula-mula

b = Jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke - n

c = Jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke n + 1

Kriteria: Periode pengembalian lebih cepat: layak; Periode pengembalian lebih lama: tidak layak.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Ekosistem Mangrove Wonorejo

Kawasan mangrove Wonorejo merupakan bagian kawasan konservasi mangrove Pamurbaya yang direhabilitasi menjadi kawasan ekowisata. Mangrove Wonorejo mulai direhabilitasi sejak tahun 2009, dan selanjutnya dijadikan sebagai kawasan ekowisata dan dibangun fasilitas Mangrove Information Centre (MIC). Sejak direhabilitasi tahun 2009, hingga saat ini mangrove Wonorejo telah mengalami perubahan pada pola zonasi ekosistemnya. Perubahan tersebut antara lain pada pembentukan zonasi vegetasinya. Perubahan struktur vegetasi juga akan menyebabkan perubahan dari profil vegetasi tumbuhan yang menyusun komunitas mangrove. Analisis struktur vegetasi mangrove Wonorejo pernah dilaporkan sebelumnya pada tahun 2018 oleh penulis (Wijaya & Huda, 2018) yaitu jenis mangrove yang dominan pada zona belakang adalah *Nypa fruticans* (84,2%), sedangkan pada zona tengah jenis yang dominan adalah *Excoecaria agallocha* (40,9%), dan pada zona depan adalah *Avicenia alba* (83,4%). Tingkat kerusakan

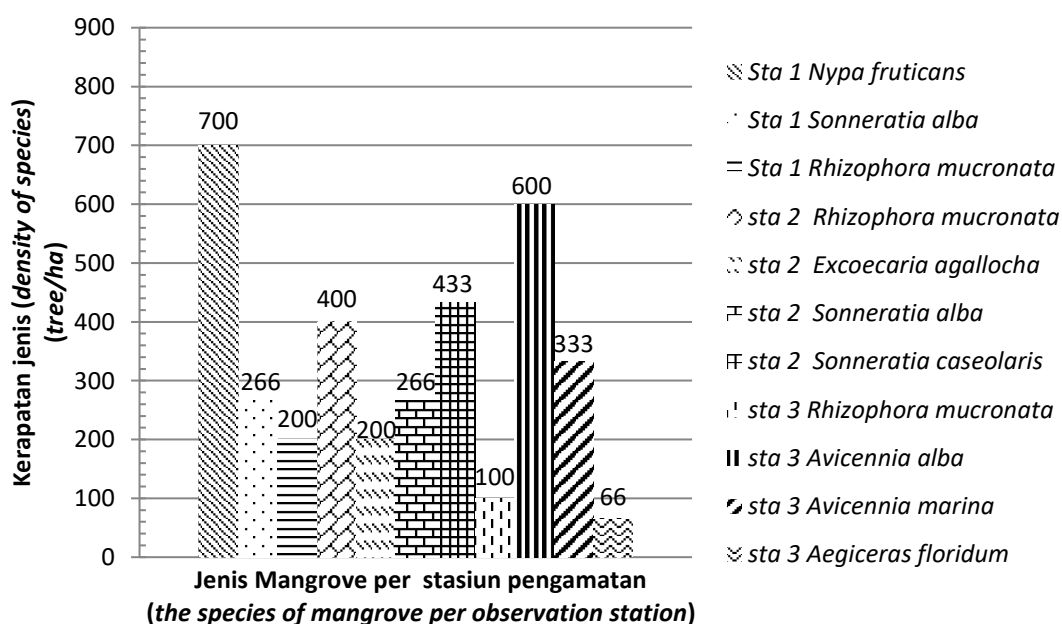
vegetasi mangrove di Wonorejo termasuk dalam kondisi sedang, dengan kerapatan pohon antara $\geq 1000 - < 1500$ per hektar. Indeks keanekaragaman pada semua zona rendah karena bernilai kurang dari 1,5.

1. Kerapatan Jenis Vegetasi Mangrove Wonorejo

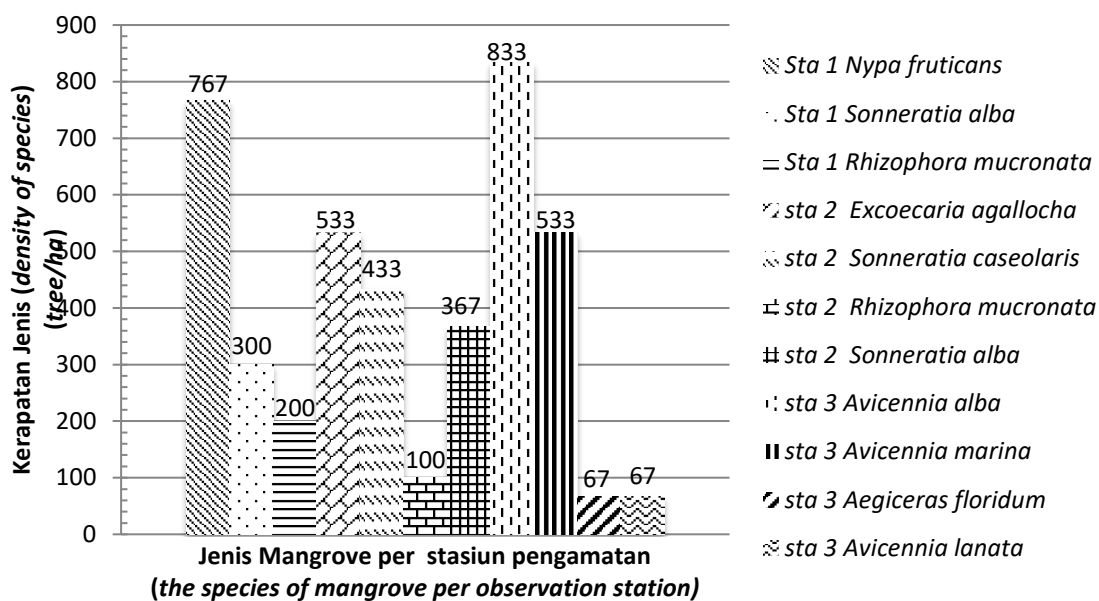
Nilai kerapatan jenis tingkat pohon berdasarkan hasil transek mangrove yang dilakukan di lokasi Mangrove Wonorejo Surabaya, disajikan pada Gambar 2.

Nilai kerapatan jenis tertinggi tingkat pancang disajikan pada Gambar 3 dan nilai kerapatan jenis tertinggi tingkat semai disajikan pada Gambar 4.

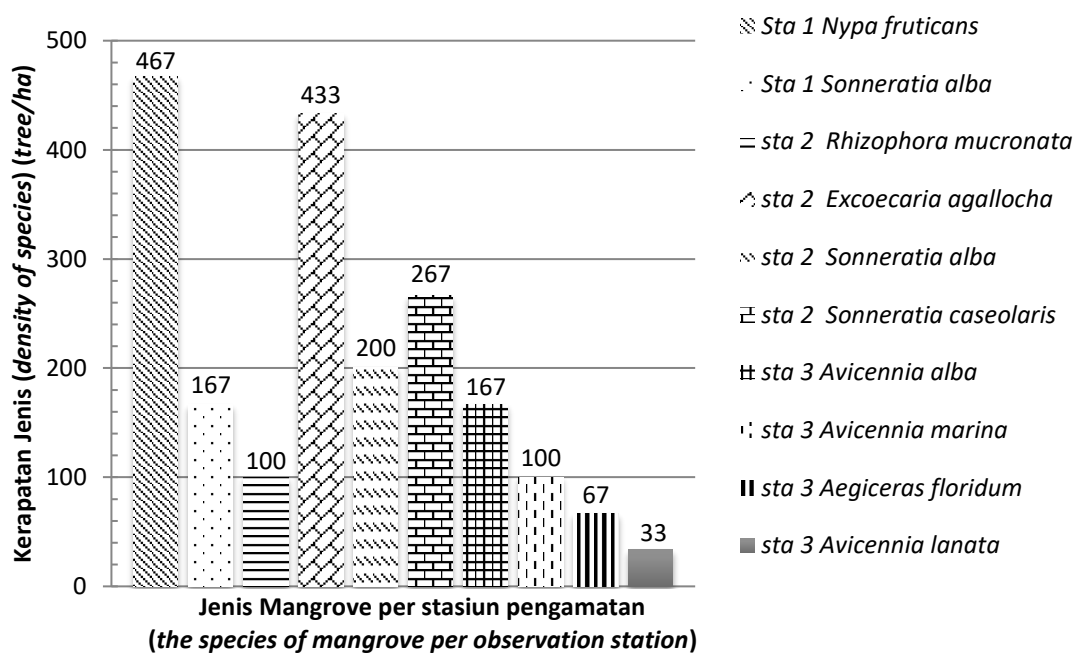
Bila dibandingkan antar ketiga ukuran vegetasi mangrove, yaitu pohon, pancang dan semai, tampak bahwa baik pada stasiun 1, stasiun 2, maupun stasiun 3, ketiga ukuran vegetasi tersebut ditemukan relatif merata. Hal ini menunjukkan bahwa ekosistem mangrove Wonorejo mempunyai struktur pertumbuhan vegetasi yang lengkap pada tingkat semai, pancang, dan pohon sehingga proses regenerasi dapat berlangsung dan akan terwujud kelestarian apabila tingkat ancaman/gangguan kerusakan terhadap ekosistem tersebut rendah.



Gambar (figure) 2. Kerapatan jenis mangrove tingkat pohon (density of mangrove species at tree level) (Wijaya & Huda, 2018)



Gambar (figure) 3. Kerapatan jenis mangrove tingkat pancang (*density of mangrove species at stake level*) (Wijaya & Huda, 2018)



Gambar (figure) 4. Kerapatan jenis mangrove tingkat semai (*density of mangrove species at seedling level*) (Wijaya & Huda, 2018)

Kerapatan jenis mangrove pada tingkat semai di stasiun 3 rata-rata lebih rendah (83,28 semai/ha) dibandingkan pada stasiun 1 (316,66 semai/ha) dan stasiun 2 (249,97 semai/ha). Rendahnya

tingkat semai di stasiun 1 bisa terjadi karena pada lantai mangrove di stasiun 1 penuh dengan sampah plastik yang berasal dari sampah buangan warga yang terjebak dalam hutan mangrove.

2. Indeks Nilai Penting (INP) Vegetasi Mangrove

Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi mangrove di Wonorejo pada stasiun 1 adalah jenis *Nypa fruticans* yang memiliki nilai INP tertinggi sebesar 182% untuk tingkat pohon dan untuk tingkat pancang 197,4%. Stasiun 2 nilai INP tertinggi ada pada jenis *Excoecaria agallocha* dengan nilai INP sebesar 106,7% untuk tingkat pohon dan 94,1% untuk tingkat pancang. Kemudian pada stasiun 3 jenis *Avicennia alba* memiliki nilai INP tertinggi sebesar 181,79% untuk tingkat pohon dan untuk tingkat pancang 133%. Sedangkan nilai kerapatan dan indeks keanekaragaman untuk vegetasi yang berukuran pohon disajikan pada Tabel 2.

Mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove, tingkat kerusakan vegetasi

mangrove di Wonorejo termasuk dalam kondisi sedang, dengan kerapatan pohon antara $\geq 1000 - < 1500$ per hektar.

Indeks keanekaragaman pada semua stasiun juga tergolong rendah karena bernilai kurang dari 1,5. Hal ini terjadi karena ekosistem mangrove Wonorejo merupakan ekosistem yang baru terbentuk setelah dilakukan penanaman kembali pada tahun 2009. Namun ekosistem ini mulai menunjukkan adanya suksesi ekosistem, terbukti dengan mulai adanya jenis-jenis mangrove lain yang tidak ditanam dengan sengaja, dan adanya semai yang cukup banyak.

3. Karakteristik Parameter Hidro-oseanografi

Parameter hidro-oseanografi yang diukur meliputi jenis substrat, lama rendaman dan tinggi rendaman pasut, disajikan pada Tabel 3.

Tabel (Table) 2. Indeks keanekaragaman mangrove bertipe pohon di Wonorejo (*Diversity Index of mangrove that tree size in Wonorejo*)

Parameter	Sta 1	Sta 2	Sta 3
Kerapatan/density (tree/ha)	1267	1433	1500
Indeks Keanekaragaman/Diversity Index (H)	0,40	0,55	0,42

Tabel (Table) 3. Rerata hasil pengukuran parameter hidro-oseanografi di mangrove Wonorejo (*result of measurements of hydro-oceanographic in the Wonorejo Mangrove*).

Parameter	Kondisi Pasut (tide)	Perbani (bandage)			Purnama (full moon)		
		Sta. I	Sta. II	Sta. II	Sta. I	Sta. II	Sta. III
Jenis Substrat (substrate)		lempung lanauan (silt clay)	lempung lanauan (silt clay)	lempung lanauan (silt clay)	lempung lanauan (silt clay)	lempung lanauan (silt clay)	lempung lanauan (silt clay)
Lama Rendaman (long tide immersion) (hours)		17,2	17,7	19,3	16,8	18,3	19,7
Tinggi Rendaman (high tide immersion) (cm)		63,5	81,2	96,5	121,0	130,8	152,3

Pasang surut di lokasi penelitian memiliki tipe pasang surut campuran condong harian ganda dimana dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda namun pada periode tertentu juga terjadi satu kali pasang dan satu kali air surut, dengan nilai *formzahl* sebesar 0,65 nilai tersebut berada diantara 0,25 dan 1,5. Jenis sedimen di Hutan Mangrove Wonorejo Surabaya didominasi lempung lanauan tetapi pada plot 2 stasiun 3 ditemukan sedimen pasir lanauan.

Wijaya & Huda (2018) menyatakan parameter salinitas dan lama rendaman berkorelasi erat dengan jenis vegetasi mangrove di mangrove Wonorejo, dengan hasil perhitungan matrik korelasi (*Pearson*) dimana vegetasi mangrove dengan parameter salinitas memiliki koefisien korelasi 0,896 (korelasi sangat kuat) sedangkan vegetasi mangrove dengan parameter substrat memiliki koefisien korelasi 0,297 (korelasi sangat lemah).

B. Kualitas Perairan Tambak Silvofishery

Hasil analisis kualitas perairan tambak silvofishery adalah sebagai berikut:

1. Tingginya laju sedimentasi

Beban sedimen dari aliran sungai di sekitar area tambak silvofishery MIC Wonorejo mencapai 335,65 ton/hari. Sedimentasi menjadi semakin cepat terjadi ketika beban sedimen yang cukup tinggi ini terperangkap oleh perakaran mangrove dalam tambak silvofishery.

Tambak silvofishery yang dikelilingi oleh vegetasi mangrove menyebabkan kualitas air dalam tambak mengalami sedimentasi yang sangat cepat. Perakaran mangrove merupakan jebakan sedimen, yang menyebabkan sedimen mudah menumpuk di dasar tambak dan menyebabkan pendangkalan air tambak. Hastuti (2017) menyatakan bahwa terdapat penurunan kekeruhan seiring dengan pertambahan lebar saluran tambak silvofishery pada tegakan *R. mucronata*. Penurunan turbiditas air seiring dengan semakin bertambahnya ukuran saluran meningkatkan laju pengangkutan sedimen. Dalam saluran tambak silvofishery, semakin lebar saluran tambak berdampak pada semakin besar aliran biomassa air sehingga kandungan sedimen menurun dan tingkat kekeruhan menjadi rendah. Sehingga untuk menurunkan kandungan sedimen perlu direkayasa saluran air yang lebih lebar.

Penelitian Budiadi, Nurjanto, Hardiwinoto, & Primananda (2016) di S. Progo Yogyakarta, menunjukkan bahwa muara Sungai Progo pada awalnya memiliki laguna yang bisa menjadi tempat tumbuh yang ideal tanaman mangrove, namun demikian, laguna tersebut berangsur-angsur menyempit dan menghilang karena sedimen.

2. Rendahnya Oksigen Terlarut (DO)

Pengukuran oksigen terlarut (DO) pada malam hari menunjukkan kadar yang rendah, yaitu 3,0 mg/L. Kadar DO ini sudah di bawah ambang batas kebutuhan biota perairan, yaitu sebesar 4,0 mg/L.

Tabel (Table) 4. Laju sedimentasi di kawasan mangrove Wonorejo (*The sedimentation rates of mangrove Wonorejo areas*)

No	Lokasi (Location)	Laju Transpor Sedimen (Sediment Transport Rate) (mg/cm ² /day)	Beban Sedimen (Sediment Loading) (ton/day)
1.	Muara Sungai Jagir	0,0257	79,9580
2.	Lokasi Jogging Track	0,1511	468,5221
3.	Tambak MIC	0,2476	335,6443

Sumber (Source): Maharani & Wijaya (2018)

Pengukuran DO pada pagi hari juga menunjukkan kadar yang sangat rendah, yaitu hanya sebesar 1,1 mg/L. Kadar DO yang sangat rendah di pagi hari terjadi karena selama malam hari tidak terjadi penambahan oksigen terlarut oleh fotosintesis fitoplankton, justru mereka ikut mengkonsumsi oksigen terlarut yang ada di perairan tambak, sehingga terjadi deplesi oksigen yang sangat cepat, bahkan mencapai kondisi hipoxia. Deplesi Oksigen yang cepat pada malam hari berpotensi menyebabkan kematian kepiting bakau yang dibudidayakan. Pada beberapa kejadian kematian kepiting bakau banyak terjadi pada malam hari. Tingginya DO ini juga bisa disebabkan oleh konsentrasi NO_3^- (Nitrat) dan PO_4^- (Fosfat) yang melebihi ambang baku mutu (Tabel 5), kedua unsur ini akan meningkatkan pertumbuhan fitoplankton, yang akan berdampak pada deplesi oksigen.

BOD (*Biological Oxygen Demand*) di dalam tambak mencapai kisaran 65-73 mg/L. Tingginya kadar BOD di tambak silvofishery antara lain disebabkan oleh tingginya serasah yang dihasilkan oleh vegetasi mangrove yang tumbuh di area silvofishery. Serasah dari vegetasi mangrove menjadi sumber bahan organik di tambak, sehingga BOD menjadi tinggi.

3. Tingginya bahan pencemar logam berat

Hasil analisis logam berat yang dilakukan di Laboratorium Gizi Universitas Airlangga menunjukkan bahwa kandungan tiga jenis logam berat, yaitu Pb, Cd, dan Hg, pada air tambak silvofishery Wonorejo sudah jauh melebihi ambang batas kebutuhan hidup biota air laut, berdasarkan Lampiran III Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

Hasil analisis kualitas air tambak silvofishery untuk beberapa jenis polutan, yaitu Pb (Timbal), Hg (Merkuri), Cd (Cadmium), NO_3 (Nitrat-N), dan PO_4

(Fosfat-P) menunjukkan bahwa kandungan polutan pada air tambak sudah jauh melebihi ambang baku mutu yang disarankan untuk kehidupan biota laut.

Pengukuran pada saat aliran air masuk ke tambak ketika air laut pasang bahkan menunjukkan angka yang lebih tinggi dibanding air tambak yang sudah beberapa saat berada di dalam tambak. Hal ini diduga bahwa air sungai yang menjadi sumber air bagi tambak dalam kondisi tercemar oleh logam berat dan polutan lain (N dan P). Justru setelah beberapa saat berada dalam tambak, polutan tersebut terendapkan sehingga kadarnya menjadi lebih rendah, dibandingkan ketika air baru masuk ke tambak. Penelitian Hastuti (2017) menunjukkan bahwa perlakuan lebar saluran memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan kandungan Cd dalam sedimen saluran tambak wanamina, sementara perlakuan berdasarkan jenis mangrove dan secara simultan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan.

Hasil analisis kualitas air tambak silvofishery untuk beberapa jenis polutan, yaitu Pb (Timah Hitam), Hg (Merkuri), Cd (Cadmium), NO_3 (Nitrat-N), dan PO_4 (Fosfat-P) menunjukkan bahwa kandungan polutan pada air tambak sudah jauh melebihi ambang baku mutu yang disarankan.

Pengukuran pada saat aliran air masuk ke tambak ketika air laut pasang menunjukkan angka yang lebih tinggi dibanding air tambak yang sudah beberapa saat berada di dalam tambak. Justru setelah beberapa saat berada dalam tambak, polutan tersebut terendapkan sehingga kadarnya menjadi lebih rendah, dibandingkan ketika air baru masuk ke tambak. Hal ini diduga bahwa air sungai yang menjadi sumber air bagi tambak dalam kondisi tercemar oleh logam berat dan polutan lain (N dan P), karena di Sungai Wonorejo bermuara saluran air dari industri yang ada di sekitar Kecamatan Rungkut.

Kadar logam berat tertinggi pada unsur cadmium yang mencapai 87 kali lebih tinggi dibanding baku mutu, sedangkan merkuri mencapai 4 kali lebih tinggi, dan timah hitam 2,75 kali lebih tinggi. Tingginya logam berat di area mangrove dilaporkan juga oleh Gunawan & Anwar (2008) yaitu kandungan Pb yang mencapai 0,562 mg/L di tambak empang parit di Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan Ciasem-Pamanukan, yang sudah jauh di atas baku mutu yang dibolehkan.

4. Peningkatan suhu air tambak.

Perairan yang dangkal karena sedimen juga menyebabkan air tambak menjadi lebih cepat meningkat suhunya.

Kisaran suhu air tambak silvofishery Wonorejo adalah antara 28-32°C, dengan suhu rata-rata adalah 30,8°C. Suhu ini relatif lebih tinggi dibanding di daerah lain, namun masih dalam batas toleransi kehidupan kepiting bakau. Secara umum, kualitas air dalam tambak silvofishery memang sangat mudah berubah, sehingga perlu rekayasa teknologi agar proses budidaya dapat terlaksana dengan baik. Rekayasa yang bisa dilakukan pada jenis budidaya karamba adalah bagaimana karamba yang berisi hewan budidaya dapat dipindahkan dengan cepat ketika kondisi kualitas air menurun.

Tabel (Table) 5. Hasil pengukuran kualitas air pada tambak silvofishery Wonorejo (*Water quality measurement on silvofishery Ponds of Wonorejo*)

No	Parameter (parameter)	Hasil anaLisis (Result)	Baku mutu untuk biota laut (quality standards for marine biota)	Satuan (Units of measurement)	Keterangan ¹⁾ (remarks)
A. Pada saat penebaran benih kepiting (at the time of sowing crab seeds)*					
1	Pb (Timbal)	0,018	0,008	mg/L	A
2	Hg (Merkuri)	0,002	0,001	mg/L	A
3	Cd (Cadmium)	0,051	0,001	mg/L	A
4	NO ₃ (Nitrat)	10,57	0,008	mg/L	A
5	PO ₄ (Fosfat)	0,063	0,015	mg/L	A
B. Pada saat air pasang (at high tide)*					
1	Pb (Timbal)	0,022	0,008	mg/L	A
2	Hg (Merkuri)	0,004	0,001	mg/L	A
3	Cd (Cadmium)	0,087	0,001	mg/L	A
4	NO ₃ (Nitrat)	12,89	0,008	mg/L	A
5	PO ₄ (Fosfat)	0,081	0,015	mg/L	A
C. Kisaran kualitas air mingguan (weekly water quality range)**					
1	Salinitas	20-29	sd. 34	‰	B
2	DO	1-7,7	>5	mg/L	A
3	pH	7,2-8,3	7-8,5	-	B
4	Temperatur	28-32,6	28-32	°C	B
5	BOD	65-73	20	mg/L	A

Keterangan (Remarks):

* = hasil analisis lab. gizi Universitas Airlangga (*The results of analyzed by the nutrition laboratory of Airlangga University*)

** = hasil pengukuran mingguan insitu oleh peneliti (*Weekly measurement results on site by researches*)

¹⁾ A = melebihi ambang (*exceed the threshold*)

B = sesuai ambang (*suitable*)

Tarunamulia, Mustafa, Hasnawi, dan

Kamariah (2015) menyampaikan bahwa

kondisi rekayasa tambak eksisting dapat berpengaruh langsung maupun tidak langsung pada produktivitas dan keberlanjutan tambak silvofishery di Blanakan. Ketidaksesuaian lebar dan kedalaman saluran dengan kondisi tunggang pasut lokal (< 1 m) menyebabkan tidak efektifnya fungsi saluran dalam menyediakan kuantitas dan kualitas air yang optimal untuk kegiatan budidaya. Nilai salinitas air dengan kisaran 7-65 ppt juga merupakan faktor pembatas utama produktivitas lahan. Nilai salinitas air tambak yang tinggi berkaitan erat dengan variasi spasial elevasi dasar tambak dan penurunan efektivitas fungsi saluran tambak akibat sedimentasi. Jika faktor pembatas lingkungan dan ketidaksesuaian rekayasa tambak tersebut tidak ditangani dengan baik tentunya akan mengancam keberlanjutan kegiatan budidaya berbasis silvofishery.

C. Biologi Kepiting Bakau

Kepiting bakau adalah salah satu jenis biota yang berasosiasi dengan vegetasi mangrove. Demikian juga dengan kepiting bakau yang dibudidayakan pada penelitian ini adalah kepiting yang ditangkap dari kawasan mangrove Wonorejo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepiting bakau (*S. serrata*) yang tertangkap oleh nelayan Wonorejo frekuensi tertinggi pada kisaran lebar karapas 75 mm – 85 mm, berarti ukuran rata – rata kepiting bakau di mangrove Wonorejo masih belum dewasa kelamin atau belum melakukan reproduksi. Penelitian Wijaya, Yulianda, Boer, & Juwana (2010) kepiting bakau (*S. serrata*) telah dewasa kelamin jika memiliki

ukuran lebar karapas >100 mm. Ukuran lebar karapas >150 mm merupakan ukuran yang diizinkan untuk diperdagangkan oleh pemerintah Indonesia berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI (Permen KP No. 1/2015). Berdasarkan peraturan tersebut, hasil tangkapan kepiting bakau di mangrove Wonorejo masih belum memenuhi standar ukuran lebar karapas yang boleh diperdagangkan.

Analisis pertumbuhan populasi *S. serrata* di Wonorejo disajikan tabel 6.

Mortalitas penangkapan (F) dapat dihitung dengan mengurangkan mortalitas total (Z) terhadap mortalitas alami (M), dengan rumus di bawah ini:

$$Z = F + M \quad \text{menjadi} \quad F = Z - M$$

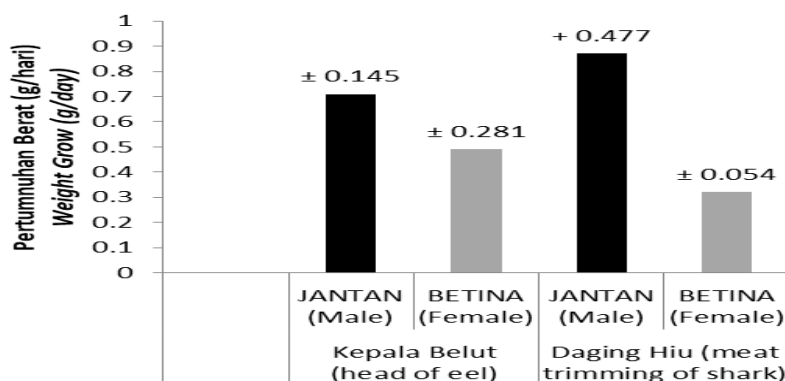
Berdasarkan nilai dugaan laju mortalitas akibat penangkapan (F) dibagi dengan laju mortalitas total (Z), maka laju eksploitasi (E) dapat diduga dengan rumus $E = F/Z$. Dimana E adalah laju eksploitasi atau bagian dari mortalitas yang disebabkan oleh penangkapan. Jika nilai $E = 0,5$ menunjukkan bahwa nilai tersebut optimum (Eopt), hal ini didasarkan pada asumsi bahwa hasil berimbang adalah optimum bila $F = M$.

Laju Eksploitasi (E) kepiting betina juga lebih tinggi dibanding kepiting jantan, dengan nilai sebesar 0,63. Laju eksploitasi kepiting betina ini sudah melebihi eksploitasi optimum, sebagaimana disarankan oleh Pauly (1984), yaitu eksploitasi dapat dikatakan optimal bila mortalitas alami dan mortalitas penangkapan seimbang sehingga $E_{opt} = 0,5$. Hasil analisis laju pertumbuhan pada usaha budidaya silvofishery kepiting bakau di mangrove Wonorejo disajikan pada gambar 5.

Tabel (Table) 6. Laju Mortalitas *Scylla serrata* (The mortality rate of *Scylla serrata*)

Parameter (Parameter)	Jantan (Male)	Betina (Female)	Keterangan Data (Data Information)
Z	1,85	2,79	Data processing of FiSAT II
M	1,11	1,04	RUMUS PAULY
F	0,74	1,75	$F=Z-M$
E	0,40	0,63	$E=F/Z$

Sumber (source): Pengolahan data primer (Primary data processing)



Gambar (Figure) 5. Grafik rerata pertumbuhan spesifik harian kepiting (*Graph of daily specific growth rates for mangrove crabs*)

Rerata Pertumbuhan spesifik harian untuk kepiting jantan kecil yang diberi pakan segar kepala belut 0,71 g/hari. Sedangkan yang diberi pakan daging trimming hiu sebesar 0,87 g/hari. Sementara itu pada kepiting betina, rerata pertumbuhan spesifik harian untuk kepiting betina kecil yang diberi pakan segar kepala belut 0,49 g/hari. Sedangkan yang diberi pakan daging trimming hiu sebesar 0,32 g/hari.

Pertumbuhan berat kepiting bakau jantan lebih besar dibanding kepiting betina, baik dengan pemberian pakan kepala belut maupun daging hiu, yaitu pada jantan tertinggi sebesar 0,87 g/hari, dan terendah pada betina sebesar 0,32 g/hari. Hal ini sejalan dengan penelitian Suprpto, Yudiati, & Subandiyono (2014) yang menemukan bahwa kepiting jantan dengan pakan ikan rucah mempunyai laju pertumbuhan mutlak rata-rata yang paling cepat, yaitu 1,07 g/hari dan yang terendah terjadi pada kepiting betina dengan pakan ikan rucah dengan laju pertumbuhan mutlak 0,44 g/hari. Hasil penelitiannya pada perlakuan wadah pemeliharaan individu, kepiting jantan memberikan laju pertumbuhan yang lebih baik dari pada kepiting betina.

Penelitian Saidah & Sofia (2016) menunjukkan bahwa pemeliharaan kepiting bakau selama 2 bulan dengan pemberian pakan ikan rucah dan kepiting *piyai* menunjukkan pertumbuhan yang cukup baik yaitu sebesar 102 g/2 bulan atau rata-rata sebesar 1,7 g/hari. Lebih

tinggi dibandingkan pertumbuhan kepiting di Wonorejo. Pertumbuhan kepiting di Wonorejo secara umum dapat dikatakan lebih rendah dibandingkan di tempat lain.

Laju pertumbuhan kepiting bakau dari hasil budidaya ini mendekati hasil penghitungan pendugaan pertumbuhan kepiting bakau secara alami dengan menggunakan pendekatan persamaan Von Bertalanffy, dimana laju pertumbuhan diduga dengan menggunakan koefisien K. Pada kawasan mangrove Wonorejo Kecepatan pertambahan lebar karapas kepiting jantan sebesar $K=0,89$ sedikit lebih cepat dibanding betina yang memiliki nilai $K=0,82$.

Namun berbeda dengan penelitian Wijaya, Yulianda, Boer, & Juwana (2010) di Muara Sangatta Kutai Timur, dan penelitian Tahmid, Fahrudin, & Wardiatno (2015) di Teluk Bintan, kedua penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan kepiting betina di alam lebih cepat dibanding pertumbuhan kepiting jantan. Perbedaan ini diduga karena tekanan lingkungan di kawasan mangrove Wonorejo lebih tinggi dibanding di Bintan dan Kutai Timur, sehingga kepiting jantan yang relatif agresif lebih bisa bertahan hidup dibanding kepiting betina.

Sintasan kepiting bakau pada minggu ke-4 sebesar 50% pada kepiting betina dan 58% pada kepiting jantan. Tingkat kelulushidupan pada budidaya silvofishery kepiting bakau di Wonorejo ini relatif rendah bila dibandingkan

dengan budidaya kepiting bakau di tambak Pulau Bingkar Delta Berau yang mencapai kelulushidupan 90% (Wijaya, Bonar, & Triyanto, 2014).

Rendahnya sintasan hasil budidaya kepiting bakau di mangrove Wonorejo ini tidak lepas dari pengaruh kondisi kualitas perairan yang tidak layak bagi kehidupan kepiting bakau.

D. Analisis Finansial Budidaya Silvofishery kepiting bakau

Capaian ekonomi dari budidaya silvofishery yang dilakukan di mangrove Wonorejo dilihat berdasarkan kelayakan ekonomi dari usahatani budidaya kepiting. Analisis finansial kelayakan usaha mencakup pada perhitungan penentuan biaya investasi, biaya operasional dan penerimaan. Analisis ini menggunakan kriteria Rasio Biaya Pendapatan (*Revenue Cost Ratio/R/C*), Nilai Bersih Sekarang (*Net Present Value/NPV*), Rasio biaya keuntungan bersih (*Net Benefit Cost Ratio/Net B/C*), dan Periode pengembalian (*Payback Period/PbP*).

Analisis dilakukan pada budidaya silvofishery kepiting bakau jenis *Scylla serrata* yang dipelihara dengan sistem *battery cell*, sebanyak 1000 ekor. Sistem *battery cell* adalah pemeliharaan kepiting dalam satu kurungan per satu individu

(Gambar 7). Ukuran benih 60-90 gram dibesarkan selama ± 3 bulan untuk mendapatkan ukuran konsumsi ± 200 gram.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai kelayakan usaha budidaya silvofishery kepiting bakau di Wonorejo di bawah nilai kelayakan ekonomi, atau secara ekonomi tidak layak untuk dilaksanakan. Nilai analisis finansial dapat dilihat pada Tabel 7.

Dari beberapa parameter tersebut, hasil analisis finansial budidaya silvofishery yang riil dilaksanakan di Wonorejo menunjukkan belum layak secara ekonomi. Dari nilai *R/C ratio* terlihat bahwa penerimaan dari hasil panen masih lebih rendah dibanding biaya produksi. Biaya produksi yang mendominasi adalah dari *fixed cost* untuk biaya investasi pembuatan karamba *battery cell* dan *variabel cost* untuk pembelian benih.

Keuntungan bersih yang diharapkan juga masih jauh, karena masih minus. Demikian juga dengan *PbP*, memerlukan waktu lebih dari 4,74 tahun untuk mengembalikan pinjaman modal investasi, sehingga melebihi batas maksimum pengembalian yang hanya 2 tahun.



Gambar (figure) 7. Budidaya silvofishery kepiting bakau di Wonorejo (*silvofishery cultivation of mud crabs in Wonorejo*)

Tabel (Table) 7. Analisis finansial budidaya silvofishery kepiting bakau di Mangrove Wonorejo (*The financial analysis of mud crabs silvofishery in mangroves of Wonorejo*)

No.	Kriteria (Criteria)	Nilai SR 50% (Value of SR 50%)	Nilai dengan asumsi SR 70% (Value of assumed SR 70%)	Nilai dengan asumsi SR 90% (Value of assumed SR 90%)
1.	Rasio Biaya Pendapatan (<i>Revenue Cost Ratio (R/C)</i>)	0,69	0,96	1,24
2.	Nilai Bersih (<i>Present Value (PV)</i>)	-2618750	-321607	1975536
3.	Nilai Bersih Sekarang (<i>Net Present Value (NPV)</i>)	-14668399	-12371256	-8023093
4.	Rasio biaya keuntungan bersih (<i>Net Benefit Cost Ratio (B/C)</i>)	-0,25	-0,05	0,32
5.	Periode pengembalian (<i>Payback Period (PbP)</i>)	4,74	3,39	2,63

SR = *Survival Rate* (Laju Kelulushidupan)

Rendahnya kelayakan finansial ini antara lain karena tingkat kelulushidupan yang rendah dari proses budidaya silvofishery, yaitu hanya sekitar 50%. Tingkat kelulushidupan yang rendah menyebabkan hasil panen dan penerimaan petani menjadi rendah. Dengan mensimulasikan hasil panen menjadi 70% dan 90%, ternyata ada peningkatan yang signifikan pada kelayakan finansial budidaya silvofishery.

Dengan asumsi kelulushidupan kepiting untuk panen mencapai 70 %, nilai *R/C ratio* meningkat menjadi 0,96. Bila SR dapat ditingkatkan menjadi 90%, maka *R/C ratio* menjadi di atas nilai 1, artinya layak dikembangkan. Nilai *B/C ratio* juga sudah mulai membaik menjadi positif, walaupun masih di bawah 1. Dengan meningkatkan SR menjadi 90%, *PbP* juga menjadi lebih baik, artinya waktu pengembalian investasi menjadi lebih cepat.

Penelitian Primyastanto, Harahap, Sartimbul, & Anggreani (2015) menunjukkan hasil analisis ekonomi jangka panjang budidaya kepiting bakau di Gresik memiliki nilai *NPV* sebesar Rp 73.625.458,2. *Net B/C* pada usaha penggemukkan kepiting (pada kondisi normal) yaitu sebesar 2,72, nilai *IRR* sebesar 51,7%, dan nilai *PbP* sebesar 2,15.

Sehingga dapat dikatakan bahwa pembudidayaan kepiting bakau di tambak lebih menguntungkan dibandingkan silvofishery. Namun demikian perlu dipertimbangkan bahwa silvofishery lebih ramah terhadap ekosistem mangrove dibandingkan dengan tambak biasa.

Rendahnya nilai kelayakan ekonomi budidaya silvofishery, juga disebabkan oleh biaya produksi yang masih tinggi dalam proses budidaya. Biaya produksi yang masih tinggi tersebut antara lain adalah biaya untuk pembelian benih kepiting dan pembelian pakan.

E. Potensi pengembangan budidaya silvofishery kepiting bakau

Pengukuran parameter vegetasi menunjukkan bahwa struktur komunitas dan regenerasi vegetasi mangrove di Wonorejo cukup baik, dengan struktur pertumbuhan vegetasi yang lengkap pada tingkat semai, pancang, dan pohon. Tingkat kerusakan vegetasi mangrove di Wonorejo masih dalam kondisi sedang, dengan pola pasang surut dan jenis substrat yang sesuai bagi pertumbuhan vegetasi mangrove. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa secara ekologi kondisi vegetasi mangrove Wonorejo masih mendukung untuk pengembangan budidaya silvofishery

kepiting bakau di wilayah Wonorejo.

Potensi sumberdaya kepiting bakau, sebagai biota budidaya masih tersedia di ekosistem mangrove Wonorejo, terutama untuk jenis kepiting jantan, karena tingkat eksploitasinya masih di bawah optimum.

Namun demikian, kualitas air di tambak silvofishery masih perlu rekayasa teknologi untuk perbaikan, karena kondisi DO, laju sedimentasi, dan kandungan logam berat di perairan mangrove Wonorejo tidak cukup mendukung bagi pertumbuhan kepiting bakau yang dibudidayakan. Tingkat kematian yang tinggi dan pertumbuhan kepiting yang lambat akibat kualitas air yang rendah pada budidaya silvofishery kepiting bakau di Wonorejo, menyebabkan kelayakan ekonomi budidaya silvofishery menjadi rendah, dan tidak menguntungkan bagi pembudidaya.

Perbaikan pada lingkungan perairan mangrove yang perlu dilakukan antara lain, pengelolaan pembuangan limbah industri dan rumah tangga, diupayakan ada pengolahan limbah sebelum dibuang ke perairan umum, agar polutan berupa logam berat, nitrat, dan fosfat, tidak berlebihan masuk ke lingkungan mangrove. Ketegasan pemerintah, dari dinas yang terkait perlu ditegakkan untuk mengatur hal ini.

Penelitian Amrial, Effendi, & Damar (2015) menyatakan bahwa hasil pembobotan kriteria menunjukkan kriteria ekonomi merupakan prioritas tertinggi dalam penentuan kebijakan pengelolaan silvofishery dengan bobot 40% disusul kriteria ekologi dengan bobot 23%. kriteria bioteknik budidaya dengan bobot 16%. Artinya keberhasilan dari nilai ekonomi paling utama dalam menentukan kebijakan pengelolaan silvofishery.

Oleh karena itu, walaupun usaha silvofishery belum memberikan potensi keberhasilan untuk dilaksanakan di kawasan mangrove Pamurbaya, perlu dicari solusi agar silvofishery bisa dilakukan disana, karena silvofishery adalah salah satu bentuk pemanfaatan

mangrove yang ramah lingkungan. Sebagaimana yang pernah disarankan Wijaya (2017) bahwa model pengelolaan mangrove Taman Nasional Kutai dengan pemanfaatan mangrove untuk silvofishery dengan skenario optimistik, dimana ada peningkatan luas pemanfaatan mangrove oleh masyarakat sampai batas optimal tertentu justru akan menjaga keberlanjutan kawasan konservasi. Hal ini bisa diterapkan di Pamurbaya, karena statusnya sebagai kawasan konservasi, namun luasan vegetasi mangrovenya hanya sekitar 20% saja (440 ha), sementara sisanya dalam bentuk tambak tradisional dan lahan kritis, berupa tambak yang terbengkalai dan tidak produktif. Lahan kritis ini akan lebih bermanfaat bila dijadikan tambak silvofishery, namun dengan perbaikan lingkungan, sebagaimana disampaikan di atas, agar memberikan daya dukung yang lebih besar bagi usaha budidaya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pengembangan budidaya silvofishery kepiting bakau di mangrove Wonorejo memerlukan upaya khusus, agar dapat berhasil dengan baik, karena rendahnya kondisi lingkungan perairan mangrove untuk budidaya, yaitu antara lain pada tingginya bahan pencemar logam berat (Pb, Cd, dan Hg), rendahnya Oksigen Terlarut (DO), dan tingginya laju sedimentasi dalam tambak. Kondisi lingkungan yang rendah menyebabkan laju pertumbuhan kepiting budidaya rendah hanya rata-rata 0,32 – 0,87 g/hari, dengan tingkat kelulushidupan sekitar 50-58%. Hasil analisis kelayakan ekonomi menunjukkan bahwa nilai kelayakan usaha budidaya silvofishery kepiting bakau di Wonorejo di bawah nilai kelayakan ekonomi, atau secara ekonomi tidak layak untuk dilaksanakan.

B. Saran

Salah satu bentuk perlindungan bagi

ekosistem mangrove adalah pemanfaatan mangrove yang ramah lingkungan, antara dengan memanfaatkan untuk budidaya silvofishery. Namun agar masyarakat sendiri tidak mengalami kerugian atas usaha silvofishery tersebut, perlu upaya untuk meningkatkan daya dukung mangrove bagi budidaya, antara lain:

1. Pengaturan pembuangan limbah industri, terutama logam berat, agar tidak masuk aliran sungai yang menjadi sumber air tambak.
2. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai prosentase vegetasi dengan luas tambak, untuk mendapatkan kondisi tambak yang optimal dalam mencegah sedimentasi dan serasah yang berlebihan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Ristekdikti untuk pendanaan pada penelitian ini melalui hibah Penelitian Terapan Unggulan Penguruan Tinggi tahun 2017 di Universitas Hang Tuah Surabaya dengan nomor kontrak ex.B/13/UHT.C7/V/2017.

DAFTAR PUSTAKA

Amrial, Y., Effendi, H., & Damar, A. (2015). Pengelolaan Ekosistem Mangrove Berbasis Silvofishery di Kecamatan Cibuaya, Kabupaten Karawang. *J. Kebijakan Sosek KP*, 5 (1): 59-70.

Budiadi, Nurjanto, H., Hardiwinoto, S., & Primananda E. (2016). Strategi Pemilihan Jenis Tanaman untuk Mendukung Rehabilitasi Pesisir Berdasarkan Karakteristik Fisik Makro di Muara Sungai Progo. *J. Manusia Dan Lingkungan*, 23 (3): 349-359. DOI: 10.22146/jml.18809

Cholih, A. & Wirasasmita, R. (2004). Evaluasi Proyek Suatu Pengantar (cetakan ke dua). Bandung.

Damayanti, I. R., Wijaya, N. I., & Patwati.

E. (2017). Perubahan Luas dan Kerapatan Ekosistem Mangrove di Kawasan Pantai Timur Surabaya. *Prosiding Seminakel XII Universitas Hang Tuah*. Surabaya 12 Juli 2018.

Gunawan, H., & Anwar, Ch. (2008). Kualitas Perairan dan Kandungan Merkuri (Hg) dalam Ikan pada Tambak Empang Parit di Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan Ciasem-Pamanukan, Kesatuan Pemangkuan Hutan Purwakarta, Kabupaten Subang, Jawa Barat. *J. Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, (V) 1 :429-439.

Hastuti, E. D. (2017). Penerapan Wanamina: Kelulushidupan Semai Mangrove, Variasi Kualitas Lingkungan dan Perubahan Kandungan Logam Berat. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 2 (2): 17-25.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove.

Maharani, R.A., & Wijaya, N.I. (2018). *Pengaruh Kerapatan Mangrove terhadap Laju Transpor Sedimen di Mangrove Wonorejo Surabaya*. (Skripsi Sarjana). Universitas Hang Tuah, Surabaya.

Pauly, D. (1984). Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Tech. Pap.* (234): 52 p.

Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI No. 1 Tahun 2015 tentang Penangkapan Lobster (*Panulirus* Spp.), Kepiting (*Scylla* Spp.), Dan Rajungan (*Portunus Pelagicus* Spp.).

Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 3 Tahun 2007 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya.

Primyastanto, M., Harahap, N., Sartimbul, A., & Anggreani, D. S. (2015). Studi Kelayakan Usaha Penggemukkan Kepiting Bakau (*Scylla Sp.*) di Kabupaten Gresik, Jawa Timur.

- Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan V Universitas Brawijaya Malang*. Hal 154-158
- Saidah, S., & Sofia, L.A. (2016). Pengembangan Usaha Pembesaran Kepiting Bakau (*Scylla Spp*) melalui Sistem Silvofishery. *Jurnal Hutan Tropis*, 4 (3): 265-272. ISSN 2337-7771
- Suprpto, Dj., Yudiati, I., E. & Subandiyono. (2014). Pertumbuhan Kepiting Bakau *Scylla serrata* yang Diberi Berbagai Jenis Pakan. *Ilmu Kelautan*, 19 (4): 202-210, ISSN 0853-7291, <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.19.4.189-194>
- Tahmid, M., Fahrudin, A., & Wardiatno, Y. (2015). Kajian Struktur Ukuran dan Parameter Populasi Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) di Ekosistem Mangrove Teluk Bintan, Kepulauan Riau. *Jurnal Biologi Tropis*, 15 (2):93-106, ISSN: 1411-9587, DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v15i2.207>
- Tarunamulia, Mustafa, A., Hasnawi, & Kamariah. (2015). Kelayakan Rekayasa Tambak Silvofishery di Kecamatan Blanakan Kabupaten Subang Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10 (4): 579-586
- Wijaya, N. I. (2011). Pengelolaan Zona Pemanfaatan Ekosistem Mangrove Melalui Optimasi Pemanfaatan Sumberdaya Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) di Taman Nasional Kutai Provinsi Kalimantan Timur. [Disertasi] Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Wijaya, N.I, Yulianda, F., Boer, M., & Juwana, S. (2010). Biologi populasi kepiting bakau (*Scylla serrata*) di habitat mangrove Taman Nasional Kutai Kabupaten Kutai Timur. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia. LIPI*, 36(3): 443-461.
- Wijaya, N.I., Triyanto, & Bonar. (2014). Pengaruh Kedalaman Perairan dan Pemotongan Capit terhadap Laju Pertumbuhan Kepiting Bakau (*Scylla Serrata*) yang Dibudidayakan dalam Battery Cell. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XI ISOI 2014* Balikpapan, 17-18 November 2014.
- Wijaya, N. I., & Yulianda, F. (2017). Model Pengelolaan Kepiting Bakau untuk Kelestarian Habitat Mangrove di Taman Nasional Kutai Provinsi Kalimantan Timur. *J. Manusia dan Lingkungan* 24(2):55-65. DOI:10.22146/jml.23079
- Wijaya, N.I., & Huda, M. (2018). Monitoring Sebaran Vegetasi Mangrove yang Direhabilitasi di Kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo Surabaya. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10 (3): 747-755. DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.21217>
- Xue, B., Yan, C., Lu, H., & Bai, Y. (2009). Mangrove-derived organic carbon in sediment from Zhangjiang Estuary (China) mangrove wetland. *J. Coastal Res.*, 25:949-956. <https://doi.org/10.2112/08-1047.1>
- Yusrudin. (2016). Analisis Beberapa Aspek Biologi Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Di Perairan Sukililo, Pantai Timur Surabaya. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan*, Universitas Trunojoyo Madura.