

Peningkatan Kesadaran Masyarakat terhadap Konservasi Laguna Segara Anakan melalui Sistem Vertikal dan Horizontal Aquaponik

Endang Hilmi^{1*}, Lilik Kartika Sari², Tri Nur Cahyo³, Norman Arie Prayogo⁴, Teuku Junaidi⁵, Arif Mahdiana⁶

^{1*, 2, 4, 5, 6} Prodi Manajemen sumberdaya perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto, Indonesia ³ Prodi Ilmu Kelautan FPIK, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

¹ dr.endanghilmi@gmail.com, ² kartika_unsoed@yahoo.co.id, ³ trinurcahyo@gmail.com, ⁴ norman_s2biologi@yahoo.com, ⁵ teuku.junaidi@unsoed.ac.id ⁶ arifmahdiana@gmail.com

* corresponding author

ARTICLE INFO

Article history

Received 2022-09-14

Revised 2023-01-14

Accepted 2023-01-17

Keywords

Mangrove;

Conservation;

Rehabilitation;

Socialization;

Training;

ABSTRACT

The lagoon conservation in Segara Anakan is developed to reduce tidal flooding, abrasion, water pollution and tsunami disaster. Vertical and horizontal aquaponik system aims to reduce impact of water permanent inundation in mangrove conservation area. The socialization of mangrove conservation aimed to teach and give information of mangrove conservation, rehabilitation model using vertical and horizontal aquaponic and the planning bioploc in mangrove area. This activity used the focus group discussion and demonstration plot. The results of this activity were socialization of socio-economic factors to support mangrove and coastal management, Oceanographic factors of mangrove and coastal management, Mangrove rehabilitation using aquaponic vertical and horizontal systems, Improvement of water quality in catfish cultivation with biofloc system, the conservation of mangrove ecosystem, and analysis of main stakeholder to support lagoon conservation.

PENDAHULUAN

Analisis Situasi

Segara Anakan Cilacap memiliki luas areal sekitar 24.000 ha (Sari et al. 2016) terdiri dari beberapa ekosistem khas seperti ekosistem mangrove, estuary dan sungai (Hilmi et al. 2015, 2019, 2021b). Salah satu ekosistem penting di Segara Anakan adalah ekosistem mangrove dan laguna (Hilmi et al. 2017a). Ekosistem mangrove dan laguna Segara Anakan adalah ekosistem memiliki kekhasan habitat, kekhasan vegetasi dan kekhasan pola *landscape* (Sari et al. 2016; Hilmi et al. 2020, 2021a). Ekosistem mangrove dan laguna Segara Anakan Cilacap dipengaruhi oleh suplai air tawar dari berbagai sungai, yaitu sungai Donan, Sapuregel, kembang Kuning, Cikonde, Citanduy dan beberapa sungai kecil lainnya (Cahyo 2012; Sari 2016; Koswara et al. 2017; Hilmi et al. 2021a).

Namun saat ini telah terjadi penyempitan laguna dari tahun 1978 hingga 2016 terus berlangsung, tercatat luas laguna tahun 1978 adalah 4.186,45 Ha dan pada tahun 2016 tercatat 1.482,75 Ha (Rachman 2020) serta kerusakan hutan mangrove, dimulai dari tahun 1978 luas hutan mangrove Segara Anakan adalah 17.090 ha, pada tahun 2004 luasnya tinggal 9.271,6 ha. Laju degradasi luas hutan mangrove adalah sekitar 192.6 ha/tahun (Ardli and Wolff 2008; Ardli et al. 2011; Zalindri and Sastranegara 2014). Laju kerusakan mangrove dan laguna diduga disebabkan oleh adanya konversi laguna dan ekosistem mangrove menjadi peruntukan lain (Yulianti et al. 2012; Tjahjo and Riswanto 2013; Hilmi et al. 2017a), eksploitasi yang tidak terkendali (Hilmi 2018), perubahan iklim (Rachman 2020), dan bencana banjir pasang surut dan tingginya laju sedimentasi (Cahyo 2012; Sari 2016)

Solusi Permasalahan

Pada dasarnya ekosistem mangrove di Segara Anakan memerlukan pola adaptasi yang khas akibat adanya tingkat sedimentasi yang tinggi, pencemaran, konversi dan penggenangan air (Fachrul et al. 2011; Hilmi et al. 2015, 2017b, 2021a, 2022; Sari et al. 2015; Li et al. 2016). Kegiatan konservasi

mangrove dan laguna dibangun dengan memperhatikan aspek ekologi, ekonomi, sosial, kebencanaan dan budaya masyarakat setempat. AKtivitas yang dapat dilakukan dalam melakukan kegiatan konservasi adalah mensosialisasikan kepada masyarakat tentang pentingnya mangrove, dan merehabilitasi mangrove termasuk rejabilitasi pada areal yang selalu tergenang. Aktivitas ini diharapkan dapat memberikan pemahaman kepada masyarakat tentang pentingnya kegiatan konservasi mangrove di Segara Anakan Cilacap.

PELAKSANAAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Kegiatan dilakukan pada Bulan Juni-Agustus 2022 dengan tahapan kegiatan (1) e di Segara Anakan pada bulan Juni-Agustus 2022 (2) di BMKG Tunggul Wulung pada tanggal 6 – 7 Juli 2022

Metode Kegiatan

1. Observasi konservasi mangrove dan laguna Segara Anakan dengan system horizontal dan vertical aquaponic. Observasi dilakukan dengan memperhatikan lokasi yang sesuai dengan kegiatan konservasi mangrove dan laguna.
2. Sosialisasi konservasi mangrove dan laguna Segara Anakan dengan system horizontal dan vertikal aquaponik

Kegiatan Sosialisasi dilakukan di Stasiun Lapang Tunggul Wulung Cilacap dengan jumlah peserta mencapai 25 orang yang berasal dari penggiat mangrove, nelayan dan petani di Segara Anakan Cilacap. Adapun Rincian Acaranya dan pelaksanaan kegiatan adalah pada Tabel 1 berikut

Tabel 1. Rincian Acara

No	Pukul	Acara	Penanggungjawab
1	08.00-08.15	Registrasi peserta	Marwah dan Nurul
2	08.15-08.30	Sambutan Ketua BMKG Tunggul Wulung	Taruna Mona, M.Si
3	08.30-12.00	Materi Valuasi Ekosistem Laguna Segara Anakan	Dr. Lilik Kartika
		Materi Faktor oceanographi Segara Anakan sebagai Faktor penting Konservasi Mangrove	Tri Nur Cahyo, M.Si
		Materi Sistem Rehabilitasi mangrove pada daerah yang selalu tergenang dengan system akuaponik	Dr. Endang Hilmi
		Sistem kualitas air untuk budidaya bioflok pada areal pesisir mangrove	Dr. Noorman Arie Prayogo
4	12.00-13.00	ISOMA	Marwah dan Nurul
5	13.00-14.30	FGD	Tim
6	15.00-17.30	Survey Segara Anakan	Tim



Gambar 1. Pelaksanaan Kegiatan Sosialisasi

3. Pembuatan Demplot rehabilitasi dengan system horizontal dan vertikal aquaponic

Kegiatan demplot rehabilitasi dilakukan di kotawaru Cilacap, saat ini sedang penyiapan benih yang akan di rehabilitasi. Dan persiapan lahan untuk rehabilitasi mangrove dengan pola horizontal dan vertical aquanik



Gambar 2. Kegiatan Survey dan Pelatihan di Segara Anakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Materi Valuasi Ekosistem Laguna Segara Anakan

Tahun 1994 pulau kecil dan besar Ujung Alang dipenuhi oleh mangrove. Menurut Pribadi (2007) bahwa spesies mangrove yang ditemukan pada tahun 1994 diantaranya adalah *Avicennia alba*, *Avicennia officinalis*, *Bruguiera cylindrica*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Ceriops tagal*, *Ceriops decandra*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronate*, *Rhizophora stylosa*, *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, *Nypa fruticans*, *Acrostichum aureum*, *Aegiceras corniculatum*, *Aegiceras floridum*,

Excoecaria agallocha, Heritiera littoralis, Scyphiphora hydrophyllacea, Xylocarpus granatum dan Xylocarpus moluccensis.

Tahun 2001 berkurangnya luasan mangrove terjadi di timur laut dari laguna dan disekitar desa Ujung gagak serta di bagian barat laut dari desa Klaces. Tahun 2008 berkurangnya luasan mangrove terjadi di timur laut dari laguna dan di sekitar desa Ujung gagak serta di bagian barat laut. Ketiga pulau kecil Ujung alang dan satu pulau kecil Ujung gagak dipenuhi oleh mangrove. Tahun 2013 berkurangnya luasan mangrove terjadi di timur laut dari laguna dan disekitar desa Ujung gagak serta di bagian barat laut terus meluas. Menurut Widyastuti *et al* (2018) menyatakan spesies mangrove yang hidup di Segara Anakan diantaranya adalah *Avicennia marina, Sonneratia caseolaris, Sonneratia alba, Bruguiera gymnorrhiza, Aegiceras corniculatum, Rhizophora mucronata, Rhizophora apiculata, Nypa fruticans, Ceriops tagal, Heritiera littoralis, Derris trifoliata* dan *Acanthus ilicifolius*.

Tabel 2. Perubahan Luas Mangrove per Tahun di Laguna Segara Anakan bagian barat.

Tahun	Luas (Ha)	Perubahan (Ha/th)
1994-2001	230	32.8
2001-2008	115	16.4
2008-2013	573	114.6
2013-2015	7	3.5
2015-2020	41	8.2

Tahun 2015 bertambahnya luasan mangrove terjadi di utara dan di barat dari desa Klaces. Tahun 2020 bertambahnya luasan mangrove terjadi di pulau baru yang muncul di tengah-tengah laguna

2. Materi Faktor oceanografi Segara Anakan sebagai Faktor penting Konservasi Mangrove Faktor Oseanografi dalam Pengelolaan Mangrove

Dalam pelaksanaan rehabilitasi kawasan terdapat beberapa kendala seperti, seperti faktor hidro-oseanografi, kesesuaian substrat, status lahan, keberadaan kelompok penggiat mangrove, predator/hama, hingga dukungan pemerintah daerah setempat. Hal tersebut berkaitan dengan tingkat hidup mangrove yang ditanam di area yang dilakukan rehabilitasi. Data awal lokasi berupa data kemiringan lahan selain didapat dari pengukuran langsung, dapat juga dibangun dari data spasial berupa data *digital elevation model* (DEM) yaitu data ketinggian suatu daerah yang berkoordinat. Akurasi data DEM cukup tinggi, sehingga dapat digunakan dalam berbagai keperluan penggambaran peta topografi. Data ketinggian tersebut selanjutnya dibuat peta topografi berupa peta kemiringan lahan, sebagai salah satu parameter penting pada tahap penentuan lokasi pengelolaan mangrove, dimana faktor oseanografi yang berkaitan adalah arus, kemiringan pantai, dan pasang surut. Data jenis sedimen juga sangat dipengaruhi oleh data kemiringan pantai, berkaitan dengan parameter statistik sedimen yang erat kaitannya dengan energi dari faktor oseanografi fisik.

Data Topografi Dalam Penentuan Domain Kegiatan Pengelolaan Mangrove

Penentuan lokasi penanaman mangrove mempertimbangkan peta kemiringan lahan dan peta jenis sedimen membutuhkan data DEM dan jenis substrat (sedimen). Data DEM ada beberapa resolusi spasial, yaitu 30 m dan 90 m, tergantung kebutuhan, resolusi spasial 30 m membutuhkan komputer dengan kecepatan tinggi untuk mengolahnya. Data DEM merupakan data ketinggian dalam satuan meter, dijadikan kemiringan (*slope*) dengan dasar jarak vertikal dibagi jarak horisontal, misal untuk ketinggian 5 m dengan jarak horisontal 100 m, akan menghasilkan kemiringan 5%. Sedangkan peta jenis tanah dapat didapatkan dari data pengukuran langsung, atau dari peta yang sudah ada, misalnya peta geologi.

Beberapa masukan (*input*) pembuatan rencana lokasi penanaman mangrove berbasis peta kemiringan lahan dan peta jenis substrat adalah data DEM. Dari data DEM sebelumnya dijadikan

tampilan 3 dimensi untuk memberikan gambaran mendekati kenyataan lokasi dan kemiringan pantai. Peta selanjutnya yang dapat di-tumpang-tindihkan (*overlay*) adalah peta geologi. Dari peta tersebut (Gambar 4) data yang didapat adalah peta digital sedimen (tanah). Peta DEM, garis pantai, jenis substrat, data oseanografi lain selanjutnya di-*overlay*-kan, selanjutnya digunakan sebagai dasar peta kesesuaian rencana lokasi penanaman mangrove. Data akan semakin lengkap apabila dikombinasikan dengan data lain (sumber air, debit air, kecerahan, suhu, DO, dan pH, serta data oseanografi lain).

Faktor Oseanografi

Faktor oseanografi yang diduga mempengaruhi pengelolaan mangrove diantaranya arus, kemiringan pantai, batimetri, sebaran sedimen dasar, dan pasang surut. Arus berkaitan dengan beberapa komponen, yaitu angin (durasi, kecepatan, arah), kemiringan pantai, kekasaran substrat dasar, pasang surut, kerapatan mangrove, debit dari sungai yang bermuara di estuari. Arus mempengaruhi keberhasilan mangrove untuk menyebar secara alamiah, dimana propagul yang sudah matang dan jatuh dari tanaman induk akan terdistribusi tergantung arus. Arus juga mempengaruhi pencampuran massa air (*water mass mixing*), yang sangat dipengaruhi oleh pasang surut.

Kemiringan pantai sangat dipengaruhi oleh bentuk geomorfologi dari estuari yang dipengaruhi oleh faktor arus, substrat, dan kerapatan mangrove. Data kemiringan pantai sangat mempengaruhi sebaran arus dan benih mangrove saat terdistribusi oleh arus dan berinteraksi dengan sedimen dasar. Kemiringan pantai bersama dengan debit sungai serta beban masukan sedimen akan mempengaruhi dinamika kedalaman. Data kedalaman atau batimetri adalah dasar yang sangat dibutuhkan untuk memahami hidrodinamika suatu perairan (Nugrahadi dan Tejakusuma 2007). Data batimetri dibangun dari pengukuran observasi berupa data kedalaman berkoordinat atau hasil digitasi peta kedalaman penelitian pada daerah yang sama (Siregar dan Selamat 2009). Penelitian Holtermann et al. (2009) telah menampilkan batimetri Laguna Segara Anakan. Dinamika debit dan masukan sedimen sangat mempengaruhi kedalaman Laguna Segara Anakan, seperti tabel 2:

Tabel 3. Debit Sungai

Basin dan Sungai	Luas Basin (Ha)	Rerata Debit (m ³ /hari)			Estimasi transpor silt ke dalam laguna (ton/tahun)
		Musim Kemarau (x10 ⁶)	Musim Penghujan (x10 ⁶)	Rerata Tahunan (x10 ⁶)	
Basin Citanduy	3500				
Sungai Citanduy		14,77	24,45	19,61	3.039.000
Basin Segara Anakan	960				
Sungai Cibeureum		0,05	0,17	0,11	9.000
Sungai Cikonde		0,08	1,5	0,79	2.194.000
Total		14,9	26,12	20,51	5.242.000

Faktor oseanografi lain adalah pasang surut. Pergerakan air di laguna Segara Anakan dipengaruhi oleh aliran air sungai dan pasang surut yang berasal dari Samudera Hindia. Tipe pasang surut PPB adalah pasang surut campuran dengan dominasi pasang surut ganda (Purba dan Sujastani 1989; Nugrahadi dan Tejakusuma 2007; Holtermann et al. 2009). Pengukuran pasang surut memberikan hasil tunggang pasang surut adalah 0,04-1,90 m (Purba dan Sujastani 1989), 1,4 m (Holtermann et al. 2009). Penjalaran gelombang pasang surut dari laut menuju estuari berlawanan arah dengan debit sungai yang mengalir menuju laut. Karena adanya perbedaan densitas antara air laut dan air tawar, maka akan terjadi pencampuran diantara keduanya. Tingkat pencampuran tergantung pada geometri estuari, kisaran pasang surut, besarnya debit sungai, perbedaan densitas antara air laut dan air tawar, dan angin. Pengaruh pasang surut terhadap mangrove diantaranya: mempengaruhi sebaran jenis mangrove berdasarkan ketahanan air bersalinitas yang didistribusikan oleh pasang surut. Mangrove dengan kategori selalu tergenang air bersalinitas, tergenang dalam waktu tertentu, atau sangat jarang tergenang.

3. Materi Sistem Rehabilitasi mangrove pada daerah yang selalu tergenang dengan system akuaponik

a. Metode Penanaman Mangrove Vertical Akuaponik Pada Daerah Tergenang

Metode penanaman mangrove vertikal akuaponik dengan menggunakan bamboo adalah suatu metode penanaman vegetasi mangrove pada daerah tergenang tinggi. Metode ini dibangun untuk tetap memberikan media tanam bagi vegetasi mangrove yang ditanam pada daerah yang tergenang pasang air laut tinggi. Kondisi ini akan berdampak pada tingginya kematian bagi vegetasi mangrove yang ditanam (Bullock et al. 2017).

Metode vertical akuaponik merupakan system penanaman pada daerah dengan tingkat penggenangan air antara 60 cm – 200 cm. Metode vertical akuaponik menggunakan bamboo yang ditancapkan secara vertical. Bambu digunakan sebagai alat untuk tempat tumbuh dan berkembangnya bibit tanaman mangrove. Tinggi maksimal bambu mengikuti tinggi maksimal dari penggenangan air laut (water inundation). Vegetasi yang ditanam harus memiliki system perakaran tunjang seperti *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronate* dan *Rhizophora stylosa*. Adapun tahapan penanaman dengan vertical aquaponic adalah sebagai berikut :

Bibit

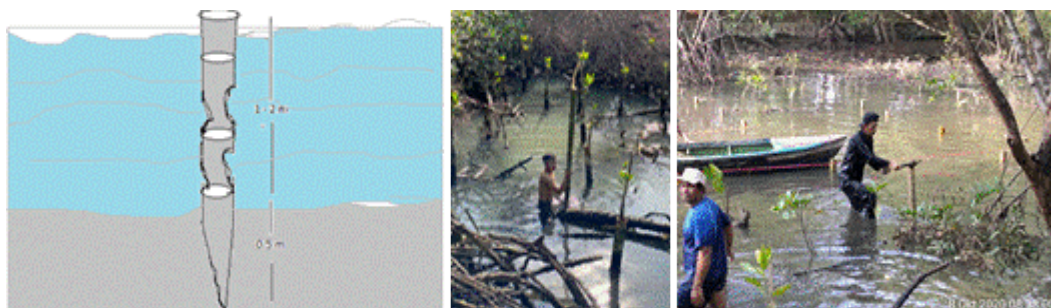
- Siapkan bibit *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora stylosa*
- Jika bibit dari propagule disarankan umur bibit minimal 1 tahun
- Jika bibit dari anakan atau cabutan diharapkan bibit sudah berusia minimal 6 bulan
- Bibit tidak boleh terkena penyakit (Gambar 6)

Bambu

- Diameter bamboo minimal 10 – 15 cm
- Panjang bambu mengikuti ketinggian maksimal penggenangan air laut biasanya dibuat dengan Panjang sekitar 1.5 – 2.5 meter
- Pada beberapa bagian buku mangrove diberi lubang untuk menangkap atau mentrape substrat yang masuk melalui pasang surut air (Gambar 7)

Penanaman bambu

- Bambu ditanam pada areal yang tergenang air permanen atau pasang surut
- Bambu ditanam dengan ketinggian bambu sedalam penggenangan maksimal air laut.
- Diharapkan bambu dapat bertahan selama 1 tahun hingga tanaman dapat tumbuh dengan akar yang cukup kuat masuk kedalam substrat tanah (Gambar 8)



Gambar 8 Posisi Bambu yang Sudah Dipasang

Penanaman Tanaman

- Bibit bakau ditanam di lubang buku bambu (Gambar 9)

- b. Usahakan posisi bibit ditanam dengan kuat agar dapat menahan terjangan gelombang pasang surut air laut.
- c. Bibit tanaman ditanam tanpa menggunakan polybag



Gambar 9 Penanaman Bibit Bakau di Lubang Buku Bambu

Pemeliharaan Tanaman

- a. Penyulaman tanaman dilakukan setiap satu bulan sekali selama satu tahun tanam
 - b. Lakukan pembersihan tritip yang menempel pada batang bamboo dan batanga tanaman
 - c. Lakukan pembersihan dari jamur daun
 - d. Lakukan pembersihan dari lumut yang menempel di batang tanaman
 - e. Lakukan pembersihan dari gulma yang mengganggu pertumbuhan tanaman
- b. Metode Penanaman Mangrove Horizontal Akuaponik Pada Daerah Tergenang

Metode penanaman mangrove horizontal akuaponik juga menggunakan bamboo sebagai media dan alata tanam pada system dan metode penanaman vegetasi mangrove pada daerah tergenang tinggi. Metode ini juga seperti horizontal akuaponik dibangun dengan tujuan untuk tetap memberikan media tanam bagi vegetasi mangrove yang ditanam pada daerah yang tergenang pasang air laut tinggi. Hal ini disebabkan penggenangan tinggi tetap akan berdampak pada tingginya kematian bagi vegetasi mangrove yang ditanam (Hilmi et al. 2022).

Metode horizontal akuaponik merupakan system penanaman pada daerah dengan tingkat penggenangan air antara 60 cm – 100 cm. Metode ini dibangun dengan menggunakan bamboo yang dibuat horizontal, dengan tetap membuat lobang tanam pada bamboo yang ditempatkan secara horizontal pada daerah yang tergenang. Vegetasi yang ditanam harus memiliki system perakaran tunjang seperti *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora stylosa*. Adapun tahapan penanaman dengan Horizontal aquaponic adalah sebagai berikut :

Bibit

- a. Karakteristik bibit yang digunakan pada system horizontal ini sama dengan yang digunakan pada system vertical aquaponik
- b. Siapkan bibit *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora stylosa*
- c. Jika bibit dari propagule disarankan umur bibit minimal 1 tahun
- d. Jika bibit dari anakan atau cabutan diharapkan bibit sudah berusia minimal 6 bulan
- e. Bibit tidak boleh terkena penyakit

Bambu

- a. Diameter bamboo sekitar 15-25 cm (Gambar 10)
- b. Panjang bambu yang digunakan dalam system horizontal aquaponic adalah minimal 5 m.
- c. Buat lobang tanam pada bambu yang dibuat horizontal dengan jarak antar lubang sekitar 50 cm.
- d. Ukuran lubang dibuat seukuran aqua gelas,
- e. Pada bawa bambu dibuat lubang kecil untuk tempat akar menembus bambu

Penanaman bambu

- a. Bambu ditanam pada areal yang tergenang air permanen atau pasang surut
- b. Bambu ditanam dengan secara horizontal pada setiap ketinggian air genangan 60 cm, 80 cm dan 100 cm .
- c. Dalam satu layer bambu ditanam 10 bibit mangrove pada 10 lubang tanam (Gambar 11)
- d. Setiap layer dibuat penahan bambu pada bagian tengah dan pinggir bambu, agar tidak rubuh terkena hempasan air pasang
- e. Diharapkan bambu dapat bertahan selama 1 tahun hingga tanaman dapat tumbuh dengan akar yang cukup kuat masuk kedalam substrat tanah



Gambar 11 Peletakan Bambu Tempat Bibit Mangrove

Penanaman Tanaman

- a. Bibit bakau ditanam di lubang lubang yang dibuat pada penampang melintang bambu
- b. Usahakan posisi bibit ditanam dengan kuat agar dapat menahan terjangan gelombang pasang surut air laut.
- c. Bibit tanaman ditanam tanpa menggunakan polybag (Gambar 12)

Pemeliharaan Tanaman

- a. Penyulaman tanaman dilakukan setiap satu bulan sekali selama satu tahun tanam
- b. Lakukan pembersihan tritip yang menempel pada batang bamboo dan batanga tanaman

- c. Lakukan pembersihan dari jamur daun
- d. Lakukan pembersihan dari lumut yang menempel di batang tanaman
- e. Lakukan pembersihan dari gulma yang mengganggu pertumbuhan tanaman

4. Sistem kualitas air untuk budidaya bioflok pada areal pesisir mangrove

a. Suhu

Suhu mempunyai pengaruh yang menyeluruh dan sering menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan dan distribusi organisme perairan. Pengaruh suhu yang tinggi dalam suatu perairan akan mempengaruhi proses metabolisme, aktifitas tubuh dan syaraf ikan. Lebih lanjut proses fisiologis dalam ikan seperti tingkat respirasi, makan, metabolisme, pertumbuhan, perilaku, reproduksi dan tingkat detoksifikasi dan bioakumulasi dipengaruhi oleh suhu. Suhu juga mempengaruhi tingkat oksigen dan tingkat bahan organik di dalam air (Fadhil, *et al.*, 2011). Kenaikan suhu dapat meningkatkan metabolisme hingga kebutuhan oksigen meningkat dua kali lipat. Bila suhu air terlalu tinggi dapat mengakibatkan stress pernapasan dan bahkan kerusakan insang secara permanen. Bila suhu rendah di bawah normal, maka akan mengakibatkan ikan kehilangan nafsu makan dan rentan terhadap hama penyakit (Dardiani & Sary, 2010).

Suhu yang baik untuk kehidupan akuatik adalah berkisar antara 25- 30 °C (Fadhil, *et al.*, 2011). Menurut Effendi (2003), kriteria baku mutu suhu air yang mendukung untuk kelangsungan hidup biota akuatik yaitu berkisar 20 – 30 °C. Kisaran suhu yang optimal bagi kehidupan ikan lele 25 - 28 °C, dan suhu optimalnya adalah 30 °C, sedangkan untuk pertumbuhan larva berkisar suhu 26-30 °C dan pemijahan 24-28 °C (Prihatman, 2000).

b. Kekeruhan

Kekeruhan menunjukkan kadar bahan padatan yang melayang dalam air. Kekeruhan karena plankton biasanya dikehendaki, sedangkan karena pelumpuran tidak dikehendaki. Kekeruhan yang tinggi dapat berpengaruh negatif terhadap kehidupan ikan, baik langsung maupun tidak langsung. Kekeruhan air terjadi karena adanya zat tersuspensi seperti zat organik, lumpur, lempung, plankton, koloid, serta zat-zat halus lainnya.

Kekeruhan bukan karena lumpur hingga antara 30 - 60 cm (Prihatman, 2000). Pada dasarnya bagi ikan lele nilai kekeruhan tidak terlalu mengganggu kehidupannya. Menurut Fadhil, *et al.*, (2011), bahwa kekeruhan air maksimal untuk pemeliharaan ikan lele adalah sebesar 250 NTU, sedangkan untuk pembenihan ikan lele maksimal adalah sebesar 50 NTU.

c. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman suatu perairan menunjukkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hidrogen. Derajat keasaman merupakan suatu faktor yang sangat mempengaruhi kehidupan organisme perairan. Fluktuasi pH air dapat terjadi karena terbentuknya asam atau basa kuat, gas-gas dalam proses perombakan bahan organik, reduksi karbon anorganik, proses metabolisme organisme perairan dan lain-lain. Bila kolam yang menerima air dari tanah yang asam atau dari rawa, pH airnya diperkirakan terlalu asam sehingga tidak sesuai untuk produksi ikan, demikian sebaliknya apabila menerima air dari daerah perkapuran.

Kondisi perairan dari pH netral sampai sedikit basa sangat ideal untuk kehidupan ikan lele. Pada kondisi pH rendah akan mengakibatkan aktifitas ikan pertumbuhan menurun atau ikan menjadi lemas dan lebih mudah terinfeksi penyakit dan biasanya diikuti oleh tingginya tingkat kematian (Dardiani & Sary, 2010). Pada lingkungan dengan pH air yang rendah, maka akan menyebabkan pertumbuhan ikan

terhambat, sedangkan pada lingkungan dengan pH air yang netral akan mendukung kehidupan ikan. Berdasarkan (Boyd, 1990) bahwa kisaran pH air yang optimal bagi perairan adalah berkisar antara 6.0 - 8.5.

d. Karbon Dioksida bebas

Karbon dioksida bebas merupakan unsur yang penting dalam proses fotosintesis dari tumbuhan air. Karbonat dan bikarbonat (terutama garam kalsiumnya) bersama-sama dengan asamnya membentuk suatu sistem penyangga (*buffer*) yang sangat berguna dalam menjaga kemantapan pH air. Bila kandungan CO₂ bebas tinggi, maka akan menurunkan nilai pH dan pada akhirnya mengganggu kehidupan ikan yang ada.

Secara umum, ikan memproduksi 1,4 mg CO₂ untuk setiap 1 mg O₂ yang dikonsumsi. Bila kandungan CO₂ dalam air meningkat maka ikan tidak dapat mengeluarkan CO₂ bebas dari darahnya, sehingga jumlah O₂ yang diikat Hb akan berkurang dan bila mendadak akan mati lemas (Wedemeyer, 1996). Kadar CO₂ lebih dapat ditoleransi oleh ikan dibandingkan dengan NH₃, bahkan banyak ikan hidup beberapa hari dalam air yang mengandung CO₂ > 60 ppm. Daya toleransi ikan terhadap kadar CO₂ bebas dalam air bervariasi, tetapi pada umumnya bila kandungan > 12,8 ppm dapat memberikan pengaruh yang merugikan bagi ikan lele (Prihatman, 2000).

e. Alkalinitas dan Kesadahan

Alkalinitas menggambarkan jumlah basa (alkali) yang terkandung dalam air, sedangkan alkalinitas total adalah konsentrasi total dari basa yang terkandung dalam air yang dinyatakan dalam ppm setara dengan kalsium karbonat. Total alkalinitas biasanya selalu dikaitkan dengan pH karena pH air ini akan menunjukkan apakah suatu perairan itu asam atau basa. Alkalinitas atau Daya Menggabung Asam (DMA) atau penyangga suatu perairan yang dapat menunjukkan kesuburan suatu perairan tersebut.

Berdasarkan Effendi (2003) nilai alkalinitas berkaitan jenis perairan yaitu perairan dengan nilai alkalinitas kurang dari 40 ppm CaCO₃ disebut perairan lunak (*soft water*), sedangkan perairan yang nilai alkalinitasnya lebih dari 40 ppm CaCO₃ disebut perairan keras (*hard water*). Perairan dengan nilai alkalinitas yang tinggi lebih produktif daripada perairan yang nilai alkalinitasnya rendah.

f. Ammonia (NH₃-N)

Manajemen yang sangat baik, pakan yang diberikan kepada ikan pasti akan menghasilkan limbah (Gunadi & Hafsaridewi, 2008). Pakan 100 unit yang diberikan kepada ikan, ada 10 % tidak termakan (terbuang), ada 10 % berupa limbah padatan, ada 30 % berupa limbah cair sebagai ekskresi ikan, ada 25 % untuk pertumbuhan, dan ada 25 % lainnya untuk proses metabolisme. Persentase ini tergantung pada jenis dan ukuran ikan, aktivitas, suhu air dan lainnya.

Protein terdiri atas karbon (50%), nitrogen (16 %), 21,5% dan hidrogen (6,5%). Ikan mampu memanfaatkan pakan dengan protein tinggi, namun sebanyak 65 % protein akan hilang ke lingkungan. Sebagian besar nitrogen dikeluarkan sebagai amonia (NH₃) melalui insang dan hanya 10 % hilang dalam bentuk limbah padatan (Gunadi & Hafsaridewi, 2008). Potensi pasokan amonia ke dalam air budidaya ikan sebesar 75 % dari kadar nitrogen dalam pakan. Adapun potensi limbah bahan organik ke dalam air budidaya ikan sebesar 36 % dari pakan yang diberikan. Ammonia yang terdapat pada kolam merupakan produk hasil metabolisme biota air dan pembusukan senyawa organik oleh bakteri. Menurut Boyd (1990), amonia dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kebutuhan oksigen bagi ikan dan dapat mengganggu peredaran darah dalam tubuh. Pada kondisi kronis dapat menyebabkan penyakit dan menghambat pertumbuhan.

Ketika amonia masuk ke air, ion hidrogen yang ada langsung bereaksi dan mengubahnya menjadi campuran yang seimbang antara ion amoniak yang tidak toksik (NH_4^+ dan NH_3 yang tidak terionisasi bersifat toksik). Reaksinya sebagai berikut :



Tingkat racunnya dalam kolam dengan kontak yang berlangsung singkat adalah antara 0,6 – 2,0 ppm. Batas pengaruh yang mematikan dapat terjadi bila konsentrasinya pada air kolam antara 0,1 - 0,3 ppm.

g. Asam Sulfida (H_2S)

Kolam yang mengandung H_2S tidak terionisasi dengan konsentrasi yang < 1 ppm akan berakibat fatal bagi biota air. Pada kondisi pH rendah memberikan peluang terbentuknya H_2S tidak terionisasi. Pada beberapa lahan kolam, tanahnya masih dijumpai mengandung sulfida, seperti daerah pertambangan batubara atau sepanjang pantai. Bila sulfida kontak dengan udara, maka sulfida akan dioksidasi menjadi asam sulfat (H_2SO_4) yang kemudian terlepas dari ikatan tanah dan mengakibatkan pH tanah menjadi sangat rendah. Tidak dianjurkan untuk membuat kolam di daerah tersebut di atas kecuali tersedia cukup soda untuk menetralkan tingkat keasaman yang terjadi.

h. Pestisida

Kolam-kolam perikanan umumnya dibangun di daerah yang tidak dipengaruhi oleh cemaran industrial, namun tidak lepas dari cemaran pertanian terutama pestisida yang masuk melalui aliran air. Kebanyakan pestisida, terutama insektisida adalah sangat beracun (*toksik*) untuk kehidupan ikan. Batas insektisida yang sudah dapat meracuni ikan adalah 5 - 10 ppm dan konsentrasinya yang lebih rendah mungkin menjadi racun, apabila kontak berlangsung dalam waktu yang panjang. Untuk ikan dewasa mungkin tidak langsung mati, tetapi kematian dari sejumlah ikan akan terjadi dalam waktu yang panjang bila lingkungannya tercemar oleh pestisida. Akibat pencemaran ini, maka jumlah organisme untuk pakan ikan akan menurun, sehingga terjadi mortalitas yang tinggi pada benih dan telur serta juga kecepatan pertumbuhan ikan akan menurun.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

Sosialisasi dan pelatihan memberikan dampak positif bagi konservasi mangrove dan laguna di Segara Anakan. Peningkatan pemahaman tentang pentingnya fungsi mangrove bagi kestabilan ekosistem laguna Segara Anakan merupakan dampak positif yang diberikan kegiatan sosialisasi. Masyarakat menyadari bahwa kerusakan ekosistem mangrove di Segara ANakan akan memberikan dampak negative bagi kondisi lingkungan baik ekologi, ekonomi dan sosial.

Untuk itu masyarakat di Segara Anakan Sepakat untuk melakukan kegiatan konservasi mangrove melalui kegiatan penanaman dan rehabilitasi mangrove. Dukungan pemerintah dan stakeholder lainnya menjadi salah satu kunci bagi keberhasilan kegiatan konservasi mangrove dan laguna di Segara Anakan

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Perikanan Universitas Jenderal Soedirman, Ketua LPPM Universitas Jenderal Soedirman hibah PROGRAM PKM BERBASIS RISET tahun 2022, Kepala Stasiun BMKG Tunggul Wulung Cilacap, Tim pengabdian masyarakat berbasis riset, Peserta sekolah Nelayan dan tim Reviewer dan editor majalah Komunitas STIAMI

DAFTAR PUSTAKA

Ardli E, Wolff M (2008) Quantifying Habitat and Resource Use Changes in the Segara Anakan Lagoon

- (Cilacap, Indonesia) over the Past 25 Years (1978-2004). *Asian Journal of Water, Environment and Pollution* 5:59–67
- Ardli ER, Yani E, Widyastuti A (2011) Density and spatial distribution of *Derris trifoliata* Lour and *Acanthus ilicifolius* as a biomonitoring agent of mangrove damages at the Segara Anakan lagoon (Cilacap, Indonesia). In: *The 2nd International Workshop for Conservation Genetics of Mangroves* on. pp 19–20
- Boyd, (1990). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*, Birmingham Publishing Co, Birmingham, Alabama, USA
- Bullock EL, Fagherazzi S, Nardin W, et al (2017) Temporal patterns in species zonation in a mangrove forest in the Mekong Delta, Vietnam, using a time series of Landsat imagery. *Continental Shelf Research* 147:144–154. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2017.07.007>
- Cahyo TN (2012) *Hidrodinamika Dan Sebaran Materi Padatan Tersuspensi Di Perairan Pelawangan Barat, Segara Anakan Cilacap*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor Bogor, Bogor
- Dardiani, Sary I.R. (2010). *Manajemen Pemeliharaan Benih*. Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan. Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian
- Effendi H. (2003). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta
- Fachrul FM, Iswanto B, Maruthi D (2011) Kajian Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium(Cd) pada Sedimen Sungai Donan, Cilacap- Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology* 5:145. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v5i5.691>
- Fadhil, R, J.Endan, F.S. Taip, dan M. Ja'afar. (2011). *Kualitas Air Dalam Sistem Akuakultur Resirkulasi untuk Budidaya Ikan Lele (Clarias batrachus)*. Aceh Development International Conference. 26-28 March 2011, UKM-Bangi, Malaysia
- Gunadi B, Hafsaridewi R. (2008). *Pengendalian Limbah Amonia Budidaya Ikan Lele Dengan Sistem Heterotrofik Menuju Sistem Akuakultur Nir Limbah*. *Jurnal. Ris. Akuakultur*. Vol. 3 No. 3 : 437-448
- Hilmi E (2018) Mangrove landscaping using the modulus of elasticity and rupture properties to reduce coastal disaster risk. *Ocean and Coastal Management* 165:71–79. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.08.002>
- Hilmi E, Amron A, Sari LK, et al (2021a) The Mangrove Landscape and Zonation following Soil Properties and Water Inundation Distribution in Segara Anakan Cilacap. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika (Journal of Tropical Forest Management)* 27:152–164. <https://doi.org/10.7226/jtfm.27.3.152>
- Hilmi E, Pareng R, Vikaliana R, et al (2017a) The carbon conservation of mangrove ecosystem applied REDD program. *Regional Studies in Marine Science* 16:152–161. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2017.08.005>
- Hilmi E, Sari LK, Amron A, et al (2021b) Mangrove cluster as adaptation pattern of mangrove ecosystem in Segara Anakan Lagoon. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 746:. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/746/1/012022>
- Hilmi E, Sari LK, Cahyo TN, et al (2022) Survival and growth rates of mangroves planted in vertical and horizontal aquaponic systems in North Jakarta, Indonesia. *Biodiversitas* 23:686–693. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230213>
- Hilmi E, Sari LK, Mahdiana A, Samudra SR (2020) Status and Rehabilitation Pattern of Mangrove Ecosystem in the Eastern of Segara Anakan Cilacap. *Research of Empowerment and Development* 1:20–24
- Hilmi E, Sari LK, Setijanto (2019) *The mangrove landscaping based on Water Quality: (Case Study in*

- Segara Anakan Lagoon and Meranti Island). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 255:.. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/255/1/012028>
- Hilmi E, Siregar AS, Febryanni L, et al (2015) Struktur Komunitas, Zonasi Dan Keanekaragaman Hayati Vegetasi Mangrove Di Segara Anakan Cilacap. *Omni-Akuatika* 11:20–32. <https://doi.org/10.20884/1.oa.2015.11.2.36>
- Hilmi E, Siregar AS, Syakti AD (2017b) Lead (Pb) distribution on soil, water and mangrove vegetation matrices in Eastern Part of Segara Anakan Lagoon, Cilacap. *Omni-Akuatika* 13:25–38
- Holtermann P, Burchard H, Jennerjahn T. (2009). Hydrodynamics of Segara Anakan Lagoon. *Reg Environ Change*. 9(4):245-258
- Koswara SD, Ardli ER, Yani E (2017) The Monitoring Of Mangrove Vegetation Community Structure In Segara Anakan Cilacap For The Period Of 2009 And 2015. *SCRIPTA BIOLOGICA* 4:113–118
- Li R, Chai M, Guo M, Qiu GY (2016) Sediment accumulation and mercury (Hg) flux in *Avicennia marina* forest of Deep Bay, China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 177:41–46. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.05.005>
- Nugrahadi MS, Tejakusuma IG. 2007. Aspek hidrodinamika Segara Anakan sebagai dasar pertimbangan pengembangan kawasan. *Alami*. 12(3):24-29
- Pribadi R. (2007). Mangrove Vegetation of Segara Anakan Cilacap, Java, Indonesia: Structure Composition, Litter Fall Production and Composition. Research Institute The University of Jenderal Soedirman. Purwokerto
- Prihatman, K. 2000. Budidaya Ikan Lele (*Clarias* sp). Proyek Pengembangan Ekonomi Masyarakat Pedesaan, Bappenas. Jakarta
- Purba M, Sujastani T. 1989. Geography and physical setting. White A, Martosubroto P, Sadorra MSM. editor. The coastal environment profile of Segara Anakan – Cilacap, South Java, Indonesia. ASEAN-UNSCRM project, technical publications series 4. International center for living aquatic resources management, Manila, Philippines
- Rachman TM (2020) Analisis Kerentanan Sistem Ekologi Dan Sosial Ekonomi Masyarakat Nelayan Di Wilayah Pesisir Cilacap Selatan Akibat Perubahan Iklim. Universitas Jenderal Soedirman
- Sari LK (2016) Kajian Konektivitas Sedimentasi Dan Dampaknya Terhadap Sistem Sosial-Ekologis Perairan Laguna (Studi Kasus Laguna Segara Anakan). Institut Pertanian Bogor
- Sari LK, Adrianto L, Soewardi K, et al (2015) Keberadaan Mangrove pada Daerah Tersedimentasi di Kawasan Laguna Segara Anakan. In: LPPM UNsoed (ed). Purwokerto, pp 1–7
- Sari LK, Adrianto L, Soewardi K, et al (2016) Sedimentation in lagoon waters (Case study on Segara Anakan Lagoon). AIP Conference Proceedings 1730:.. <https://doi.org/10.1063/1.4947417>
- Siregar VP, Selamat MB. (2009). *e-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 1(1):39-47. http://www.itk.fpk.ipb.ac.id/ej_itkt11
- Tjahjo DW, Riswanto (2013) Status Terkini dan Alternatif Pengelolaan Sumber Daya Ikan di Laguna Segara Anakan, Cilacap. *J Kebijakan Perikanan Indonesia* Vol 5:9-13.
- Wedemeyer, G.A. (1996). *Physiology of in Intensive Culture Systems*. International Thomson Publishing, Chapman & Hall. New York. 232 pp
- Widyastuti, A, E. Yani, E. K. Nasution dan Rochmatino. 2018. Diversity of mangrove vegetation and carbon sink estimation of Segara Anakan Mangrove Forest, Cilacap, Central Java, Indonesia. *Jurnal Biodiversitas*. 19(1); 246-252

Yulianti RA, Ariastita PG, Studi P, et al (2012) Arahana Pengendalian Konversi Hutan Mangrove Menjadi Lahan Budidaya di Kawasan Segara Anakan. 1:

Zalindri M, Sastranegara M. (2014) Struktur Komunitas Kepiting Intertidal pada Mangrove yang Terdegradasi di Segara Anakan Cilacap. biosfera 3:29–35