

**ANALISIS KESESUAIAN KAWASAN KONSERVASI MANGROVE
DI MUARA GEMBONG, KABUPATEN BEKASI PROVINSI JAWA BARAT**

***MANGROVE CONSERVATION LAND SUITABILITY ANALYSIS
IN MUARA GEMBONG, BEKASI DISTRICT WEST JAVA PROVINCE***

Tasim Suryadi^{1,2,*}, Fredinan Yulianda², Handoko Adi Susanto³

¹Pemerintah Daerah Kabupaten Bekasi Provinsi Jawa Barat

²Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Institut Pertanian Bogor (IPB)

³Regional Project Manager Arafura and Timor Seas Ecosystem Action (ATSEA)

**Corresponding author e-mail: tasimsuryadi@gmail.com*

Abstract

The mangrove ecosystem in Muara Gembong, Bekasi Regency, has experienced degradation due to land use changes that have triggered abrasion, tidal flooding, intrusion and inundation. The mangrove ecosystem has a role and function in maintaining the balance of coastal areas. This study aims to analyze the suitability of mangrove conservation land based on land suitability parameters and biophysical conditions. The determination of conservation land was carried out by purposive sampling based on satellite images which were processed using the geographic information system (GIS) application with the overlapping method. The results showed that the location of Muara Bendera Desa Pantai Bahagia, Muara Pecah Desa Pantai Bahagia, Muara Kuntul Desa Pantai Sederhana and Muara Jaya Desa Pantai Mekar Very Suitable (S1) was proposed as a mangrove conservation area. The locations of Muara Bungin Desa Pantai Bakti and Muara Blacan Desa Pantai Harapanjaya are included in the appropriate category (S2) for conservation land. Determining the suitability of mangrove conservation areas can be important information for policy makers in realizing the sustainability of the mangrove ecosystem in Muara Gembong.

Keyword: Conservation, mangrove ecosystem, Muara Gembong, land suitability

PENDAHULUAN

Mangrove merupakan tumbuhan yang umumnya berada di muara sungai, tepi pantai, teluk yang dangkal, delta, daerah pantai yang terlindung dari gelombang dan berperan penting dalam mengatur ekosistem pesisir, khususnya dalam mendukung aktivitas perikanan pantai baik sebagai *nursery ground* ataupun menyediakan pakan alami (Yulianto, 2017; Alongi, 2002). Ekosistem mangrove mampu menjaga garis pantai dari abrasi dan akresi, melindungi daratan dari badai, mencegah intrusi

air laut serta dapat menyerap dan menyimpan karbon, menghasilkan bibit ikan, udang, kepiting dan dapat dimanfaatkan sebagai kawasan wisata alam (Siburian dan Habba, 2016; Ilman *et al.*, 2016).

Kawasan pesisir Muara Gembong awalnya merupakan tanah partikelir (tanah kongsi dan tanah usaha) yang dibeli oleh pemerintah pada tahun 1948 seluas ±9311 hektar dan ditunjuk menjadi tanah negara bebas melalui Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor

92/Um/1954 Tentang Penunjukan Kawasan Hutan Lindung Ujung Krawang (Muara Gembong. Penetapan kawasan hutan mangrove dengan luasan 10.481,15 hektar dikeluarkan berdasarkan Berita Acara Tata Batas (BATB) pada tanggal 02 Februari 1957 (Palupi, 2019; Ambinari, 2016). Namun demikian, luasan tersebut terus mengalami penurunan akibat tingginya tingkat konversi lahan mangrove. Ekosistem mangrove di Muara Gembong Kabupaten Bekasi, sudah banyak yang berubah fungsi menjadi tambak, pemukiman, ladang, sawah dan peruntukan lainnya (Oktaviani *et al.*, 2019). Dampaknya adalah intrusi air laut dan abrasi yang belum dapat dikendalikan, menurunnya kualitas lingkungan, terganggunya aktivitas perekonomian masyarakat, kerusakan beberapa fasilitas umum dan hilangnya beberapa mata pencaharian masyarakat pesisir. Ketidakjelasan dan tumpang tindih kewenangan menyebabkan terjadinya perbedaan pemahaman dan tujuan pemanfaatan yang mengakibatkan konflik kepentingan sehingga dampaknya degradasi ekosistem mangrove masih terus terjadi sampai saat ini.

Regulasi yang ada terkait dengan pengaturan pemanfaatan tata ruang pesisir dan laut Muara Gembong saat ini diantaranya, (1) Peraturan Presiden Nomor 60 Tahun 2020 tentang Tata Ruang Rencana Tata Ruang Kawasan Perkotaan Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi, Puncak, dan Cianjur, (2) Peraturan Daerah Provinsi Jawa Barat Nomor 5 Tahun 2019 Tentang Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K) Provinsi Jawa Barat Tahun 2019-2039, (3) Peraturan Daerah Kabupaten Bekasi Nomor 2 Tahun 2018 Tentang Rencana Induk Kepariwisata Daerah (RIPARDA) Kabupaten Bekasi Tahun 2018-2025 dan (4) Peraturan Daerah Kabupaten Bekasi Nomor 12 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Bekasi Tahun 2011-2031. Namun demikian, regulasi-regulasi tersebut sampai saat ini masih belum mampu memperbaiki kondisi ekosistem mangrove Muara Gembong. Beberapa alokasi ruang yang diatur dalam regulasi tersebut

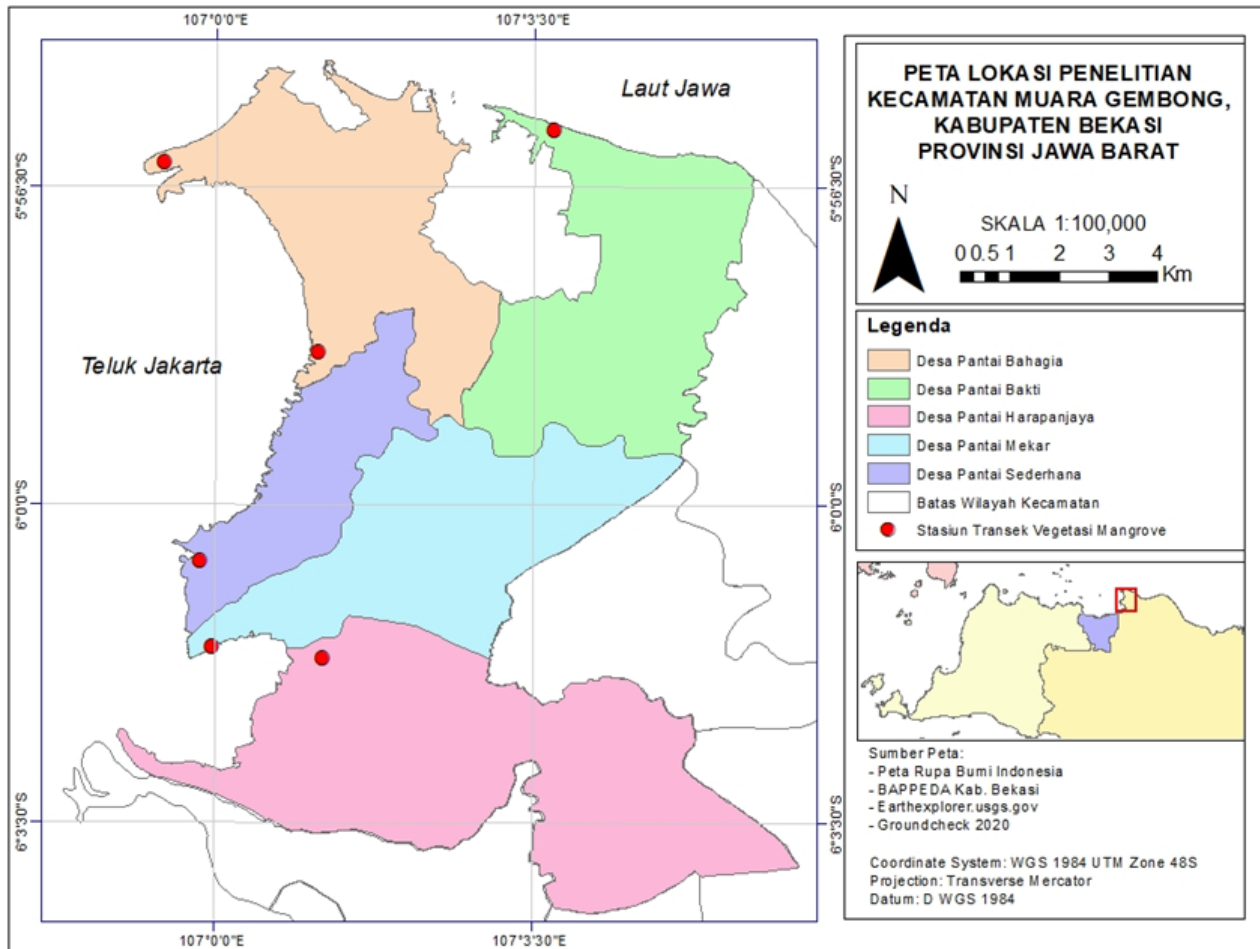
diantaranya untuk Kawasan lindung/konservasi, Kawasan Budidaya, Kawasan Pemanfaatan Umum (wisata alam, Pusat Pendaratan Ikan, Budidaya Laut, dan Perikanan Tangkap Pelagis dan Demersal), pelabuhan pengumpul serta alur laut.

Program konservasi mangrove menjadi sangat penting, mengingat ekosistem mangrove memiliki peranan dalam menjaga keseimbangan ekologi dan menunjang kegiatan ekonomi masyarakat pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis luas sebaran dan tingkat kerapatan vegetasi mangrove dan (2) menganalisis kesesuaian lahan konservasi mangrove berdasarkan kondisi biofisik. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi data, informasi dan bahan pertimbangan untuk pengambilan kebijakan dalam implementasi program konservasi ekosistem mangrove di Muara Gembong Kabupaten Bekasi Provinsi Jawa Barat.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di lima desa pesisir Muara Gembong, yaitu Desa Pantai Bakti, Pantai Bahagia, Pantai Sederhana, Pantai Mekar dan Pantai Harapanjaya. Pengumpulan data vegetasi mangrove dilakukan secara *purposive sampling* di enam muara sungai yaitu di (1) Muara Bungin Desa Pantai Bakti, (2) Muara Bendera Desa Pantai Bahagia, (3) Muara Pecah Desa Pantai Bahagia, (4) Muara Kuntul Desa Pantai Sederhana, (5) Muara Jaya Desa Pantai Mekar dan (6) Muara Blacan Desa Pantai Harapanjaya.

Data penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer meliputi jenis dan tingkat kerapatan vegetasi mangrove. Data biofisik dilakukan dengan pengamatan langsung (*insitu*), analisis laboratorium, analisis spasial dan temporal berdasarkan citra satelit. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait dan penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian dilakukan selama tiga bulan dari Januari-Maret 2021. Lokasi penelitian sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi penelitian

Pengumpulan Data Penelitian

Pengumpulan data penelitian dimulai dengan penentuan stasiun pengamatan vegetasi mangrove menggunakan metode jalur dan garis berpetak yang ditarik tegak lurus dari garis pantai menuju daratan. Metode ini digunakan untuk menggambarkan komposisi jenis mangrove, struktur dan biomassa vegetasi mangrove. Metode ini paling efektif untuk mempelajari kondisi vegetasi mangrove (Kusmana dan Ningrum, 2016). Data analisis vegetasi mangrove diolah menjadi data Indeks Nilai Penting (INP) kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data biofisik yang berkaitan dengan parameter kesesuaian lahan konservasi mangrove. Data parameter kesesuaian lahan konservasi meliputi, ketebalan mangrove,

kerapatan mangrove, jenis mangrove, kelamiah, jenis dan jumlah biota, substrat dasar, kemiringan lahan, pasang surut, pH substrat, kecepatan arus dan jarak lokasi pengamatan mangrove ke sungai.

Data ketebalan mangrove setiap stasiun diukur secara manual menggunakan *roll* meter yang ditarik secara garis lurus dari arah rintis menuju daratan. Pengumpulan data kerapatan individu mangrove tingkat pohon dengan plot ukuran 10 x 10 meter (diameter batang pohon ≥ 10 cm), tingkat pancang dengan plot ukuran 5 x 5 meter (diameter batang < 10 cm) dan tingkat semai dengan plot ukuran 2 x 2 meter. Identifikasi jenis mangrove berdasarkan material herbarium berupa setangkai daun yang terdapat bunga pohon mangrove dan mengacu pada buku

Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia (Noor *et al.*, 2006).

Data kealamiahannya dan jenis biota yang berasosiasi dengan ekosistem mangrove diperoleh berdasarkan pengamatan langsung dan informasi diperoleh dari masyarakat dan Perum Perhutani BKPH UjungKrawang. Data substrat dasar dan pH substrat dasar diambil menggunakan pipa paralon (diameter 2,5 inchi) pada kedalaman ± 20 cm dari tiga titik berbeda setiap stasiun kemudian disatukan dalam kantong plastik untuk dianalisis di Laboratorium Produktifitas Lingkungan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Institut Pertanian Bogor.

Data kemiringan lahan dan pasang surut diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dan penelitian-penelitian terdahulu. Data kecepatan arus dilakukan di dalam kawasan mangrove menggunakan bola pingpong dan tali sepanjang dua meter yang direntangkan sesuai arah arus. Bola pingpong dilepaskan dan dihitung menggunakan aplikasi *stopwatch* pada perangkat *handphone* sampai ujung tali tersebut, sedangkan jarak lokasi mangrove ke sungai diukur secara manual termasuk menggunakan bantuan perangkat SIG (Sistem Informasi Geografis).

Data parameter kesesuaian lahan konservasi mangrove diolah menggunakan aplikasi SIG (Sistem Informasi Geografis) untuk memberikan informasi kesesuaian lahan konservasi secara spasial. Indeks Kesesuaian Kawasan (IKK) konservasi mangrove.

Analisis vegetasi dan tingkat kerapatan mangrove

Kusmana dan Ningrum (2016) menjelaskan analisis vegetasi mangrove dilakukan berdasarkan tingkat kerapatan jenis (individu/hektar), kerapatan relatif (%), frekuensi relatif (%), dominasi relatif (%) dan Indeks Nilai Penting (INP). INP dapat memberikan informasi mengenai pengaruh atau peranan jenis vegetasi areal mangrove tertentu dengan rumus:

$$\begin{aligned} - \text{INP tingkat pohon} &= \text{KR} + \text{FR} + \text{DR} \\ - \text{INP tingkat pancang dan semai} &= \text{KR} + \text{FR} \end{aligned}$$

Perubahan tingkat kerapatan vegetasi mangrove dianalisis berdasarkan citra satelit dalam kurun waktu tahun 2000 sampai 2020. Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Landsat perekaman tanggal 14 September 2000 dan 01 Agustus 2010 serta citra Sentinel perekaman tanggal 10 Maret 2020. Citra satelit Landsat memiliki resolusi spasial 30 x 30 meter sedang Sentinel 2A digunakan karena memiliki jumlah band yang relatif lebih banyak (13 *Band*) dan memiliki keunggulan pada resolusi spasial yang dapat merekam permukaan bumi 10 x 10 meter, sehingga menghasilkan kualitas gambar yang lebih teliti (Rafsenja *et al.* 2020). Oleh karena itu untuk memperkuat hasil kajian dilakukan survei lapangan (observasi). Data citra satelit kemudian diolah menggunakan metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). dengan rumus :

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Saluran infra merah dekat} - \text{saluran merah}}{\text{Saluran infra merah dekat} + \text{saluran merah}}$$

Citra Landsat 7:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR}(\text{Band 4}) - \text{RED}(\text{Band 3})}{\text{NIR}(\text{Band 4}) + \text{RED}(\text{Band 3})}$$

Sentinel 2A :

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR}(\text{Band 8}) - \text{RED}(\text{Band 4})}{\text{NIR}(\text{Band 8}) + \text{RED}(\text{Band 4})}$$

Parameter kesesuaian lahan konservasi

Penentuan kesesuaian lahan konservasi mangrove berdasarkan perkalian skor dan bobot yang diperoleh dari setiap parameter. Parameter-parameter tersebut mempunyai kriteria yang berfungsi untuk menentukan kesesuaian kawasan konservasi dan setiap kesesuaian menggambarkan tingkat kecocokan untuk penggunaan tertentu. Parameter kesesuaian kawasan konservasi mangrove sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Parameter kesesuaian lahan konservasi mangrove

No.	Parameter	Bobot	Tingkat kesesuaian			
			S1	S2	S3	N
1.	Ketebalan mangrove (m)	20	>500	>200-500	50-200	<50
2.	Kerapatan mangrove (100 m ²)	20	>15-25	>10-15	5 – 10	<5
3.	Jenis mangrove	10	>5	3-5	1-2	0
4.	Kealamiahn	10	Alami	Alami dengan tambahan	Lahan Rehabilitasi	Buatan
5.	Jumlah Jenis Biota	10	>4	3-4	2	Salah satu biota
6.	Substrat dasar	5	Lumpur berpasir	Pasir berlumpur	Pasir	Berbatu
7.	Kemiringan (%)	5	<10	10-25	>25-45	>45
8.	Pasang surut (m)	5	0-1	>1-2	>2-5	>5
9.	pH	5	6 - 7	5-<6 atau >7-8	4-<5 dan >8-9	<4 dan >9
10.	Kecepatan arus (m/det)	5	<0,3	0,3-0,4	0,41-0,5	>0,5
11.	Jarak dari sungai (Km)	5	<0,5	>0,5-1	>1-2	>2

Sumber: Wardhani (2014)

Yulianda (2019) menjelaskan rumus yang digunakan untuk menilai kesesuaian kawasan konservasi mangrove didasarkan pada:

$$IKK = \sum \left[\frac{N_i}{N_{maksimal}} \right] \times 100\%$$

Dimana:

- IKK : Indeks Kesesuaian Kawasan
 N_i : Nilai parameter ke-i
 $N_{maksimal}$: Nilai maksimum dari suatu kategori kawasan konservasi

Nilai skor terdiri dari:

- 1) Sangat Sesuai (SS = skor 3);
- 2) Sesuai (S = skor 2);
- 3) Sesuai Bersyarat (SB = skor 1) dan;
- 4) Tidak Sesuai (TS = skor 0).

Total nilai maksimal skor parameter adalah 300. Adapun kategori tingkat kesesuaiannya adalah:

- 1) S1 (Sangat sesuai, 75-100%);
- 2) S2 (Sesuai, 50-<75%);
- 3) S3 (Sesuai bersyarat, 25- <50%) dan;
- 4) N (Tidak sesuai, < 25%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat kerapatan jenis mangrove

Vegetasi mangrove yang secara umum ditemukan mencapai 14 (empat belas) jenis mangrove. Duabelas jenis diantaranya merupakan mangrove sejati yaitu *Avicennia alba*, *Avicennia marina*, *Avicennia officinalis*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Nypa fruticans*, *Sonneratia caseolaris*, *Sonneratia alba*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Aegiceras corniculatum*, *Excoecaria agallocha*, *Acrostichum aureum*. Adapun dua jenis lainnya merupakan mangrove ikutan yaitu *Acanthus ilicifolius* dan *Sesuvium portulacastrum* (Noor et al. 2006). Analisis vegetasi menunjukkan bahwa tingkat kerapatan pohon mangrove berkisar antara 1033-1425 individu/hektar, yang artinya tingkat kerusakan mangrove di Muara Gembong termasuk kriteria sedang (MENEGLH, 2004).

Tingkat kerapatan vegetasi mangrove dan Indeks Nilai Penitng (INP) sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Tingkat kerapatan dan Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi mangrove Muara Gembong

Lokasi	Tingkat pertumbuhan	K (Indv/Ha)	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP	Jenis mangrove dominan
Muara Bungin	Pohon	1033	100,00	100,00	100,00	300,00	<i>Avicennia marina</i>
	Pancang	3467	100,00	100,00	-	200,00	<i>Avicennia marina</i>
	Semai	58.333	100,00	100,00	-	200,00	<i>Avicennia marina</i>
Muara Bendera	Pohon	1225	55,10	30,77	38,53	124,41	<i>Avicennia marina</i>
	Pancang	3700	51,35	36,36	-	87,71	<i>Avicennia marina</i>
	Semai	59.375	66,32	36,36	-	102,68	<i>Avicennia marina</i>
Muara Pecah	Pohon	1100	63,64	33,33	74,77	171,74	<i>Avicennia marina</i>
	Pancang	3467	50,00	28,57	-	78,57	<i>Avicennia marina</i>
	Semai	40.000	58,33	37,50	-	95,83	<i>Avicennia marina</i>
Muara Kuntul	Pohon	1425	52,63	28,57	52,95	134,15	<i>Avicennia marina</i>
	Pancang	3500	37,14	25,00	-	62,14	<i>Avicennia marina</i>
	Semai	53.125	52,94	25,00	-	77,94	<i>Avicennia marina</i>
Muara Jaya	Pohon	1050	66,67	25,00	64,79	156,46	<i>Avicennia alba</i>
	Pancang	6600	42,42	20,00	-	62,42	<i>Avicennia alba</i>
	Semai	113.750	59,34	22,22	-	81,56	<i>Avicennia alba</i>
Muara Blacan	Pohon	1250	88,00	33,33	90,60	211,93	<i>Rhizophora apiculata</i>
	Pancang	3800	47,37	33,33	-	80,70	<i>Rhizophora apiculata</i>
	Semai	71.250	56,14	33,33	-	89,47	<i>Rhizophora apiculata</i>

Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks Nilai Penting dapat digunakan untuk menganalisis dominasi suatu jenis vegetasi berdasarkan nilai kerapatan relatif frekuensi relatif dan dominasi relatif serta memberikan informasi mengenai pengaruh atau peranan jenis vegetasi areal mangrove tertentu. Nilai INP menunjukkan tingkat keterwakilan suatu jenis mangrove yang berperan dalam suatu ekosistem dengan kisaran 0-300%. (Kusmana dan Ningrum, 2016).

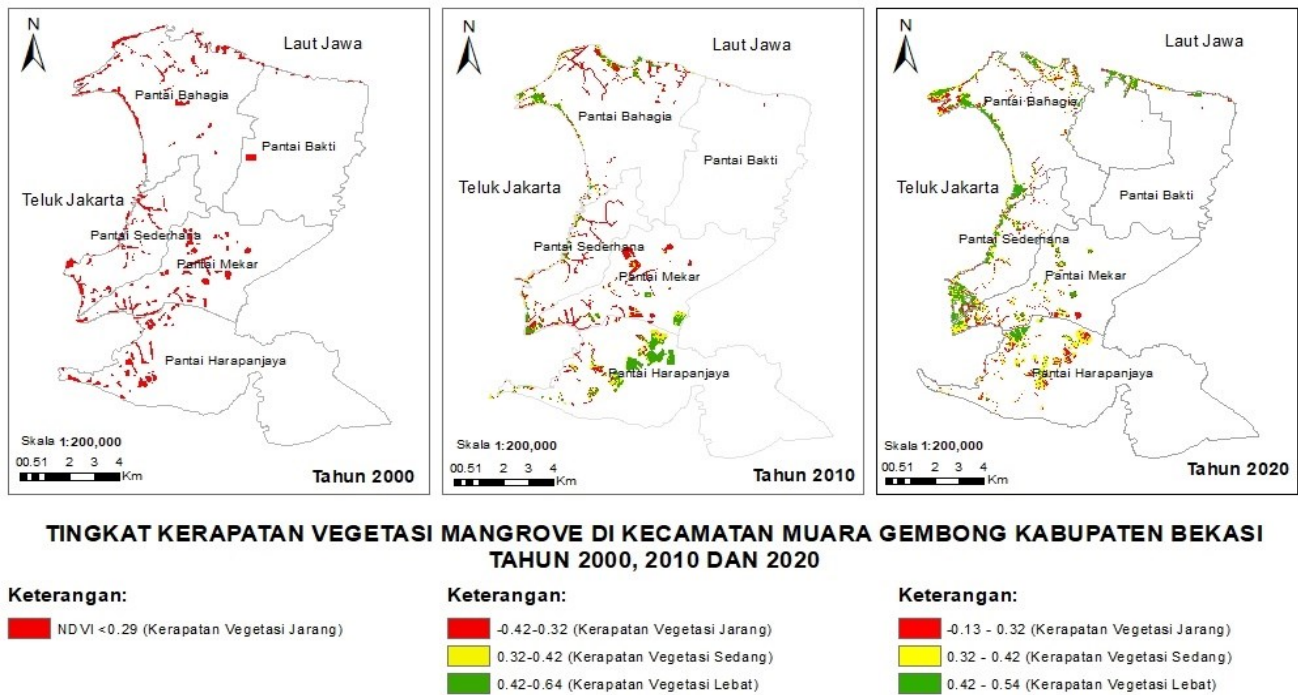
Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi tingkat pohon mangrove yaitu jenis *Avicennia marina* terdapat di Muara Bungin Desa Pantai Bakti (300,00%) dan jenis *Rhizophora* spp. di Muara Blacan Desa Pantai Harapanjaya (211,93%). Hal ini diduga karena lokasi tersebut merupakan lokasi rehabilitasi mangrove sehingga menyebabkan dominasi jenis mangrove tertentu. Ambinari (2016) dan Parawansa (2007) menyampaikan bahwa jenis *Avicennia* spp. dan *Rhizophora* spp. mendominasi di bagian terdepan pesisir Muara Gembong, terutama di kawasan pantai dan muara sungai yang mengalami akresi dan sedimentasi. Mangrove jenis *Sonneratia* spp. (Pidada) cenderung banyak ditemukan disepanjang aliran Sungai Citarum yang bermuara ke Muara Bendera Desa Pantai Bahagia, Muara Kuntul Desa Pantai Sederhana

dan Muara Jaya Desa Pantai Mekar, sedangkan jenis *Bruiguiera gymnoriza* (Kungu) sangat jarang ditemukan, hal ini disebabkan karena jenis mangrove ini memiliki tingkat regenerasi yang terbatas (Noor *et al.*, 2006).

Mangrove jenis *Avicennia alba* di Muara Jaya Desa Pantai Mekar memiliki INP 156.46% merupakan yang paling tinggi dibandingkan dengan lokasi lain. Hal ini sejalan dengan kajian Rahmasari *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa mangrove jenis *Avicennia alba* mengalami peningkatan pertumbuhan secara alami sejak tahun 2016. Jenis mangrove dengan Indeks Nilai Penting (INP) yang tinggi dapat menjadi indikator bahwa jenis tersebut memiliki kemampuan adaptasi, kompetisi dan kemampuan reproduksi yang lebih baik dibandingkan dengan jenis lain pada suatu area mangrove tertentu (Soerianegara dan Indrawan, 2002)

Perubahan luas sebaran dan tingkat kerapatan vegetasi mangrove

Luasan vegetasi mangrove cenderung mengalami peningkatan dalam kurun waktu tahun 2000 sampai 2020 di sepanjang pesisir Muara Gembong. Perubahan tingkat kerapatan vegetasi mangrove sebagaimana disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Perubahan luasan dan tingkat kerapatan vegetasi mangrove

Tingkat kerapatan vegetasi mangrove diklasifikasikan menjadi tiga kelas yaitu vegetasi jarang, vegetasi sedang dan vegetasi lebat (DEPHUT, 2005). Nilai NDVI tahun 2000 yaitu <0,29 yang menunjukkan tingkat kerapatan vegetasi jarang dengan luasan mangrove mencapai 398,79 hektar. Setiawan *et al.* (2003) menyatakan bahwa pada periode tahun 2000 di sepanjang Pantai Utara Jawa, ekosistem mangrove lazim dikonversi untuk ekstensifikasi lahan tambak tanpa memperhatikan kaidah lingkungan. Nilai NDVI pada tahun 2010 dan 2020 berkisar antara -0,42-0,64 yang menunjukkan tingkat kerapatan vegetasi jarang,

sedang dan lebat. Luasan mangrove pada tahun 2010 diperkirakan mencapai 822,48 hektar dan pada tahun 2020 mencapai 1028,64 hektar. Peningkatan luasan dan tingkat kerapatan vegetasi mangrove terjadi karena adanya pertumbuhan alami yang terdapat di area lahan tambak yang tidak produktif dan juga kegiatan rehabilitasi mangrove. Tingkat kerapatan vegetasi mangrove dianalisis menggunakan metode NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). dibagi menjadi tiga kelompok yaitu jarang, sedang dan lebat sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Perubahan luas sebaran dan tingkat kerapatan mangrove Muara Gembong dalam kurun waktu tahun 2000-2020

No.	Nama Desa	Tingkat kerapatan	Luasan Mangrove (Hektar)		
			2000	2010	2020
1.	Pantai Bahagia	Jarang	124,15	132,72	125,21
		Sedang	-	47,06	81,20
		Lebat	-	68,39	197,87
2.	Pantai Bakti	Jarang	15,40	4,71	6,43
		Sedang	-	0,54	10,68
		Lebat	-	1,26	42,49
3.	Pantai Sederhana	Jarang	69,81	75,67	40,11
		Sedang	-	15,88	44,86
		Lebat	-	31,48	83,51

Tabel 3 Perubahan luas sebaran dan tingkat kerapatan mangrove Muara Gembong dalam kurun waktu tahun 2000-2020 (*lanjutan*)

No.	Nama Desa	Tingkat kerapatan	Luasan Mangrove (Hektar)		
			2000	2010	2020
4.	Pantai Mekar	Jarang	102,93	132,05	71,27
		Sedang	-	27,36	63,28
		Lebat	-	34,18	42,52
5.	Pantai Harapanjaya	Jarang	86,50	54,55	56,37
		Sedang	-	70,62	112,75
		Lebat	-	126,01	50,09
Total			398,79	822,48	1.028,64

Sumber: Hasil analisis 2021

Kesesuaian lahan konservasi mangrove

Kesesuaian lahan merupakan komponen penting dalam menentukan kawasan konservasi mangrove dalam suatu lokasi. Berdasarkan hasil pengumpulan data dilokasi penelitian yaitu di Muara Bungin Desa Pantai Bakti, Muara

Bendera dan Muara Pecah Desa Pantai Bahagia, Muara Kuntul Desa Pantai Sederhana, Muara Jaya Desa Pantai Mekar dan Muara Blacan Desa Pantai Harapanjaya diperoleh hasil penilaian parameter kesesuaian lahan konservasi mangrove sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Penilaian parameter kesesuaian lahan konservasi mangrove

Parameter	Penilaian parameter kesesuaian lahan konservasi mangrove					
	Muara Pecah	Muara Jaya	Muara Bungin	Muara Blacan	Muara Bendera	Muara Kuntul
Ketebalan mangrove (m)	362,31	488,30	162,29	139,31	227,52	410,79
Kerapatan mangrove (100 m ²)	13,00	10,50	10,33	12,50	10,75	13,50
Jenis mangrove	9	9	5	13	13	4
Kealamiahan	Alami	Alami	Lahan Rehabilitasi	Lahan Rehabilitasi	Alami	Alami
Jumlah Jenis Biota	8	7	5	7	9	7
Substrat dasar	Lumpur berpasir	Lumpur berpasir	Lumpur berpasir	Lumpur berpasir	Lumpur berpasir	Lumpur berpasir
Kemiringan (%)	2,58	1,63	1,40	5,51	3,96	3,29
Pasang surut (m)	0,62	0,62	0,62	0,62	0,61	0,62
pH Substrat	6,15	4,17	6,51	3,90	5,09	6,19
Kecepatan arus (m/det)	0,20	0,18	0,32	0,14	0,19	0,17
Jarak dari sungai (Km)	0,06	0,09	4,30	0,20	0,15	0,09

Sumber: Hasil penelitian 2021

Tingkat ketebalan mangrove tertinggi terdapat di Muara Jaya (488,30 meter) dan ketebalan mangrove terendah di Muara Blacan (193,31 meter) dengan tingkat kerapatan vegetasi mangrove berkisar antara 10,33-13,5 per 100 m². Kerapatan vegetasi mangrove tertinggi terdapat di Muara Kuntul dan terendah di Muara Bungin.

Tingkat ketebalan tertinggi terdapat di Muara Jaya dan kerapatan vegetasi mangrove tertinggi terdapat di Muara Kuntul. Kedua lokasi ini merupakan muara sungai Citarum yang dapat membawa unsur seperti kandungan bahan organik, nitrogen dan fosfat sehingga dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan mangrove

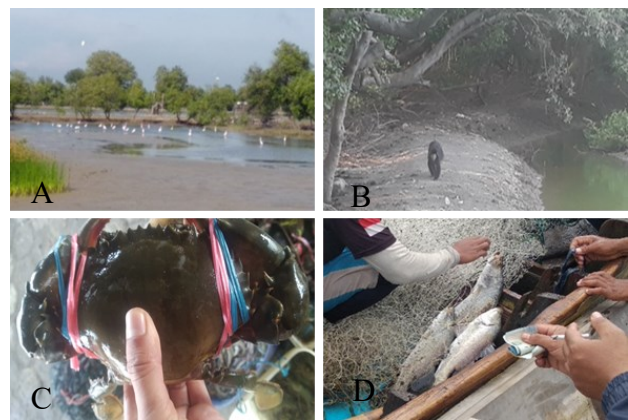
(Budiasih *et al.*, 2015). Tingkat konsentrasi pH berkisar antara 3,90-6,51 sehingga kecenderungan bersifat asam. Selain itu, tingkat salinitas, kondisi substrat, suhu perairan, oksigen terlarut, kondisi pasang surut dan kecepatan arus laut turut mempengaruhi tingkat kerapatan vegetasi mangrove (Poedjirahayu *et al.*, 2017). Bentuk aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan ekonomi di area mangrove juga turut mempengaruhi tingkat kerapatan vegetasi mangrove (Yulianto, 2017).

Komposisi jenis mangrove tertinggi terdapat di Muara Kuntul Desa Pantai Sederhana, Muara Bendera Desa Pantai Bahagia dan Muara Blacan Desa Pantai Harapanjaya. Berdasarkan informasi dari BKPH UjungKrawang dan masyarakat diperkuat dengan hasil pengamatan di lapangan menunjukan lokasi mangrove di Muara Bungin dan Muara Blacan diduga merupakan hasil kegiatan rehabilitasi. Hal tersebut ditandai dengan tingkat dominasi jenis *Avicennia marina* yang tinggi pada suatu lokasi mangrove. Lokasi mangrove di Muara Bendera dan Muara Pecah Desa Pantai Bahagia, Muara Kuntul Desa Pantai Sederhana dan Muara Jaya Desa Pantai Mekar sebagian besar merupakan ekosistem mangrove alami yang tumbuh di area tambak yang tidak produktif dan di saluran sungai yang mengalir area tambak. Namun demikian, terdapat beberapa lokasi hasil penanaman mangrove yang dilakukan oleh masyarakat, perusahaan, komuitas dan lembaga lainnya.

Jenis objek biota yang terdapat di sepanjang pesisir Muara Gembong secara umum ditemukan adalah fauna akuatik dan fauna teresterial. Wardhani (2014) menyatakan bahwa kawasan konservasi mangrove setidaknya memiliki lebih dari empat jenis fauna. Jenis fauna akuatik yang umum ditemukan diantaranya ikan Glodok (*Periophthalmus* spp.), Udang Putih/Jerebung (*Metapenaeus* spp.), Udang api (*Penaeus* spp.), Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*), Ikan Belanak (*Mugil cephalus*), Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) dan sebagainya.

Biota ekosistem mangrove dapat dikelompokkan menjadi fauna akuatik dan fauna teresterial. Fauna teresterial yang paling banyak ditemukan yaitu burung Kuntul Besar (*Egretta alba*) dan Kowak Malam Kelabu (*Nycticorax nycticorax*). Selain itu terdapat satwa endemik di

Muara Bendera Desa Pantai Bahagia yang merupakan muara sungai Citarum yaitu Lutung Jawa (*Trachypithecus auratus*) dan Kera Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*). Namun demikian, populasi kedua satwa tersebut mulai mengalai penurunan yang disebabkan perburuan satwa yang tidak bertanggung jawab. Berdasarkan informasi dari masyarakat, populasi Lutung Jawa (*Trachypithecus auratus*) tersisa sekitar 50 ekor dan Kera Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) sekitar 27 ekor. Fauna akuatik dan teresterial di Muara Gembong sebagaimana disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Fauna akuatik dan teresterial di kawasan mangrove Muara Gembong Kabupaten Bekasi (A) Burung Kuntul Besar (*Egretta alba*), (B) Lutung Jawa (*Trachypithecus auratus*), (C) Kepiting Bakau (*Scylla serrata*), (D) Kakap Putih (*Lates calcarifer*).

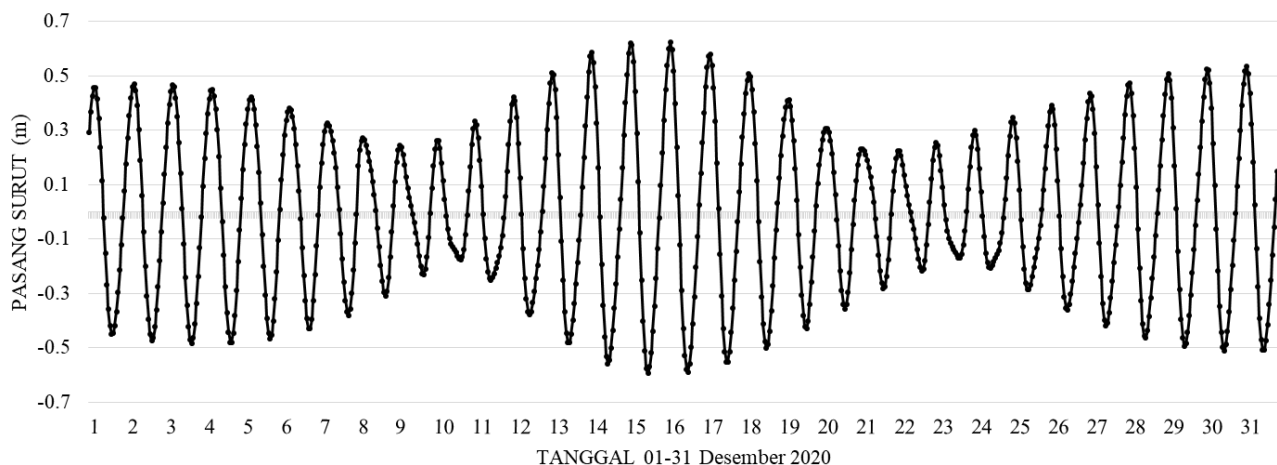
Hasil analisis laboratorium menunjukan jenis tekstur substrat mangrove (5 fraksi) yang terdapat di lokasi penelitian yaitu substrat lumpur berpasir. Wardhani (2014) menyampaikan lokasi mangrove dengan substrat lumpur berpasir sangat sesuai untuk kawasan konservasi mangrove. DKP (2004) menjelaskan bahwa substrat lumpur sesuai untuk perkembangan mangrove jenis *Avicennia* spp. *Rhizophora* spp. dan *Sonneratia* spp. Tipe substrat menjadi salah satu faktor penting dalam kegiatan rehabilitasi dan konservasi mangrove.

Data *Digital Elevation Method* (DEM) Badan Informasi Geospasial (BIG) menunjukan secara umum kemiringan lahan di Kecamatan

Muara Gembong berkisar antara 1,40%-5,51%. Berdasarkan SK Mentan No. 837/KPTS/Um/11/1980 Tentang Kriteria dan Tata Cara Penetapan Hutan Lindung, menyatakan tingkat kemiringan lahan di Muara Gembong tergolong ke dalam kategori datar (0-8%). Wardhani (2014) menjelaskan bahwa kemiringan lahan yang sesuai untuk lahan konservasi mangrove yaitu <10%.

Data pasang surut yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) pada Bulan Desember 2020 menunjukkan, pasang tertinggi di Muara Gembong mencapai 0,62 meter dan surut terendah mencapai -0,59 meter. Alimuddin (2015) menyampaikan bahwa tipe pasang surut air laut di Muara Gembong yaitu tipe pasang surut harian tunggal (*Mixed tide prevailing*

diurnal) dimana pasang dan surut hanya terjadi sekali setiap harinya. Kondisi pasang surut air laut dapat mempengaruhi zonasi mangrove perubahan salinitas dan sebaran fauna mangrove (Bengen, 2001). Pasang surut air laut sangat berdampak terhadap perubahan luasan kawasan mangrove. Peningkatan *Mean Sea Level* (MSL) berdampak terhadap kerusakan mangrove. Kondisi ini dapat mendorong terjadinya abrasi sehingga substrat mangrove tidak dapat menyimpan nutrisi bagi pertumbuhan pohon mangrove (Anurogo *et al.*, 2018). Selain itu, pasang surut dapat menentukan zonasi dan distribusi mangrove serta tingkat salinitas air laut (Widiyanti *et al.*, 2018). Data pasang surut air laut sebagaimana disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4 Data pasang surut kawasan pesisir Muara Gembong (Sumber: Badan Informasi Geospasial 2020)

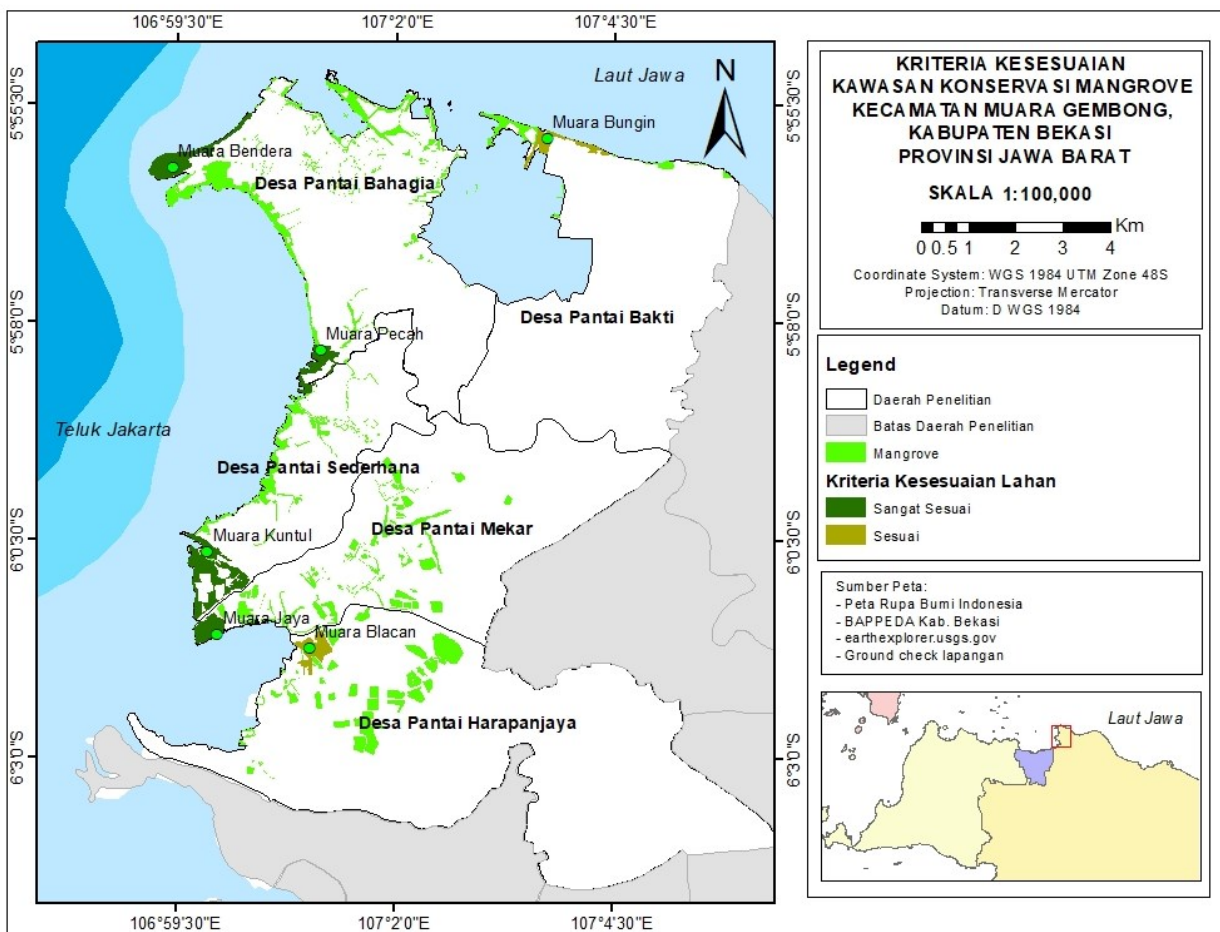
Tingkat konsentrasi pH substrat berkisar antara 3,90-6,51 sehingga kecenderungan bersifat asam. Lebih lanjut Widiyanti *et al.* (2018) menjelaskan pH substrat mangrove yang asam dapat disebabkan karena daun ranting atau cabang mangrove yang jatuh sehingga terakumulasi menjadi bahan organik dan terjadi proses dekomposisi oleh mikroorganisme. Substrat yang mempunyai nilai pH yang lebih tinggi cenderung memiliki tingkat kerapatan mangrove lebih rendah. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian, dimana konsentrasi pH substrat yang lebih tinggi cenderung memiliki tingkat kerapatan mangrove yang lebih rendah. Pengukuran kecepatan arus laut di area ekosistem mangrove berkisar antara 0,14-0,32

meter/detik. Kecepatan arus tertinggi terdapat di Muara Bungin (0,32 meter/detik) sedangkan di lokasi lainnya kecepatan arus antara 0,14-0,20 meter/detik. Tingginya kecepatan arus di Muara Bungin disebabkan lokasi ini merupakan kawasan laut terbuka yang langsung berbatasan dengan Laut Jawa. Hal ini sesuai dengan pernyataan Solihuddin *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa pada musim baratan (Desember – Januari) pola arus laut Pantai Utara Jawa dapat mencapai 0,28-0,37 meter/detik. Wardhani (2014) menyatakan kecepatan arus yang sangat sesuai untuk lahan konservasi mangrove yaitu <0,3 meter/detik. Reinnamah (2010 dalam Widiyanti *et al.*, 2018) menyatakan kecepatan arus >1 meter/detik tergolong sangat

cepat, arus sedang berkisar antara 0,5-1,0 meter/detik dan arus lambat <0,1 meter/detik. Oleh karena itu kecepatan arus di enam lokasi penelitian tergolong arus sedang. Lokasi mangrove di Muara Bungin merupakan yang terjauh dari masukan air sungai dimana sungai terdekat adalah Sungai Citarum yang mengalir ke Muara Bungin dengan jarak $\pm 4,30$ Km, sedangkan lima stasiun lainnya merupakan lokasi mangrove yang berada di sekitar muara sungai. Mangrove dapat tumbuh baik di sepanjang muara

sungai yang banyak mengandung lumpur (DKP, 2004). Hal ini sesuai dengan hasil analisis bahwa kelima stasiun pengamatan yang memiliki jarak <500 meter memiliki tingkat kerapatan pohon lebih tinggi.

Penilaian parameter kesesuaian konservasi mangrove diolah menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan metode *overlay* (tumpang susun) sebagaimana disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5 Kesesuaian kawasan konservasi mangrove Muara Gembong

Yulianda (2019) menjelaskan, pada dasarnya Indeks Kesesuaian Kawasan (IKK) adalah perkalian antara bobot dengan skor masing-masing parameter yang diperoleh berdasarkan hasil observasi. Skor setiap parameter memiliki kriteria yang menentukan tingkat kesesuaian kawasan konservasi. Hasil perhitungan Indeks Kesesuaian Kawasan Konservasi (IKK) mangrove Muara Gembong menunjukkan bahwa lokasi yang Sangat Sesuai (S1) untuk diusulkan menjadi menjadi kawasan

konservasi mangrove yaitu Muara Bendera dan Muara Pecah Desa Pantai Bahagia, Muara Kuntul Desa Pantai Sederhana dan Muara Jaya Desa Pantai Mekar. Adapun lokasi di Muara Bungin Desa Pantai Bakti dan Muara Blacan Desa Pantai Harapanjaya termasuk dalam kategori Sesuai (S2) sebagai kawasan konservasi mangrove. Hasil rekapitulasi perhitungan Indeks Kesesuaian Kawasan (IKK) mangrove Muara Gembong sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Indeks Kesesuaian Kawasan (IKK) konservasi mangrove Muara Gembong, Kabupaten Bekasi

Paramater	Skor kesesuaian kawasan konservasi mangrove					
	Muara Pecah	Muara Jaya	Muara Bungin	Muara Blacan	Muara Bendera	Muara Kuntul
Ketebalan mangrove (m)	40	40	20	20	40	40
Kerapatan mangrove (per100 m ²)*	40	40	40	40	40	40
Jenis mangrove	30	30	20	30	30	30
Kealamiahn	30	30	10	10	30	30
Jumlah Jenis Biota	30	30	30	30	30	30
Substrat dasar	15	15	15	15	15	15
Kemiringan (%)	15	15	15	15	15	15
Pasang surut (m)	15	15	15	15	15	15
pH Substrat	15	15	15	15	15	15
Kecepatan arus (m/det)	15	15	10	15	15	15
Jarak dari sungai (Km)	15	15	0	15	15	15
Jumlah	260	260	190	220	260	260
Prosentase (%)	86.67	86.67	63.33	73.33	86.67	86.67
Kriteria	Sangat Sesuai	Sangat Sesuai	Sesuai	Sesuai	Sangat Sesuai	Sangat Sesuai

Luasan mangrove hasil analisis citra satelit yang diolah menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG) yang mewakili kriteria kesesuaian lahan konservasi mencapai 244,05 hektar sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Luasan kesesuaian lahan konservasi mangrove

Lokasi	Luasan (Ha)	Titik Koordinat	
		X	Y
Muara Bungin Desa Pantai Bakti	26, 80	107° 3' 43.764" E	5° 55' 52.668" S
Muara Bendera Desa Pantai Bahagia	46, 21	106° 59' 26.065" E	5° 56' 14.166" S
Muara Pecah Desa Pantai Bahagia	28, 35	107° 1' 7.848" E	5° 58' 19.339" S
Muara Kuntul Desa Pantai Sederhana	80, 85	106° 59' 50.770" E	6° 0' 37.921" S
Muara Jaya Desa Pantai Mekar	26, 67	106° 59' 57.893" E	6° 1' 34.593" S
Muara Blacan Desa Pantai Harapanjaya	35, 15	107° 1' 11.320" E	6° 1' 42.539" S
Total	244, 05		

Sumber: Hasil analisis 2021

Pada dasarnya konservasi mangrove mempunyai tujuan, (1) menjaga tetap berlangsungnya proses ekologi yang mendukung sistem kehidupan, (2) melindungi keanekaragaman hayati, (3) menjamin kelestarian dan pemafaatan spesies dan ekosistemnya,(4) memberikan kontribusi kepada kesejahteraan masyarakat sekitar. Keberadaan ekosistem mangrove tidak hanya memberikan manfaat secara ekologis sebagai

penyedia sumberdaya ikan, pelindung daratan dari badai dan gelombang, pencegah abrasi dan pencegah intrusi air laut tetapi juga memberikan jasa ekosistem berupa kegiatan ekowisata (Yulianda 2019).

KESIMPULAN

Ekosistem mangrove Muara Gembong telah mengalami laju degradasi akibat konversi

lahan, sehingga luasan yang tersisa pada tahun 2020 hanya mencapai 1.028,64 hektar (9,81%) dari luasan awal penetapan kawasan hutan mangrove yang mencapai 10.481,15 hektar pda. Tingkat kerapatan mangrove mencapai 1033-1425 individu/hektar yang termasuk dalam kategori sedang berdasarkan tingkat kerusakan mangrove. Jenis mangrove yang dominan yaitu jenis *Avicennia* spp. dan *Rhizophora* spp. Lokasi mangrove di Muara Bendera dan Muara Pecah Desa Pantai Bahagia, Muara Kuntul Desa Pantai Sederhana dan Muara Jaya Desa Pantai Mekae termasuk kategori Sangat Sesuai (S1) untuk diusulkan sebagai kawasan konservasi mangrove, sedangkan lokasi mangrove di Muara Bungin Desa Pantai Bakti dan Muara Blacan Desa Pantai Harapanjaya termasuk kategori Sesuai (S2). Penilaian kesesuaian lahan konservasi dapat menjadi pertimbangan para pemangku kebijakan dalam mengimplementasikan berbagai regulasi terkait pemanfaatan alokasi ruang di pesisir Muara Gembong Kabupaten Bekasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pemerintah Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat yang telah memberikan kesempatan melakukan penelitian ini melalui Badan Kepegawaian dan Pengembangan Sumberdaya Manusia (BKPSDM) Kabupaten Bekasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimuddin. (2015). Alternatif bangunan penanggulangan abrasi di Pantai Muara Gembong, Bekasi [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Alongi DM. (2002). Present state and future of the world's mangrove forests. *Envir Conserv.* 29(3), 331–349. DOI: 10.1017/S0376892902000231.
- Ambinari M. (2016). Penataan peran para pihak dalam pengelolaan hutan mangrove di Teluk Jakarta [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Anurogo W, Lubis MZ, Khakim N, Prihantarto WJ, Cannagia LR. (2018). Pengaruh pasang surut terhadap dinamika perubahan hutan mangrove di kawasan Teluk Banten. *Jurnal Kelautan.* 11(2), 130-139. <http://doi.org/10.21107/jk.v11i2.3804>.
- Bengen DG. (2001). Ekosistem dan sumberdaya pesisir dan laut serta pengelolaan secara terpadu dan berkelanjutan. Di Dalam: Bengen DG. Editor. *Prosiding pelatihan pengelolaan wilayah pesisir terpadu*. 29 Oktober-3 November 2001, Bogor: Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor, 28-55.
- Budiasih R, Supriharyono, Muskananfolo MR. (2015). Analisis kandungan bahan organik, nitrat, fosfat pada sedimen di kawasan mangrove jenis *Rhizophora* dan *Avicennia* di Desa Timbulsoko, Demak. *Management of Aquatic Resources.* 4(2), 66-75. DOI: <https://doi.org/10.14710/marj.v4i3.9211>
- [DEPHUT] Departemen Kehutanan. (2005). Pedoman invetarisasi dan identifikasi lahan kritis mangrove. Jakarta: Departemen Kehutanan.
- [DKP] Departemen Kelautan dan Perikanan. (2004). *Pedoman pengelolaan ekosistem mangrove*. Jakarta: Departemen Kelautan Perikanan.
- Ilman M, Dargusch P, Dart P, Onrizal. (2016). A historical analysis of the drivers of loss and degradation of Indonesia's mangroves. *Land Use Policy.* 54(2016), 448–459. DOI: 10.1016/j.landusepol.2016.03.010.
- [MENEGLH] Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2004). Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.
- Kusmana C dan Ningrum. (2016). Tipologi dan kondisi vegetasi kawasan mangrove Bulaksetra Kabupaten Pangandaran

- Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 7(2), 137-145.
- [MENEGLH] Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2004). Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove. Jakarta: Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Noor YR, Khazali M, Suryadiputra INN. (2006). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor: PHKA-WIIP.
- Oktaviani S, Yonvitner, Imran Z. (2019). Daya dukung optimum berbasis pola tata guna lahan pesisir di Muara Gembong, Kabupaten Bekasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 11(1), 75-87. DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jitkt.v11i1.21600>.
- Palupi AA. (2019). Perubahan penggunaan lahan dan arahan kebijakan kawasan hutan di Kecamatan Muara Gembong Kabupaten Bekasi. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Parawansa I. (2007). Pengembangan kebijakan pembangunan daerah dalam pengelolaan hutan mangrove di Teluk Jakarta secara berkelanjutan [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Poedjirahayu E, Marsono D, Wardhani FK. (2017). Penggunaan Principal Component Analysis dalam Distribusi Spasial Vegetasi Mangrove di Pantai Utara Pemalang. 11(2017), 29-42. <https://doi.org/10.22146/jik.24885>.
- Rahmasari SN, Agus F, Muningsih D, Gantini WT. (2019). Studi keanekaragaman mangrove Pantai Mekar Kecamatan Muara Gembong Kabupaten Bekasi. *Jurnal CARE*. 4(1), 25-41.
- Rafsenja U, Jaya LMG, Sawaludin, Rahim S. (2020). Analisis perbandingan citra Landsat 8 dan Sentinel 2A untuk mengidentifikasi sebaran mangrove. *JAGAT (Jurnal Geografi Aplikasi dan Teknologi)*: 4(1), 63-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.33772/jagat.v4i1>
- Setiawan AD, Winarno K, Purnama PC. (2003). Review: ekosistem mangrove di Jawa: 1. Kondisi terkini. *BIODIVERSITAS*. 4(2), 133-145. DOI: 10.13057/biodiv/d040211.
- Siburian R, Haba J. (2016). *Konservasi mangrove dan kesejahteraan masyarakat*. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Soreianegara I, Indrawan A. (2002). *Ekosistem hutan Indonesia*. Bogor [ID]. Laboratorium Ekologi Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Solihuddin T, Dhiadudin R, M, Mustikasari E, Rahayu YP, Husrin S. (2019). Rehabilitasi pantura Jawa: isu, analisis, dan tantangan. Di dalam: Solihudin T, Jayawiguna MH, Triyono, editor. *Strategi rehabilitasi pantura Jawa berdasarkan dinamika wilayah pesisir*. AMAFRaD Press. Jakarta: BRSDMKP. Hlm. 9-35.
- Wardhani MK. (2014). Analisis kesesuaian lahan konservasi hutan mangrove di pesisir selatan Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan*. 7(2), 69-74. DOI: <https://doi.org/10.21107/jk.v7i2>.
- Widiyanti SE, Abubakar S, Murhum MA. (2018). Penentuan kesesuaian lahan konservasi hutan mangrove di Desa Gotowasi Kecamatan Maba Selatan Maluku Utara. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 2(3), 215-224. DOI: 10.21776/ub.jfmr.2018.002.03.10.
- Yulianda F. (2019). *Ekowisata perairan: suatu konsep kesesuaian dan daya dukung wisata bahari dan wisata air tawar*. Bogor [ID]. IPB Press.
- Yulianto G. (2017). Design kebijakan pengelolaan terpadu mangrove dan perikanan (Studi Kasus di Kabupaten Indramayu). [Disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.