

# Desain kawasan konservasi mangrove untuk meningkatkan resiliensi Delta Cimanuk, Indramayu, Jawa Barat terhadap perubahan iklim

## The design of mangrove conservation area to increase the resilience of Cimanuk Delta, Indramayu, West Java to climate change

HADIANA, AGUSTINUS M. SAMOSIR

Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor 16680, Jawa Barat

Manuskrip diterima: 13 Maret 2015. Revisi disetujui: 12 Juli 2015.

**Abstract.** *Hadiana, Samosir AM. 2015. The design of mangrove conservation area to increase the resilience of Cimanuk Delta, Indramayu, West Java to climate change. Bonorowo Wetlands 5: 63-76.* Indramayu is one of the coastal areas in North Java that encountered many impacts by climate changes, such as storm intensity, abrasion, and flood that happened more frequently. One of the management mangroves' efforts to reduce these impacts is conservation. Conservation planning is integrated into one form of designation of conservation areas. The aim of this research was to determine the variable of coastal resources related to protection. It gave the alternative plan of the conservation area as an effort to bring back Cimanuk Delta's condition toward climate change. The planning in scenario one generated a core zone of about 97,27 km<sup>2</sup>, limited utilization zone 75,35 km<sup>2</sup>, sustainable fisheries zone 149,30 km<sup>2</sup>, and others 116,07 km<sup>2</sup> of total aquatic study in Coastal Indramayu (Delta Cimanuk) that have a total area of about 437,9890 km<sup>2</sup>. The plan in scenario two generated a core zone of about 102,07 km<sup>2</sup>, and the plan in scenario three generated a core zone of about 120,45 km. Overall, the location selected for the conservation area is always the same, i.e., located around Cemara, Pabean Ilir, Cantigi, and Pagirikan Coastal area.

**Keywords:** Cimanuk Delta, conservation, coastal area, planning, scenario

### PENDAHULUAN

Indramayu merupakan salah satu daerah pesisir Utara Jawa yang pantainya mengalami banyak perubahan selama 12 tahun terakhir. Perubahan yang terjadi utamanya diakibatkan perubahan iklim. Hal ini terlihat dari intensitas badai, banjir, abrasi, dan sedimentasi yang semakin sering. Salah satu upaya untuk mencegah dampak perubahan iklim adalah dengan melindungi pesisir melalui hutan mangrove dan sempadan pantai.

Ekosistem mangrove selain sebagai pelindung pesisir dari abrasi, badai, dan lainnya, juga memiliki fungsi sebagai penyedia sumber makanan, daerah mencari makan, membesarkan diri, dan memijah bagi biota. ekosistem mangrove di Indramayu terbentang sepanjang pesisir, yang sebagian besar berada di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk dan bermuara di Delta Cimanuk. Sumberdaya ikan di Delta Cimanuk ini cukup banyak diantaranya sekitar 98 jenis ikan dari 39 famili (Samosir et al. 2014).

Pemanfaatan sumber daya ikan di Delta Cimanuk dilakukan secara berlebihan yang mana semua jenis ikan dalam berbagai ukuran ditangkap tanpa diseleksi berdasarkan ukuran. Hal ini menjadi masalah bagi sumberdaya ikan di Delta Cimanuk. Oleh karena itu diperlukan upaya pengendalian penangkapan yang ditargetkan, mengingat potensi sumber daya ikan di Delta Cimanuk ini mempunyai peran yang sangat penting bagi kehidupan generasi yang akan datang. Salah satu upaya pengelolaan tersebut adalah melalui pendekatan konservasi,

dengan pendekatan ini pemanfaatan tidak dapat dipisahkan dari aspek perlindungan dan pelestarian. Bentuk perencanaan yang direkomendasikan dari pendekatan konservasi adalah penetapan kawasan konservasi.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan variabel ekologi dan sosial sumber daya pesisir dan lingkungannya yang berhubungan dengan perlindungan dan memberikan alternatif rancangan kawasan konservasi sebagai upaya untuk meningkatkan resiliensi Delta Cimanuk terhadap perubahan iklim.

### BAHAN DAN METODE

#### Lokasi dan waktu penelitian

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan bulan Juli hingga September 2014 yang berlokasi di Delta Sungai Cimanuk, Indramayu, Provinsi Jawa Barat (Gambar 1). Data penelitian yang diambil meliputi data primer dan sekunder, terdiri dari fitur konservasi dan fitur biaya.

#### Pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan (pemetaan partisipatif) dan melalui hasil wawancara semi terstruktur dengan pengguna terkait (*stakeholder*) di wilayah tersebut, meliputi kondisi sumber daya perikanan dan sosial budaya masyarakat. Data sekunder berupa data spasial kondisi pesisir Indramayu

yang diperoleh dari Dinas Perikanan dan Kelautan serta Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Indramayu Jawa Barat. Analisis zonasi kawasan konservasi dilakukan dengan perangkat Marxan dengan dua macam input data, yaitu data fitur konservasi dan data fitur biaya.

**Fitur konservasi**

Fitur konservasi merupakan parameter ekologi yang harus dilindungi. Pada penelitian ini fitur tersebut berupa sumber daya perikanan dan habitatnya serta daerah yang harus dilindungi, yaitu arboretrum mangrove, mangrove, sempadan pantai dan daerah rawan abrasi. Berdasarkan studi pendahuluan, dipilih prioritas sumber daya perikanan untuk penentuan kawasan konservasi. Pertimbangan yang digunakan, yaitu jumlahnya yang terancam atau merupakan sumber daya perikanan ekonomis penting. Fitur yang terpilih berupa sumber daya ikan kerapu lumpur (*Ephinephelus* sp.), benur udang windu (*Penaeus monodon*) kakap putih (*Lates calcarifer*) dan kuro (*Eleutheronema* sp.).

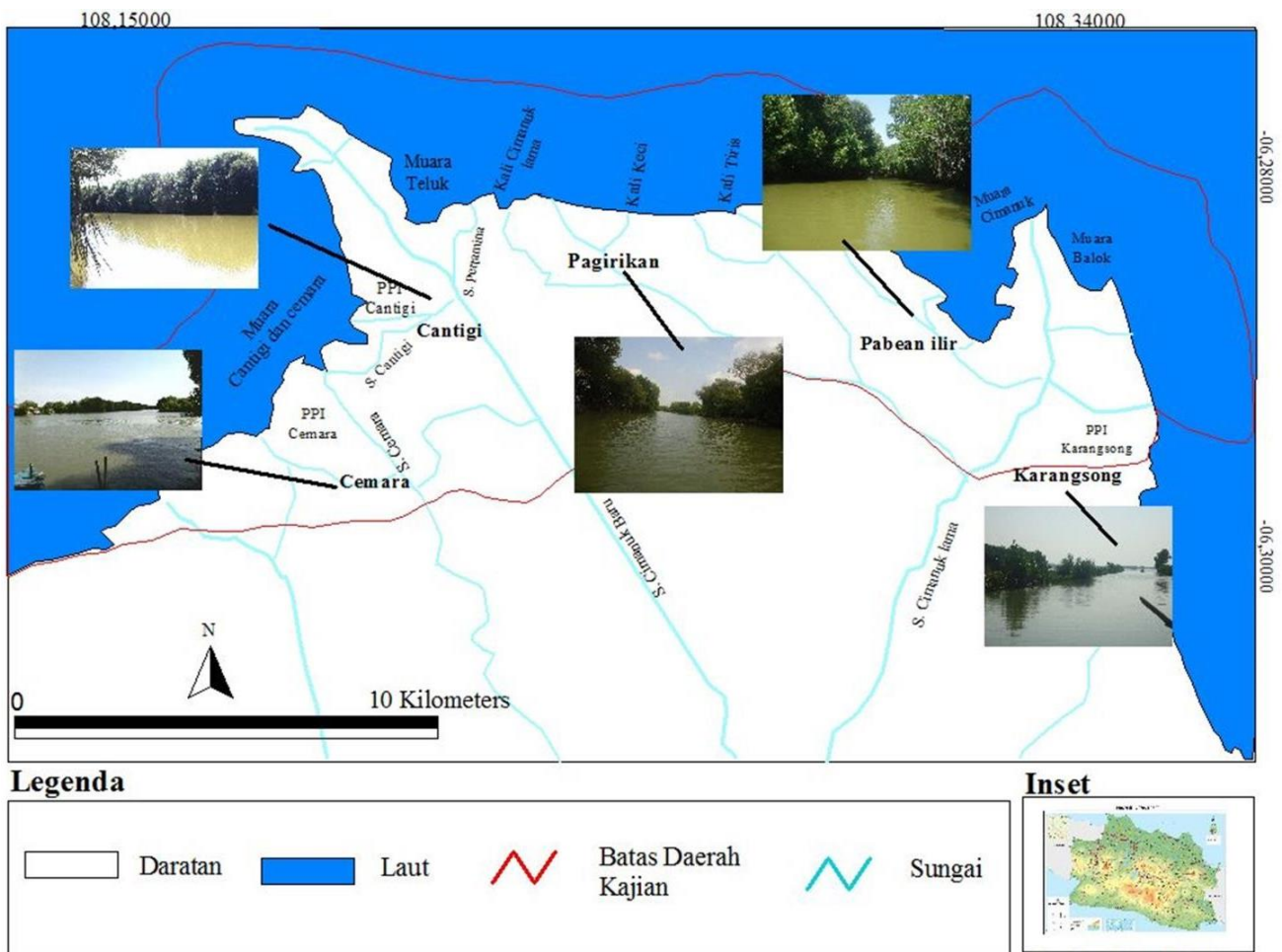
**Fitur biaya**

Fitur biaya dalam *input* Marxan berupa data tentang pemanfaatan sumber daya, kawasan, dan ancaman terhadap

sumber daya yang meliputi instalasi minyak, ancaman minyak, *fishing ground*, PPI, tambak, wisata pancing, pemukiman penduduk, sebaran sedimen, dan pemanfaatan mangrove. Data tersebut diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan dan hasil wawancara dengan masyarakat pengguna langsung sumber daya tersebut. Penentuan jumlah responden dan teknik pengambilan contoh dalam penelitian ini dilakukan secara *accidental sampling* kepada nelayan sekitar.

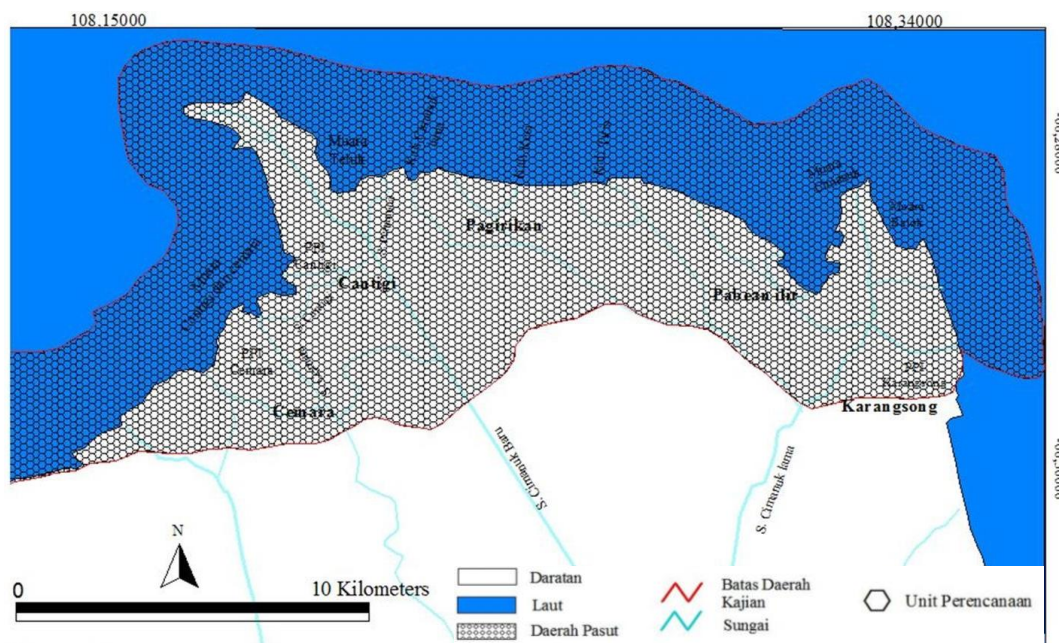
**Daerah Kajian/Area of Interest (AOI)**

*Area of Interest* (AOI) merupakan daerah lingkup kajian dalam penentuan kawasan konservasi. AOI yang telah ditentukan dibentuk menjadi beberapa *planning unit* (pu) dengan satuan unit perencanaan heksagonal. Blok-blok bangunan dari sistem konservasi yang perangkat lunak Marxan evaluasi dan pilih sebagai bentuk solusi (Loos 2006). Penentuan AOI dan pu merupakan hal penting dan utama dalam analisis Marxan. Daerah lingkup yang dikaji pada penelitian ini terletak di sekitar Delta Sungai Cimanuk, yang mana Delta ini berbatasan langsung dengan Laut Jawa di Indramayu Jawa Barat (Gambar 2).



Sumber : Dinas Kehutanan dan Perkebunan Indramayu 2014

**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian di Delta Cimanuk Indramayu Jawa Barat



Gambar 2. Area of Interest (Daerah lingkup yang dikaji)

Batasan lokasi studi ini didasarkan atas kewenangan pengelolaan daerah Indramayu untuk mengelola laut, yang mana sesuai Undang-Undang nomor 32 tahun 2004 tentang pemerintah daerah, suatu kabupaten/kota memiliki kewenangan pengelolaan laut sejauh 4 mil (untuk wilayah yang berbatasan dengan laut yang luas).

Bentuk yang dapat diadopsi dalam satuan *pu* yaitu segitiga, persegi empat, dan heksagonal. Bentuk heksagonal dipilih karena memiliki bentuk paling natural dan lebih mendekati lingkaran sehingga memiliki rasio tepi yang rendah. Bentuk heksagonal juga memiliki keluaran yang lebih halus dibandingkan dengan satuan *planning unit* lainnya (Loos 2006).

**Analisis zonasi kawasan konservasi**

Analisis zona kawasan konservasi menggunakan perangkat lunak Marxan yang bekerja secara algoritma. Tujuan dari analisis ini mencari nilai *cost* yang paling rendah dengan menggunakan dua macam input data, yaitu data fitur konservasi dan data fitur biaya. Pada fitur masing-masing parameter konservasi mempunyai tingkat kepentingan dan kualitas data yang berbeda-beda, sehingga faktor dendanya juga berbeda. Analisis perangkat lunak Marxan menggunakan algoritma untuk mencari nilai biaya terendah sebagai kawasan konservasi. Hal ini merupakan kombinasi sederhana dari nilai biaya daerah terpilih dan nilai penalti yang tidak memenuhi target (Munro 2006). Nilai biaya terendah merupakan solusi terbaik, yang dihitung dari formula matematika:

$$\text{Total score} = \sum_{i=1}^n \text{planning unit cost} + \left( \text{BLM} \times \sum_{i=1}^n \text{boundary cost} \right) + \sum_{i=1}^n (\text{feature penalty})$$

Keterangan:

*Planning unit cost*: Nilai *cost* (biaya) yang terpilih di *planning unit* ke- $i = 1, 2, \dots, n$ ; adalah banyaknya satuan perencanaan.

BLM: *Boundary length modifier*, adalah kontrol penting dari batas *relative cost* terpilih di *planning unit*. BLM bernilai 0 maka *boundary length* tidak dimasukkan dalam fungsi obyektif.

*Boundary cost*: Batas dari area terpilih/perimeter ke- $i$

*Feature penalty*: *Penalty* yang ditambahkan dalam fungsi obyektif untuk setiap target tidak terpenuhi pada setiap perencanaan ke- $i$ , *penalty* ini opsional, dapat tidak dimasukkan dalam fungsi obyektif.

**Pembobotan fitur**

Penentuan bobot nilai fitur konservasi dan fitur biaya terbilang sangat unik, yaitu berdasarkan tingkat kepentingan data dan kualitas data. Fitur konservasi dengan bobot tinggi diperhitungkan untuk meningkatkan nilai *cost* apabila target konservasi tidak terpenuhi, sedangkan bobot untuk fitur biaya diperhitungkan untuk tidak terpilih sebagai kawasan konservasi. Hal ini karena kawasan tersebut sudah dimanfaatkan sehingga akan meningkatkan biaya pengelolaan apabila dialihkan menjadi kawasan konservasi. Penentuan bobot kedua jenis data fitur ditentukan berdasarkan tingkat kepentingan dan kualitas data, yang artinya kualitas data dinilai tinggi jika pengambilan datanya berdasarkan hasil penelitian, sedangkan kualitas data dinilai rendah jika pengambilan datanya berdasarkan wawancara. Penentuan nilai faktor denda pada tiap fitur konservasi ditentukan secara subjektif oleh penulis, karena sejauh ini tidak ada aturan khusus dalam menentukan nilai faktor denda pada tiap spesies. Ball dan Possingham (2000) menyarankan menggunakan SPF di atas 1. Hal ini dibenarkan oleh Loos (2006) yang menyatakan bahwa nilai SPF kecil (0,1) mengakibatkan target tidak terpenuhi. Data

tiap fitur masing-masing dimasukkan dalam satuan perencanaan. Data konservasi dimasukkan kedalam satuan perencanaan fitur konservasi, demikian juga dengan fitur biaya, sehingga menghasilkan dua macam data yang bisa dianalisa lebih lanjut.

### Pembobotan fitur konservasi

Semakin tinggi tingkat kepentingan dan kualitas data, bobot nilai faktor denda juga akan semakin tinggi. Berikut merupakan kriteria penentuan nilai faktor denda pada tiap fitur konservasi (Tabel 2).

### Kesehatan mangrove berdasarkan morfometrik daun

Khusus mangrove dan sempadan pantai, perhitungan nilai skor dilakukan dengan menambahkan variabel nilai kesehatan. Populasi morfometrik daun dilihat berdasarkan banyaknya sebaran normal yang terbentuk pada grafik distribusi log normal. Semakin sedikit populasi morfometrik yang terbentuk maka suatu populasi mangrove semakin sehat, berarti morfometrik daun semakin relatif konstan. Jumlah populasi menggambarkan tekanan lingkungan yang diterima oleh suatu populasi mangrove (Barret dan Rosenberg 1981 in Rahadyan 2003):

$$1-CV = \frac{SD}{\bar{A}} \times 100\%$$

1-CV = koefisien keragaman

SD = simpangan baku

$\bar{A}$  = Nilai rata-rata ukuran morfometrik daun

Nilai koefisien keragaman (1-CV) yang besar menunjukkan bahwa populasi memiliki nilai-nilai morfometrik daun yang memencar, dengan pemencaran tersebut kompetisi antar individu dalam suatu populasi berkurang serta menunjukkan adanya daya adaptasi yang luas terhadap lingkungannya. Nilai koefisien keragaman (1-CV) yang rendah menunjukkan bahwa suatu populasi memiliki nilai morfometrik daun yang mengelompok. Morfometrik daun yang sehat (tidak mengalami *stress*) seharusnya relatif konstan diantara individu-individu yang sejenis dalam suatu populasi. Makin sedikit populasi morfometrik daun yang terbentuk, maka populasi bisa dikatakan semakin sehat, karena morfometrik daunnya relatif konstan. Nilai 1-CV ini dipengaruhi letak suatu populasi tumbuh dalam suatu zonasi.

### Pembobotan fitur biaya

Penentuan nilai masing-masing fitur ditentukan dengan skor (*weighting score*) relatif satu sama lain terhadap biaya pengelolaan suatu kawasan yang berpengaruh terhadap tinggi rendahnya tingkat kepentingan. Penentuan nilai skor fitur biaya tidak memperhatikan kualitas data yang didapat, karena semua fitur biaya mempunyai kualitas data yang sama dalam mendapatkannya. Tabel 3 merupakan kriteria penentuan nilai skor biaya pada tiap fitur biaya.

### Pengaturan BLM (Boundary Length Modifier)

Penentuan nilai BLM akan bervariasi dari satu daerah ke daerah lain (Ila 2010). Menurut Possingham et al.

(2000), nilai BLM dipilih berdasarkan keseluruhan bentang alam dari daerah penelitian, serta tujuan dari analisis yang dilakukan. Nilai BLM untuk *map unit* UTM berkisar antara 0-1, sedangkan *map unit degree* berkisar antara 0-10000 (Darmawan dan Darmawan 2007). Nilai kisaran BLM tersebut sudah dapat memberikan variasi pengelompokan satuan perencanaan yang terpilih. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini menggunakan *map unit degree*, maka untuk menentukan BLM optimum digunakan BLM yang berkisar antara 0-10000, sehingga dipilih empat nilai BLM yang berbeda, yaitu 1, 10, 100, dan 1000.

### Penentuan skenario

Skenario zona kawasan konservasi merupakan solusi alternatif yang ditawarkan untuk merancang desain kawasan konservasi. Menggunakan perangkat lunak Marxan, para perancang dapat mencoba berbagai skenario perencanaan kawasan yang berbeda dan melihat hasil. Berdasarkan hasil tersebut perancang dapat memilih skenario terbaik untuk perencanaan kawasan konservasi (Possingham et al. 2005). Skenario tersebut didapatkan dari hasil perhitungan Marxan berdasarkan target konservasi yang berbeda-beda yang bertujuan untuk memberikan beberapa alternatif desain kawasan konservasi sehingga nantinya menjadi pilihan dalam menetapkan suatu kawasan konservasi yang sesuai karakteristik dan keadaan lingkungannya. Berdasarkan observasi yang dilakukan terhadap beberapa skenario, maka ditetapkan tiga skenario dengan empat BLM dan target yang berbeda, maka proses tersebut menghasilkan 12 hasil yang berbeda. Berikut merupakan rancangan skenario berdasarkan target fitur konservasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.

Target konservasi dihitung berdasarkan persentase wilayah yang ditetapkan untuk dikonservasi. Persentase tersebut merupakan persentase dari total luas target yang menjadi fitur konservasi dalam *Area of Interest*. Penentuan persentase skenario terbagi dalam tiga bagian, yaitu daerah perlindungan mangrove yang difungsikan untuk melindungi dari ancaman abrasi. Sumberdaya perikanan untuk melindungi kondisi yang sudah terancam dan mulai terancam. Habitat untuk melindungi daerah sebaran ikan baik larva maupun dewasa. Jika semakin tinggi persentase maka fitur tersebut maka mutlak sebesar persentase tersebut dilindungi. Sehingga persentase perlindungan daerah lindung mangrove dan sumberdaya perikanan akan lebih tinggi dibandingkan habitat, karena pada skenario kawasan ini terjadi *overlay* antar fitur. Sehingga presentasinya kumulatif dari fitur yang terjadi *overlay*.

**Tabel 2.** Kriteria penentuan nilai faktor denda fitur konservasi

Tingkat kepentingan	Kualitas data	Nilai skor
Sangat tinggi	Tinggi	15
Tinggi	Tinggi	12
Sedang	Tinggi	9
Rendah	Rendah	4
Sangat rendah	Rendah	2

Keterangan: Kualitas Data: tinggi = 3, sedang = 2, rendah = 1. Tingkat Kepentingan: sangat tinggi = 5, tinggi = 4, sedang = 3, rendah = 2, sangat rendah = 1

**Tabel 3.** Kriteria penentuan nilai skor fitur biaya

Tingkat kepentingan	Nilai skor
Sangat Tinggi	5
Tinggi	4
Sedang	3
Rendah	2
Sangat Rendah	1

**Tabel 4.** Skenario kawasan konservasi

Fitur konservasi	Skenario		
	1	2	3
	% Target	% Target	% Target
Daerah rawan abrasi	60	60	65
Mangrove dan Sempadan pantai	50	50	55
Arboretum	30	40	45
<i>Nursery Ground</i>			
<i>Panaeus monodon</i>	30	40	50
<i>Ephinephelus</i> sp.	20	35	40
<i>Lates calcarifer</i>	15	35	40
<i>Eleutheronema</i> sp.	15	30	40
<i>Nursery Ground</i> lainnya	10	15	20
<i>Spawning Ground</i>	10	15	20
<i>Feeding Ground</i>	10	15	20

**Tabel 5.** Sidik ragam rancangan acak lengkap

Sumber Keragaman (Sk)	Derajat Bebas (Db)	Jumlah Kuadrat (Jk)	Kuadrat Tengah	F Hit	F Tab
Perlakuan	i-1	JKP	KTP	KTP/KTS	
Sisa/Galat	i-(i-1)	JKS	KTS		
Total	ji-1	JKT			

**Analisis data analisis Rancangan Acak Lengkap (RAL)**

Analisis RAL yang digunakan untuk melihat pengaruh perlakuan perbedaan tempat terhadap pertumbuhan daun mangrove (Mattjik dan Sumertajaya 2013). Model rancangannya sebagai berikut.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \sum_{j=1}^j \epsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$  : Pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

$\mu$  : Rataan umum

$\tau_i$  : Pengaruh perlakuan ke-i

$\sum_{j=1}^j \epsilon_{ij}$  : Galat pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Hipotesis yang dapat di uji dari RAL adalah sebagai berikut.

$H_0$  : Tidak ada  $\tau_i$  (perlakuan tempat) yang berpengaruh terhadap pertumbuhan daun mangrove

$H_1$  : Minimal ada satu  $\tau_i$  (perlakuan tempat) yang berpengaruh terhadap pertumbuhan daun mangrove

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hipotesis tersebut adalah apabila  $F_{hit} < F_{tab}$  maka gagal tolak  $H_0$  dan apabila  $F_{hit} > F_{tab}$  maka tolak  $H_0$ . Analisis sidik ragam untuk rancangan kelompok ini disajikan pada Tabel 5.

**Uji Lanjut BNJ (Benar Nyata Jujur)**

Uji lanjut BNJ sering juga disebut uji Turkey (*Honestly Significant Difference = HSD*) (Mattjik dan Sumertajaya 2013). Uji BNJ dapat digunakan untuk membandingkan semua pasangan perlakuan yang ada.

$$BNJ_{\alpha} = q_{\alpha}(p, f_e) \cdot \sqrt{\frac{(KTG)}{r}}$$

Keterangan

BNJ : Beda Nyata Jujur

$q_{\alpha}$  : Nilai F tabel pada selang kelas kepercayaan

p : Jumlah perlakuan

$f_e$  : Derajat bebas galat KTG: Kuadrat tengah galat

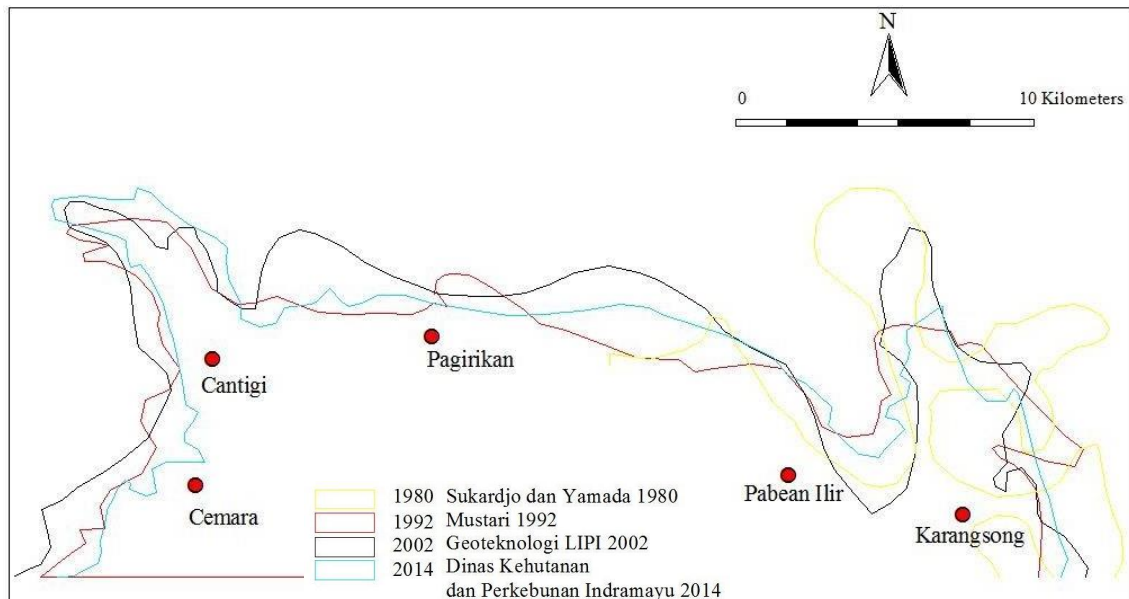
r : Perlakuan

**HASIL DAN PEMBAHASAN****Perubahan kondisi pesisir Indramayu (Delta Cimanuk)**

Pesisir Indramayu atau dikenal dengan Delta Cimanuk, secara geografis terletak pada garis lintang  $06^{\circ}11' - 06^{\circ}20'$  LS, dan garis bujur  $108^{\circ}09' - 108^{\circ}19'$  BT. Sebelah utara berbatasan dengan Laut Jawa, di sebelah selatan dengan Jalan Raya Indramayu-Jakarta, di sebelah timur dengan Kali Cimanuk Lama dan di sebelah barat dengan Kali Cilet.

Sebaran mangrove di Delta Cimanuk setiap tahunnya mengalami perubahan yang cukup tinggi, terlebih setelah tahun 2001. Tahun 2001 sampai tahun 2014 pesisir Indramayu mengalami perubahan yang cukup signifikan. Hal ini di akibat dari perubahan iklim yang menyebabkan intensitas bencana alam menjadi cukup sering di pesisir Indramayu. Luas hutan mangrove di Delta Cimanuk pada tahun 1990 adalah 7.127,56 ha, terdiri dari 4 Resort Polisi Hutan (RPH), yaitu RPH Cemara (1.748,30 ha), RPH Cangkring (2.080,73 ha), RPH Purwa (1.903,18 ha), dan RPH Pabean (1.395,35 ha), termasuk dalam Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (BKPH) Indramayu, Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Indramayu. Luas hutan mangrove di Kabupaten Indramayu pada tahun 2001 adalah 6.353,60 ha, yang tersebar di Kec. Losarang, Kec. Cantigi, Kec. Indramayu, dan Kec. Sindang (Deputi Bidang Kelembagaan Koperasi dan UKM Kantor Menteri Negara Urusan Koperasi dan UKM RI dan LPPM IPB 2001).

Kondisi saat ini kawasan Pantura Indramayu mengalami tingkat abrasi, intrusi, dan sedimentasi yang cukup tinggi. Areal pantai yang terkena abrasi seluas 2.153,12 ha tersebar di 7 (tujuh) kecamatan dan 28 (dua puluh delapan) desa. Rata-rata tingkat abrasi di Pantura Indramayu antara 2-5 m/tahun, dan proses sedimentasi pada muara sungai sangat cepat. Intrusi air laut ke darat sejauh 17 Km. Sedimentasi yang terjadi di kawasan pesisir Indramayu, salah satu akibatnya berupa pendangkalan muara-muara sungai di wilayah pesisir dan perairan. Pendangkalan mengganggu aktifitas ekonomi dan lingkungan hidup di sekitarnya, seperti yang terjadi di beberapa muara Sub DAS yang terdapat di wilayah pesisir Kabupaten Indramayu.



**Gambar 3.** Perubahan pesisir Indramayu (Delta Cimanuk) Jawa Barat (1980-2014)

**Tabel 6.** Nilai faktor denda pada tiap fitur konservasi

Fitur Konservasi	Tingkat Kepentingan	Kualitas Data	Nilai skor
<i>Nursery Ground</i>			
<i>Penaeus monodon</i>	5	3	15
<i>Ephinephelus</i> sp.	4	3	12
<i>Lates calcarifer</i>	3	3	9
<i>Eleutheronema</i> sp.	3	3	9
Daerah Rawan Abrasi	5	3	15
Arboretum	4	3	12
Mangrove dan sempadan pantai	4	3	12
<i>Nursery Ground</i> lainnya	4	3	12
<i>Feeding Ground</i>	3	2	6
<i>Spawning Ground</i>	3	2	6

Keterangan: Kualitas Data: tinggi = 3, sedang = 2, rendah = 1

Tingkat kepentingan: sangat tinggi = 5, tinggi = 4, sedang = 3, rendah = 2, sangat rendah = 1

Perubahan kondisi pesisir Indramayu yang signifikan dari tahun 2002 hingga tahun 2014 yaitu di Desa Pabean Ilir dan Pagirikan (Gambar 3). Desa Pagirikan dari tahun 2002-2014 mengalami abrasi disebabkan banyak faktor diantaranya adanya bendungan dan sungai buatan dari aliran sungai Cimanuk utama terdapat bendungan. Selain itu akibat perubahan iklim yang menyebabkan intensitas badai semakin sering terjadi. Sementara Desa Pabean Ilir dari tahun 2002-2014 sebagian besar wilayahnya mengalami sedimentasi, namun di salah satu bagian desanya terdapat abrasi akibat peralihan air ke tempat Pabean yang lain.

#### Fitur konservasi

Fitur konservasi merupakan parameter ekologi yang dilindungi sehingga fitur ini akan menjadi suatu acuan pembuatan kawasan konservasi. Fitur konservasi dalam penelitian ini adalah sumber daya perikanan dan

habitatnya, yaitu benur udang windu (*Penaeus monodon*), kerapu lumpur (*Ephinephelus* sp.), kakap putih (*Lates calcarifer*), kuro (*Eleutheronema* sp.), *feeding ground*, *spawning ground* dan *nursery ground*. Fitur konservasi yang berupa daerah lindung, yaitu arboretum, mangrove dan sempadan pantai, dan daerah rawan abrasi (Gambar 4). Berdasarkan tingkat kepentingan dan kualitas data, nilai SPF pada setiap fitur konservasi disajikan pada Tabel 6.

#### Benur windu (*Penaeus monodon*)

Benur windu *Penaeus monodon* merupakan komoditas penting yang sudah langka di wilayah pesisir Indramayu. Tahun 2000 Indramayu merupakan wilayah yang memiliki kelimpahan benur windu yang cukup tinggi, sehingga Indramayu terkenal dengan daerah pengeksport benur windu di Indonesia. Kelimpahan benur windu untuk sekarang sangat langka diakibatkan eksploitasi berlebihan yang ditangkap secara terus menerus tanpa dibiarkan untuk tumbuh dan memijah. Selain itu juga di wilayah pesisir Indramayu kondisinya sudah tidak terlalu mendukung akibat kegiatan antropogenik, sehingga hanya beberapa wilayah yang memang cocok sebagai habitat benur Windu. Benur windu dimasukkan kedalam fitur konservasi yang mana status kepentingan dalam konservasi sangat penting sehingga dalam pemberian nilai denda 15 (Gambar 5).

#### Kerapu Lumpur (*Ephinephelus* sp.)

Ikan kerapu merupakan salah satu ikan laut ekonomis penting dan merupakan komoditas ekspor. Umumnya benih ikan kerapu lumpur (*Ephinephelus* sp.) yang dibudidayakan masih berasal dari alam. Benih yang berukuran kecil mudah ditangkap dengan alat sodo/sudu, dan bubu. Ikan kerapu yang berukuran besar ditangkap dengan pancing, bagan, sero, dan bubu. Ikan kerapu di pesisir Indramayu hanya ditemukan di wilayah Pabean Ilir saja. Ikan kerapu membutuhkan lokasi yang cocok untuk

melakukan pemijahan yang pada umumnya di muara sungai dengan kondisi mangrove yang cukup baik, supaya anak-anaknya dapat dengan mudah mendapatkan sumber makanan bagi pertumbuhannya. Ikan kerapu dimasukan dalam fitur konservasi dengan pemberian nilai denda 12 (Gambar 5).

*Kakap putih (Lates calcarifer)*

Ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) merupakan jenis ikan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi, sehingga populasinya semakin jarang akibat penangkapan yang berlebihan. Ikan kakap putih di Delta Cimanuk keberadaannya sudah sangat jarang, hanya didaerah tertentu saja yang bisa ditemukan. Keberadaan ikan kakap di Indramayu hanya ditemukan di Pabean Ilir dan Cantigi-Cemara, yang mana kondisi lingkungannya masih cukup baik dengan keberadaan mangrove lebih baik dibandingkan dengan pesisir Indramayu yang lainnya. Keadaan lingkungan yang masih baik merupakan habitat cocok bagi larva ikan kakap putih, karena sumber makanan masih melimpah dan kadar salinitas tidak terlalu tinggi bagi larva. Ikan kakap putih masuk dalam fitur konservasi dengan nilai denda 9 (Gambar 5).

*Kuro (Eleutheronema sp.)*

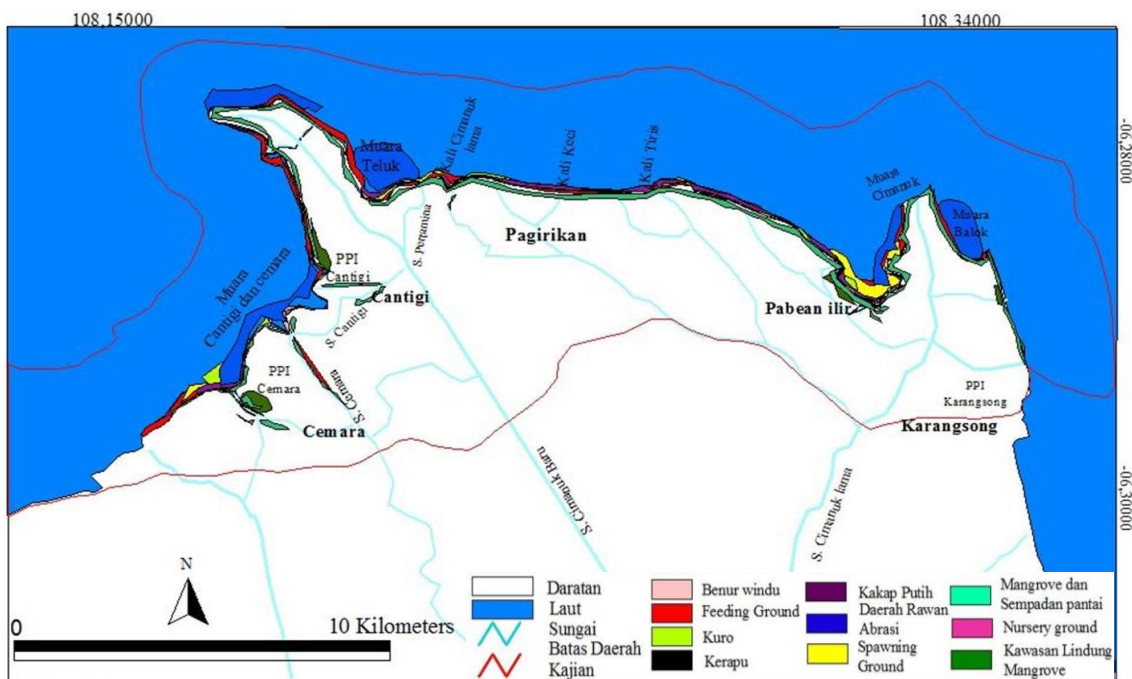
Ikan kuro (*Eleutheronema sp.*) merupakan jenis ikan tangkapan utama yang bernilai ekonomis, dan cenderung dieksploitasi di perairan pesisir Indramayu. Penangkapan yang cenderung berlebih dapat memengaruhi keberadaan ikan kuro di perairan. Upaya untuk mengatasi hal itu perlu dilakukan upaya pengelolaan sumber daya ikan kuro. Ikan kuro masuk dalam fitur konservasi dengan nilai denda 9 (Gambar 5).

*Daerah memijah (Spawning Ground)*

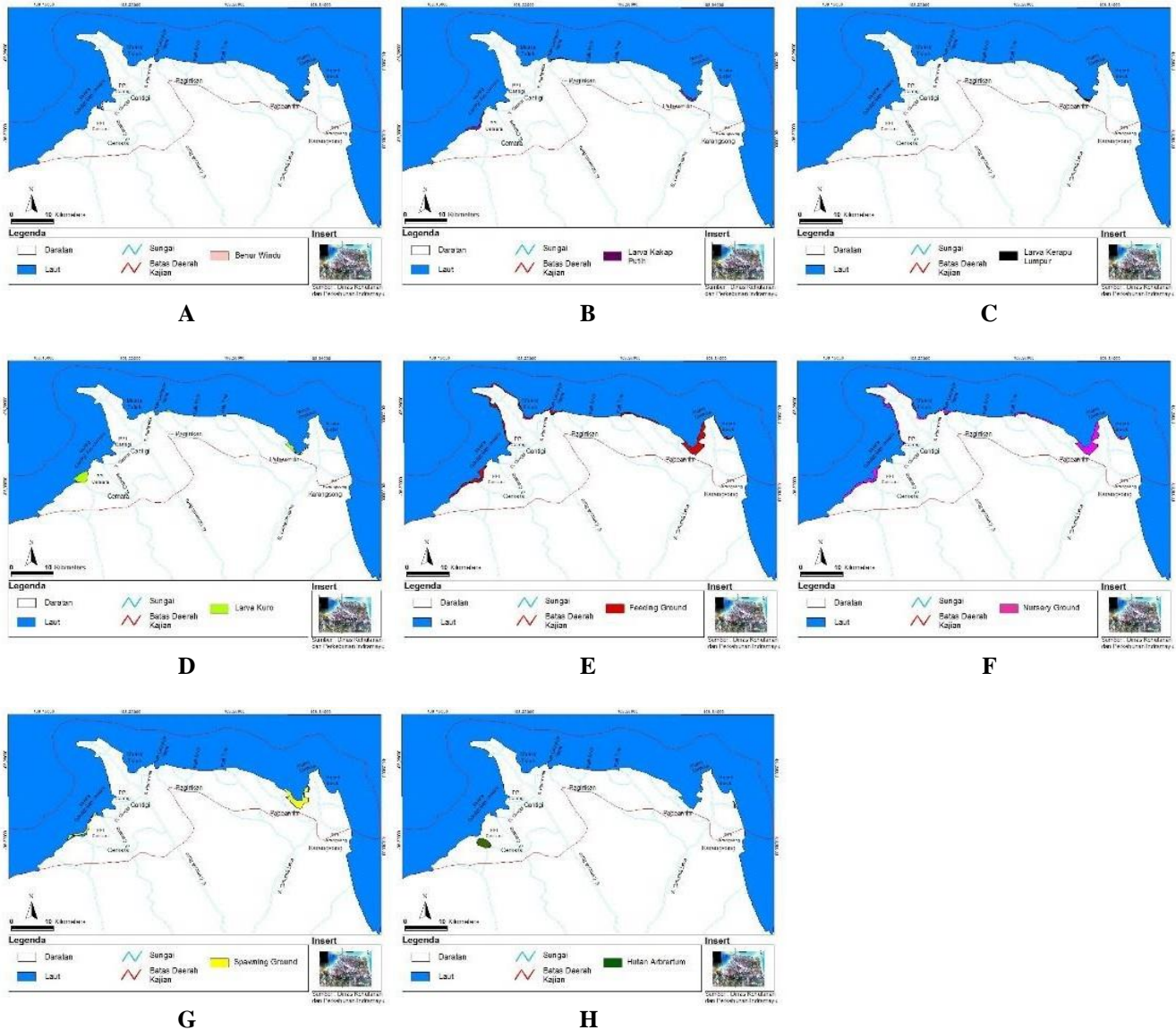
Daerah ini merupakan daerah yang cukup penting bagi kehidupan ikan dan biota akuatik lainnya. Biasanya pada beberapa jenis ikan tertentu tidak dapat melakukan pemijahan jika kondisi lingkungannya tidak mendukung. Pesisir Indramayu yang merupakan daerah memijah hanya terdapat di Pabean Ilir dan Cemara. Hal ini menjadi ancaman yang cukup serius bagi kehidupan biota perairan di wilayah tersebut, jika ada pun wilayah tersebut belum tentu menjadi wilayah yang cocok untuk memijah karena adanya ancaman bagi kehidupan larva ikan dan biota yang melakukan pemijahan di wilayah tersebut. Ikan atau biota lainya dalam melakukan pemijahan, terdapat beberapa yang melakukan migrasi untuk memijah kemudian kembali lagi ke tempat awalnya sehingga sifat atau siklus seperti itu disebut *katadromus dan anadromus*. Daerah memijah dimasukan dalam fitur konservasi dengan nilai denda 9 (Gambar 5).

*Daerah asuhan ikan (Nursery Ground)*

Daerah asuh ikan di Indramayu terdapat di muara sungai. Kondisi muara sungai di Indramayu mengalami penurunan karena dicemari aktivitas daratan, seperti limbah, baik limbah industri maupun limbah rumah tangga. Penurunan kesuburan ini dapat mengakibatkan berkurangnya produksi perikanan. Oleh karena itu, daerah asuhan dinilai sangat penting untuk mempengaruhi pertimbangan konservasi, yaitu dengan melibatkan daerah asuh sebagai kategori fitur konservasi dengan nilai denda sebesar 12. Daerah asuh yang ditetapkan terletak di Pesisir Desa Pabean Ilir, Pagirikan dan Cemara-Cantigi (Gambar 5).



Gambar 4. Sebaran fitur konservasi di Pesisir Indramayu (Delta Cimanuk) Jawa Barat



**Gambar 5.** Peta sebaran fitur-fitur konservasi. A. Benur windu, B. Kakap putih, C. Kerapu lumpur, D. Kuro, E. Feeding ground, F. Nursery ground, G. Spawing ground, H. Arboretum

#### *Daerah mencari makan (feeding ground)*

Secara alami, ikan mempunyai insting untuk berpindah tempat ke lokasi yang produktivitas primernya lebih tinggi. Proses keberlanjutan hidup ikan tersebut, salah satu indikator tingginya produktivitas perairan adalah keberadaan fitoplankton yang bisa ditentukan dengan klorofil. Meskipun tidak ada batasan pasti dalam penentuan daerah mencari makan. Batas penentuan wilayah menggunakan hubungan parameter fisik perairan di Delta Cimanuk yang ada kaitannya dengan klorofil sebagai penentu keseburan. Pentingnya daerah mencari makan terhadap keberadaan dan kelangsungan hidup sumber daya larva, menjadikan daerah mencari makan penting untuk dilibatkan sebagai fitur konservasi yang bertujuan untuk mempengaruhi pertimbangan konservasi, yaitu dengan nilai denda sebesar 6 (Gambar 5).

#### *Arboretum*

Arboretum merupakan kawasan hutan lindung yang dikelola oleh Perhutani dan Dinas Kehutanan. Hutan merupakan sumber daya alam penting yang memerankan fungsi strategis bagi kehidupan masyarakat dan lingkungan, keberadaannya wajib diurus dan dikelola dengan baik untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Arboretum di Indramayu sendiri pengelolaannya dilakukan oleh Perhutani yang mana didalamnya merupakan pohon mangrove.

Wilayah Arboretum di Indramayu perlu dilakukan evaluasi ulang sebagai wilayah konservasi mangrove dikarenakan wilayah yang sebelumnya diduga sudah banyak perubahan dan kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh perubahan iklim. Arboretum ini akan menjadi fitur konservasi yang bertujuan untuk

mempengaruhi pertimbangan konservasi, yaitu dengan nilai denda sebesar 12 (Gambar 5).

*Sebaran mangrove, sempadan pantai dan kesehatan mangrove*

Hutan mangrove adalah tipe hutan khas yang terdapat di sepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut. Sebagian besar mangrove dijumpai di sepanjang garis pantai ber substrat lumpur yang tidak dipengaruhi oleh angin dan arus kuat. Mangrove juga dapat tumbuh pada pantai berpasir, pantai yang terdapat terumbu karang dan di sekitar pulau-pulau (Kitamura et al. 1997). Hutan mangrove di Indramayu terdapat disepanjang pesisir Delta Cimanuk yang memiliki fungsi strategis bagi kondisi perikanan di Indramayu. Fungsi hutan mangrove tersebut sebagai daerah *spawning ground, nursery ground, feeding ground* dan pelindung pantai. Sempadan pantai adalah daratan sepanjang tepian yang lebarnya proporsional dengan bentuk dan kondisi fisik pantai, minimal 100 (seratus) meter dari titik pasang tertinggi ke arah darat (Peraturan Pemerintah RI No. 60 Tahun 2007). Sempadan pantai ini berfungsi sebagai pengatur iklim, sumber plasma nutfah, dan benteng wilayah daratan dari pengaruh negatif dinamika laut.

Indeks kesehatan mangrove menggunakan dua kategori, yaitu melihat banyaknya morfometrik daun yang terbentuk, dan melihat pemencaran nilai-nilai morfometrik daun. Jenis mangrove yang digunakan untuk melihat kesehatannya yaitu jenis mangrove *Rhizophora* sp. yang memiliki kelimpahan paling dominan di setiap desa tersebut. Berdasarkan sebaran mangrove dan sempadan pantai dari

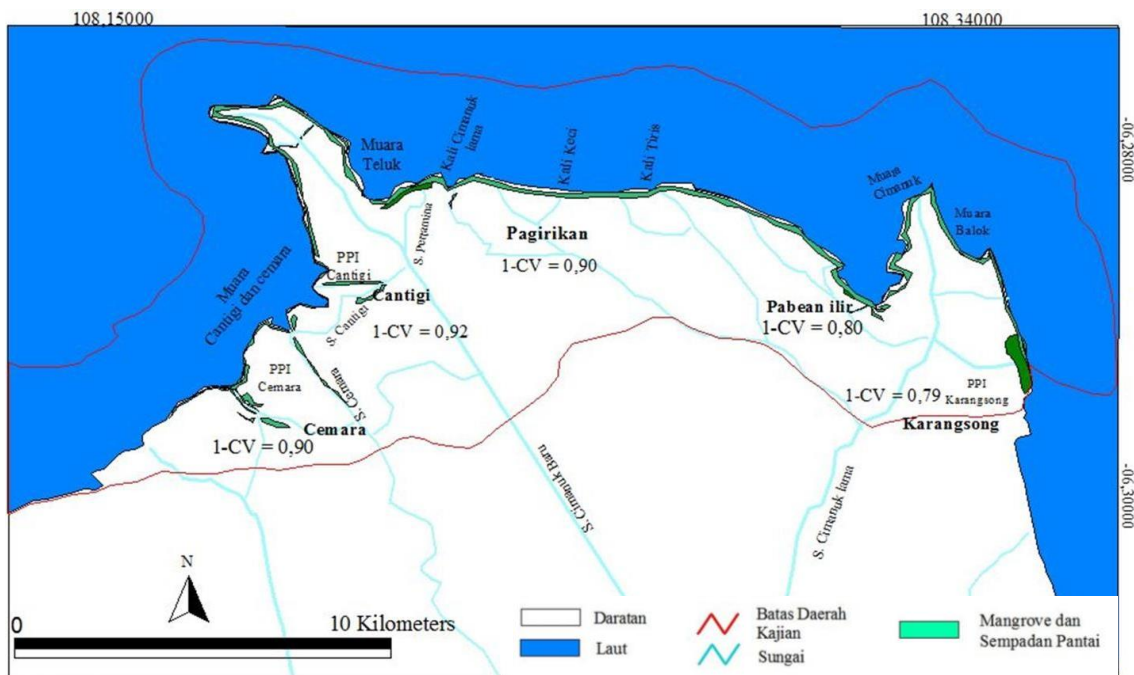
ke lima desa, diketahui bahwa kondisi kesehatan mangrove.

Nilai sebaran kesehatan mangrove dari kelima desa (Tabel 7 dan Gambar 6), didapatkan bahwa Desa Cantigi memiliki nilai pemencaran morfometrik daun (1-CV) paling tinggi dibandingkan desa yang lain dengan nilai 1-CV 0,92. Nilai 1-CV ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai 1-CV, maka kompetisi antar individu dalam suatu populasi berkurang serta menunjukkan daya adaptasi yang luas terhadap lingkungannya. Perbedaan lokasi mempengaruhi terhadap pertumbuhan daun mangrove secara nyata pada jenis yang sama. Oleh karena itu, pentingnya hutan mangrove dan sempadan pantai terhadap keberadaan dan kelangsungan hidup sumber daya ikan menjadikan dasar dari pembuatan kawasan konservasi. Hutan mangrove, sempadan pantai dan kesehatan mangrove dimasukkan dalam fitur konservasi, yaitu dengan nilai denda sebesar 12.

**Tabel 7.** Nilai kesehatan mangrove pada lima desa

Desa	Tingkat kepentingan	Kualitas data	1-CV	Nilai skor	Rata-rata
Karangsong	4	3	0,90	3,60	0,50
Pabean Ilir	5	3	0,80	4,01	0,51
Pagirikan	4	3	0,79	3,18	0,42
Cantigi	4	3	0,92	3,71	0,51
Cemara	5	3	0,90	4,51	0,53

Keterangan: Kualitas Data: tinggi = 3, sedang = 2, rendah = 1. Tingkat kepentingan: sangat tinggi = 5, tinggi = 4, sedang = 3, rendah = 2, sangat rendah = 1



**Gambar 6.** Sebaran mangrove, sempadan pantai dan kesehatan mangrove

### Daerah rawan abrasi

Kenaikan muka air laut memberikan dampak secara langsung pada perubahan garis pantai akibat meningkatnya intensitas abrasi sebagai konsekuensi dari perubahan iklim, sehingga mengakibatkan kerusakan pantai (Yulianti et al. 2013). Kerusakan yang terjadi saat ini memberikan dampak abrasi pada pantai. Hal ini menyebabkan semakin mundurnya garis pantai ke darat. Upaya untuk meminimalisasi hal ini diperlukan pembangunan struktur perlindungan pantai untuk menjaga garis pantai. Selain menjaga garis pantai, pembangunan struktur pantai juga untuk melindungi pantai dari gempuran ombak dengan mereduksi energi gelombang supaya tidak meluap ke daerah daratan pantai. Oleh karena itu daerah rawan abrasi dimasukkan dalam fitur konservasi, yaitu dengan nilai denda sebesar 15 (Gambar 5).

### Fitur biaya

Fitur biaya merupakan pemanfaatan yang berada di Pesisir Indramayu (Delta Cimanuk). Kesembilan fitur tersebut masuk ke dalam fitur biaya karena memiliki dampak terhadap fitur konservasi yang ditargetkan, yaitu mempengaruhi keberadaan sumber daya dan kawasan yang akan dilindungi. Berdasarkan kriteria penentuan nilai skor fitur biaya yang diperoleh dari pertimbangan tingkat kepentingan fitur biaya tersebut, dibuat skor tiap fitur biaya sebagaimana tercantum pada Tabel 8 dan Gambar 7.

### BLM

*Boundary Length Modifier* (BLM) merupakan pengaturan dalam Marxan untuk membuat batasan perimeter untuk

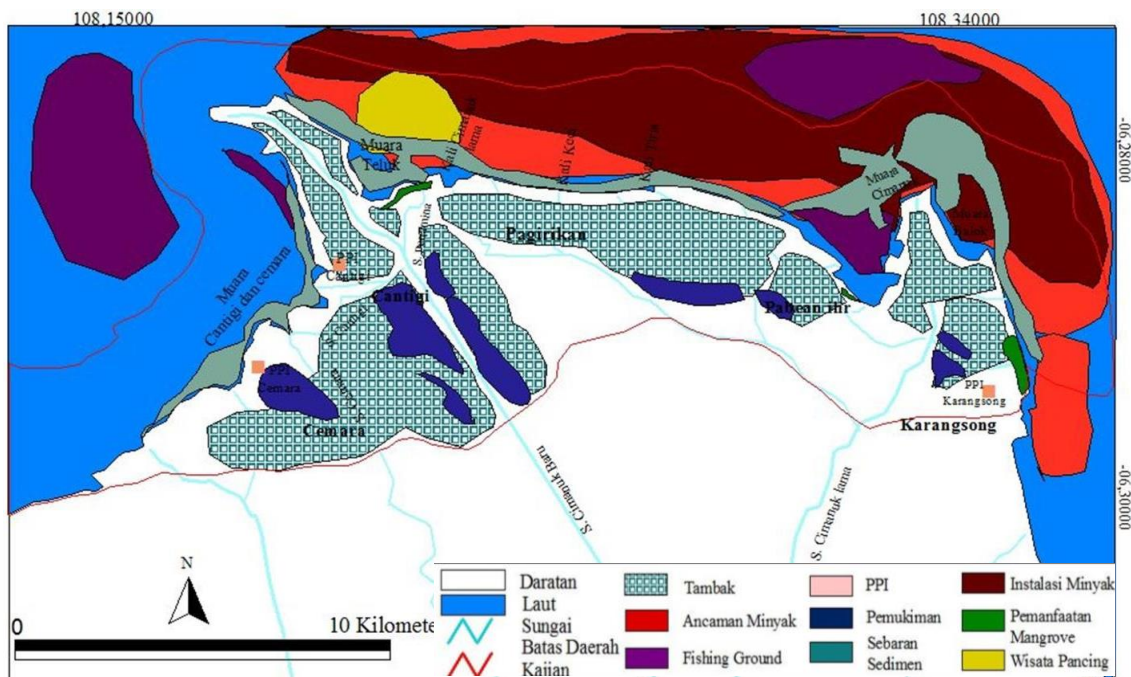
kawasan konservasi. Manfaat dari pengaturan BLM dapat terlihat dari fitur yang muncul dalam solusi setelah menjalankan Marxan. Berikut merupakan rata-rata dari 12 hasil output Marxan yang dicobakan dengan kisaran BLM dari 1 hingga 1000.

Hasil rata-rata dari 12 *output* Marxan menghasilkan variasi dan kecenderungan yang berbeda pada tiap BLM-nya, yaitu peningkatan harga (*cost*) berbanding lurus dengan meningkatnya nilai BLM (Tabel 9). Hal ini pula sama, semakin meningkat BLM nilai luas semakin meningkat pula, namun berbeda untuk nilai panjang batas semakin menurun dengan meningkatnya nilai BLM. Kondisi ini digambarkan pada grafik (Gambar 8 dan 9).

**Tabel 8.** Nilai skor pada tiap fitur biaya

Fitur Biaya	Tingkat Kepentingan	Kualitas Data	Nilai Skor
Instalasi Minyak	Sangat tinggi	Tinggi	15
Ancaman Minyak	Tinggi	Tinggi	12
Tambak	Tinggi	Tinggi	12
PPI	Sedang	Tinggi	9
Pemanfaatan Mangrove	Sedang	Rendah	6
Sebaran Sedimen	Sedang	Rendah	6
Pemukiman	Sedang	Tinggi	9
Penduduk Fishing Ground	Sedang	Rendah	6
Wisata Pancing	Sedang	Rendah	6

Keterangan: Kualitas Data: tinggi = 3, sedang = 2, rendah = 1. Tingkat kepentingan: sangat tinggi = 5, tinggi = 4, sedang = 3, rendah = 2, sangat rendah = 1



**Gambar 7.** Peta Fitur Biaya di Delta Cimanuk Indramayu, Jawa Barat

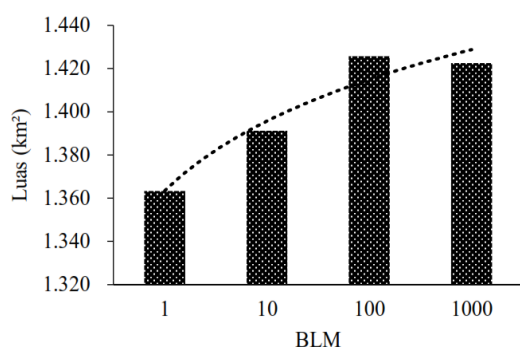
Hubungan antara BLM dan luas, terlihat bahwa terdapat peningkatan luas seiring meningkatnya nilai BLM, yang mana pada nilai BLM 100 menjadi puncak peningkatan dan mengalami penurunan di BLM 1000 (Gambar 9). Hal ini menunjukkan bahwa pada BLM 100 merupakan solusi yang mempunyai luas paling besar diantara BLM yang lain. Oleh karena itu BLM 100 menjadi skenario yang efektif dalam pembuatan kawasan konservasi.

Hubungan antara BLM dan panjang batas, terlihat bahwa terdapat penurunan nilai Panjang batas seiring meningkatnya nilai BLM dan mengalami kenaikan di BLM 1000 (Gambar 10). Hal ini dikarenakan nilai BLM yang tinggi akan berimplikasi terhadap biaya yang tinggi.

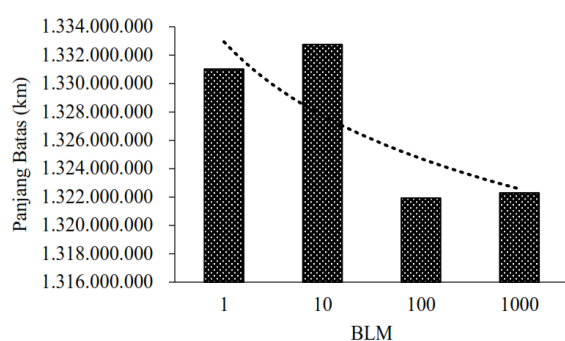
Berdasarkan grafik hubungan antara BLM dan panjang batas serta BLM dan luas, terlihat bahwa BLM 100 merupakan BLM optimal. Hal ini karena BLM 100 merupakan BLM dengan solusi terluas yang dihasilkan dan nilai dengan panjang batas rendah, sehingga BLM 100 merupakan desain yang lebih efektif menghasilkan solusi luas dan panjang batas yang kecil.

**Tabel 9.** Perbandingan BLM rata-rata tiap skenario

BLM	Cost	Luas (km <sup>2</sup> )	Panjang batas (km)
1	4269514,21	1.363	1.331.023.333
10	34121977,79	1.391	1.332.756.316
100	1446889,89	1.426	1.321.920.000
1000	153175399,40	1.422	1.322.286.667



**Gambar 8.** Hubungan antara BLM dan luas



**Gambar 9.** Hubungan antara BLM dan panjang batas

## Wilayah konservasi

Menentukan target wilayah konservasi merupakan hal yang sangat penting dalam sistematis perencanaan konservasi dan sejauh mana sistem konservasi akan sangat tergantung pada titik referensi ini. Penetapan tiga skenario ini dimaksud untuk mencari solusi ruang optimum, berdasarkan observasi lapang dan analisis simulasi target konservasi dengan meragamkan fitur konservasi dan fitur biaya yang sudah ditentukan pada tiap skenario. Hasil optimal terdapat pada BLM 100, sehingga desain skenario tiap kawasan konservasi menggunakan BLM 100 agar ruang yang dihasilkan seoptimal mungkin. Berdasarkan dari tiga hasil skenario tersebut, dihasilkan desain kawasan konservasi antara lain adalah sebagai berikut.

### Skenario Satu

Desain kawasan konservasi di Delta Cimanuk difokuskan di lima desa, yaitu Desa Karangsong, Pabean Iilir, Pagirikan, Cantigi, dan Cemara. Hasil desain kawasan konservasi skenario satu disajikan pada Gambar 10.

Berdasarkan hasil dari skenario satu, terlihat bahwa rekomendasi zona inti terpilih, yaitu pesisir Desa Pabean Iilir dan Cemara dengan perbandingan luas sebesar 22,20% dari luas total perairan pesisir Indramayu (Delta Cimanuk). Luas rekomendasi zona inti sebesar 97,27 km<sup>2</sup>, zona pemanfaatan terbatas 75,35 km<sup>2</sup>, zona perikanan berkelanjutan 149,30 km<sup>2</sup>, dan zona lainnya 116,07 km<sup>2</sup> dari total luas kajian perairan di pesisir Indramayu (Delta Cimanuk) sebesar 437,98 km<sup>2</sup>.

### Skenario Dua

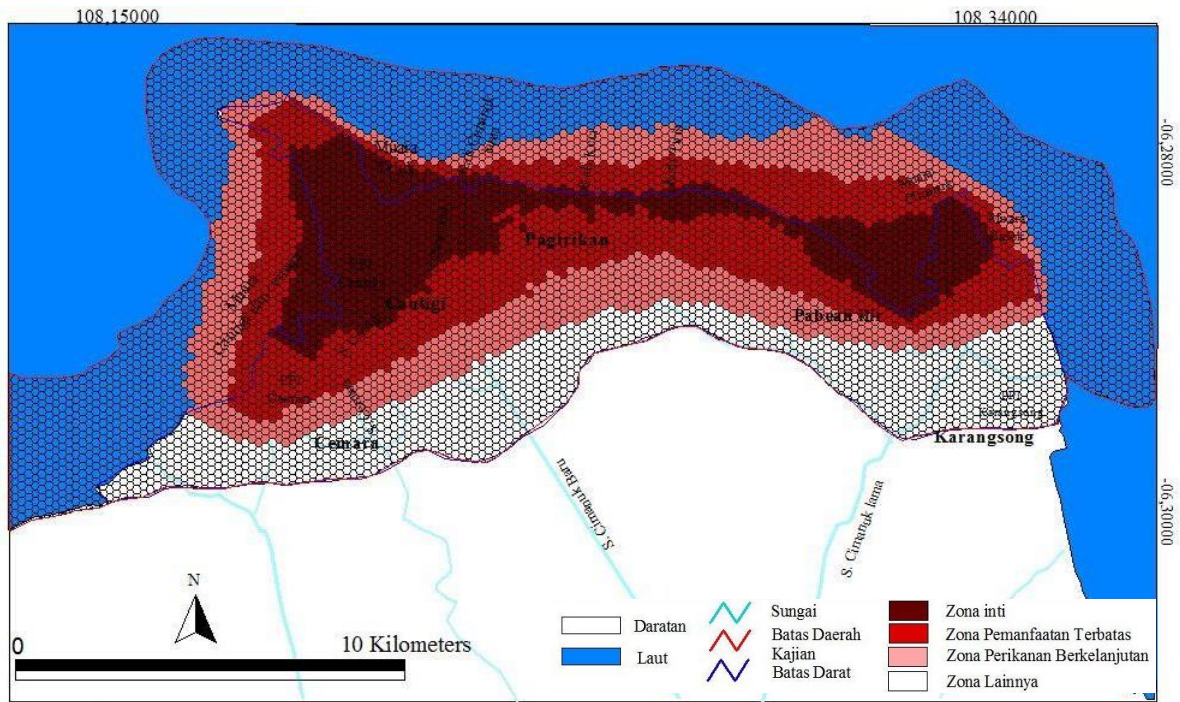
Desain kawasan konservasi di Delta Cimanuk difokuskan di lima desa, yaitu Desa Karangsong, Pabean Iilir, Pagirikan, Cantigi, dan Cemara. Hasil desain kawasan konservasi skenario dua disajikan pada Gambar 11.

Berdasarkan hasil dari skenario dua, terlihat bahwa rekomendasi zona inti terpilih, yaitu pesisir Desa Pabean Iilir dan Cemara dengan perbandingan luas sebesar 23,30% dari luas total perairan pesisir Indramayu (Delta Cimanuk). Luas rekomendasi zona inti sebesar 102,07 km<sup>2</sup>, zona pemanfaatan terbatas 25,31 km<sup>2</sup>, zona perikanan berkelanjutan 152,55 km<sup>2</sup>, dan zona lainnya 158,06 km<sup>2</sup> dari total luas kajian perairan di pesisir Indramayu (Delta Cimanuk) sebesar 437,98 km<sup>2</sup>.

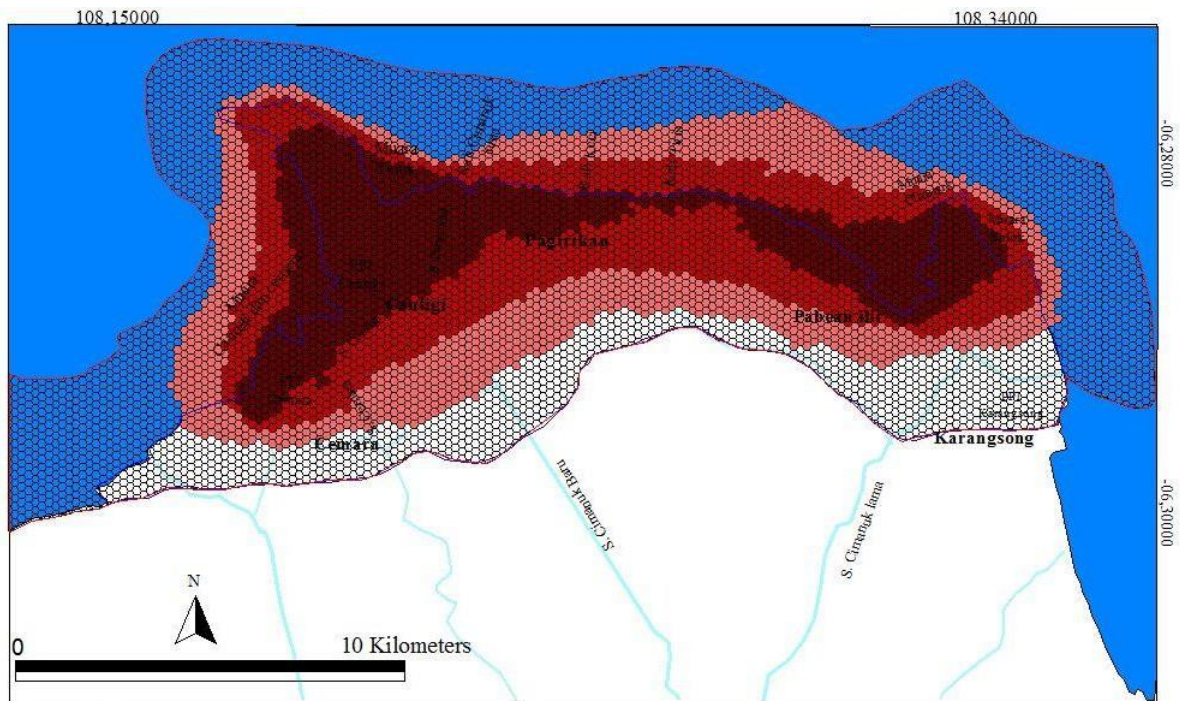
### Skenario Tiga

Desain kawasan konservasi di Delta Cimanuk difokuskan di lima desa, yaitu Desa Karangsong, Pabean Iilir, Pagirikan, Cantigi, dan Cemara. Hasil desain kawasan konservasi skenario tiga disajikan pada Gambar 12.

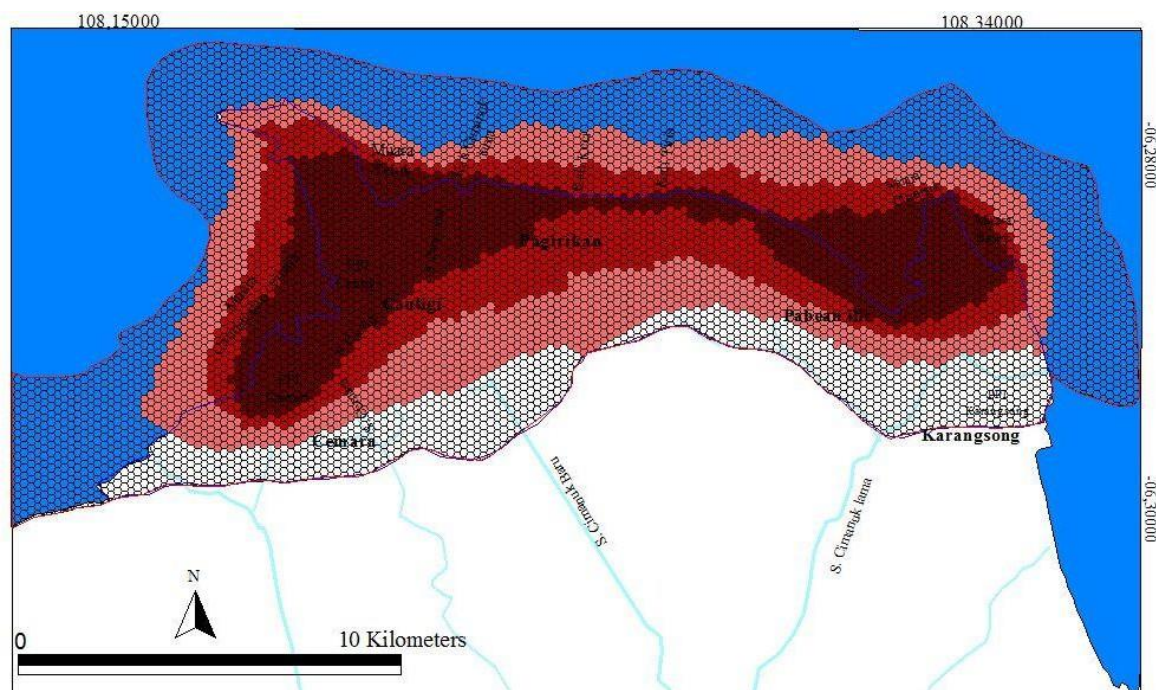
Berdasarkan hasil dari skenario tiga, terlihat bahwa rekomendasi zona konservasi terpilih, yaitu pesisir Desa Pabean Iilir dan Cemara dengan perbandingan luas sebesar 27,50% dari luas total perairan pesisir Indramayu (Delta Cimanuk). Luas rekomendasi zona inti sebesar 120,45 km<sup>2</sup>, zona pemanfaatan terbatas 29,55 km<sup>2</sup>, zona perikanan berkelanjutan 150,00 km<sup>2</sup>, dan zona lainnya 137,98 km<sup>2</sup> dari total luas kajian perairan di pesisir Indramayu (Delta Cimanuk) sebesar 437,98 km<sup>2</sup>.



Gambar 10. Kawasan konservasi pada skenario satu



Gambar 11. Kawasan konservasi pada skenario dua



**Gambar 12.** Kawasan konservasi pada skenario tiga

### Pembahasan

Kondisi pesisir Indramayu mengalami abrasi dan sedimentasi yang cukup tinggi. Proses sedimentasi pada garis pantai masih berlangsung, disebabkan oleh sungai Cimanuk yang bermuara di daerah ini. Sungai tersebut membawa material sedimen dalam jumlah besar. Sedimen ini tersebar di Laut Jawa dan diendapkan kembali di garis pantai, yang mengakibatkan pantai timur Indramayu mengalami akresi dan membentuk Delta. Delta Sungai Cimanuk terbentuk pada tahun 1947 ketika bendungan yang berada di Desa Pabean Udik, Kabupaten Indramayu hancur diterjang banjir. Saat itu aliran Sungai Cimanuk mengalami perubahan, sebagian aliran sungai mengalir ke arah timur laut, mencari jalan terdekat menuju garis pantai sehingga membentuk delta baru yang dapat kita lihat kondisinya hingga saat ini. Energi Sungai Cimanuk yang sangat kuat, khususnya pada musim hujan mencapai debit  $1200 \text{ m}^3/\text{detik}$  Kondisi ini mencirikan dominasi energi sungai dibandingkan dengan energi gelombang laut (Teddy et al. 1998). Sementara proses abrasi terjadi sejak tahun 1980, khususnya Delta Cimanuk mengalami perubahan garis pantai dan mempengaruhi pembentukan Delta Cimanuk. Perubahan garis pantai akibat abrasi mulai terlihat setelah pembentukan bendungan yang sebelumnya hancur diterjang banjir. Pembentukan bendungan pada mulanya memang sangat berguna. Namun setelah 1-2 tahun pembentukan bendungan mulai terlihat dampak yang kurang bagus. Kondisi tersebut terlihat aliran sungai Cimanuk mulai terhambat. Keterhambatan aliran Sungai Cimanuk menyebabkan energi air laut yang menuju daratan menjadi lebih besar dibandingkan energi dari air sungai. Akibatnya pesisir Indramayu mengalami abrasi secara terus menerus hingga saat ini yang merupakan dampak dari perubahan iklim.

Desain hasil kawasan konservasi skenario satu memiliki luas  $97,27 \text{ km}^2$  untuk zona intinya. Skenario ini keseluruhannya melingkupi daerah pesisir Desa Pabean Iliir, Cemara, Pagirikan, Karangsong dan Cantigi. Skenario satu dirancang untuk melindungi daerah rawan abrasi, mangrove dan sempadan pantai serta arboretrum. Hal ini diharapkan pada skenario satu, dapat melindungi daerah atau kawasan di Delta Cimanuk, sehingga dengan dilindunginya daerah atau kawasan dapat meningkatkan resiliensi Delta Cimanuk. Skenario dua memiliki luas  $102,07 \text{ km}^2$  untuk zona intinya. Skenario ini keseluruhannya melingkupi daerah pesisir Desa Karangsong, Pabean Iliir, Cemara, Pagirikan dan Cantigi. Skenario dua dalam perlindungannya difokuskan untuk sumber daya pesisir Delta Cimanuk, berupa sumber daya perikanan dan habitatnya. Sumber daya perikanan dan habitatnya, yaitu benur windu, ikan kerapu lumpur, kakap putih, ikan kuro, *nursery ground*, *feeding ground*, dan *spawning ground*. Skenario tiga memiliki luas  $120,45 \text{ km}^2$  untuk zona intinya, melingkupi daerah pesisir Desa Karangsong, Pabean Iliir, Cemara, Pagirikan dan Cantigi.

Hasil dari ketiga skenario yang terpilih, menunjukkan wilayah yang baik dan efektif untuk dikonservasi. Hal ini dilihat dari bentuk wilayah yang terpilih. Ketiga skenario tersebut mempunyai bentuk yang cenderung hampir sama, yaitu mengumpul di lokasi pesisir Pabean Iliir, Cantigi, sebagian Pagirikan dan Cemara. Lokasi tersebut terpilih karena terdapat sumber daya yang tidak ditemukan di lokasi pesisir lain, seperti kondisi mangrove sebagai habitat (*nursery ground*, *feeding ground*, dan *spawning ground*) relatif baik dan terdapatnya daerah rawan abrasi yang perlu dilindungi. Selain itu hal yang harus diperhatikan dalam pengelolaan kawasan, semakin luas suatu kawasan konservasi, semakin berpeluang terjadinya konflik antara

pemanfaatan dan pengelolaan konservasi. Penentuan kawasan konservasi juga perlu memperhatikan kondisi pemanfaatan di lingkungan tersebut. Kawasan dengan lokasi yang sudah dimanfaatkan akan berpotensi adanya bentrok antara upaya perlindungan dan pemanfaatan. Hal ini dapat dilihat dari persepsi masyarakat yang pada umumnya minim akan pengetahuan tentang kawasan konservasi, sehingga akan mempengaruhi efektifitas pengelolaan. Sementara dalam pengelolaan zonasi kawasan konservasi yang dapat dilakukan di Delta Cimanuk adalah zona inti, perlunya dilakukan restorasi untuk perlindungan bagi sumberdaya perikanan, daerah rawan abrasi, dan habitat biota. Zona pemanfaatan terbatas diantaranya untuk *sport fishing* dan tambak tumpang sari. Zona perikanan berkelanjutan diantaranya untuk pembatasan ukuran tangkap dan pelarangan alat tangkap sero.

### KESIMPULAN

Berdasarkan ketiga rancangan skenario, variabel ekologi yang digunakan dalam menentukan kawasan konservasi adalah sumber daya dan habitatnya diantaranya benur windu, ikan kerapu lumpur, kakap putih, kuro, *nursery ground*, *feeding ground*, dan *spawning ground*. Daerah yang dilindungi adalah arboretrum, mangrove dan sempadan pantai, serta daerah rawan abrasi. sementara variabel sosialnya adalah instalasi minyak, ancaman minyak, *fishing ground*, PPI, tambak, wisata pancing, pemukiman penduduk, sebaran sedimen, dan pemanfaatan mangrove. Kawasan konservasi yang diusulkan adalah pesisir Desa Pabean Ilir, Cantigi, Cemara, dan sebagian Pagirikan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ball IR, Possingham HP. 2000. MARXAN (V1.8.2): Marine Reserve Design Using Spatially Explicit Annealing, a Manual book. Australia.
- Darmawan A, Darmawan A. 2007. Pengantar Marxan. Materi Perangkat Lunak Marxan Untuk Perancangan dan Pengelolaan Kawasan Perlindungan Laut. The Nature Conservancy – Coral Triangle Centre. Bali.
- Deputi Bidang Kelembagaan Koperasi dan UKM Kantor Menteri Negara Urusan Koperasi dan UKM RI dan LPPM IPB. 2001. Profil Karakteristik Kawasan Rehabilitasi Ekosistem Pesisir dan Lautan Desa Karangsong Kec. Indramayu. Indramayu. Dinas Perikanan dan Kelautan (Bidang Tata Ruang), Kabupaten Indramayu.
- Ila L. 2010. Kajian Kawasan Konservasi Laut Batuaga Siompu, Liwutongkidi, dan Kadatua (Basilika) Kabupaten Buton Sulawesi Tenggara dengan aplikasi Marxan [Tesis]. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kitamura SC, Anwar A., Baba S. 1997. Handbook of Mangrove in Indonesia. ISME, Japan.
- Loos SA. 2006. Exploration of MARXAN for Utility in Marine Protected Area Zoning. [Thesis]. Department of Geography, University of Victoria, Australia.
- Mattjik AA, Sumertajaya IM. 2013. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. IPB Pr. Bogor.
- Munro KG. 2006. Evaluating Marxan as a Terrestrial Conservation Planning Tool. [Thesis]. The Faculty of Graduate Studies, the University of British Columbia. Columbia.
- P3GL [Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan]. 2002. Citra satelit landsat 7 ETM+, kawasan muara S.Cimanuk. Pusat Penelitian Geoteknologi-LIPI, Bandung.
- Peraturan Pemerintah RI No. 60 Tahun 2007 Tentang Kawasan Konservasi Sumber daya Ikan.
- Possingham HP, Franklin J, Wilson KA and Regan TJ. 2005. The roles of spatial heterogeneity and ecological processes in conservation planning. In: Lovett GM, Jones CG, Turner MG, Weathers KC (eds.). Ecosystem Function in Heterogeneous Landscapes. Springer, New York
- Possingham H, Ball I, Andelman S. 2000. Mathematical Methods For Identifying Representative Reserve Networks. In: Ferson S, Burgman MA (eds.). Quantitative Methods for Conservation Biology. Springer-Verlag, New York.
- Rahadyan A. 2003. Kondisi Ekosistem Mangrove Berdasarkan Indikator Kualitas Lingkungan dan Ukuran Morfometrik Daun Disebelah Utara dan Selatan Sungai Kembang Kuning, Cilacap Jawa Tengah. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Samosir AM, Sulistiono, Rahardjo MF. 2014. Dinamika Ekosistem Mangrove di Indramayu dan Implikasinya Bagi Mitigasi Dampak Kenaikan Paras Laut. [Laporan Akhir Strategis]. IPB, Bogor.
- Steward RR, Possingham HP. 2005. Efficiency, costs, and trade-off in marine reserve system design. Environ Modell Assess 10: 203-213.
- Teddy H, Ruswanto, Nandang, Dadi S. 1998. Pemetaan Geologi Lingkungan Daerah Indramayu, Jawa Barat. (Pemetaan geologi lingkungan untuk menunjang perencanaan tataruang dan pengelolaan lingkungan). Laporan Intern No. 8/LAPPGTTLTD/ 1998-1999. Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung.
- Yulianti P, Wardiatno Y, Samosir AM. 2013. Mangrove ecosystem resilience to sea level rise: a case study of Blanakan Bay, Subang Regency, West Java, Indonesia. Jurnal Ilmu dan Manajemen Perairan 1 (1): -.