

ANALISIS PERUBAHAN GARIS PANTAI DAN RESILIENSI EKOLOGIS PESISIR KABUPATEN TANGERANG PROVINSI BANTEN

ANALYSIS OF COASTLINE CHANGES AND ECOLOGICAL RESILIENCE IN TANGERANG COASTAL AREA, BANTEN PROVINCE

Ella Yuni Astuti¹, Ario Damar^{2,3*}, dan Fery Kurniawan^{2,3}

¹Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

²Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

³Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, IPB University, Bogor, 16129, Indonesia

*E-mail : adamar@apps.ipb.ac.id

ABSTRACT

The coastal area of Tangerang Regency experiences continuous changes caused by natural factors and human activities. These ongoing changes can affect the level of resilience on the coast. This study aimed to assess the level of resilience based on the dynamics of coastline change and ecological conditions, as well as its relation to land use and land cover on the coast of Tangerang Regency. Data analysis consisted of processing Landsat satellite imagery, land use and land cover (LULC) analysis, and coastline change rate using Digital Shoreline Analysis System (DSAS), oceanographic data processing, and resilience assessment. The results showed that the coast of Tangerang Regency has a low level of resilience, with the dynamics of coastline change being more dominant in erosion than accretion. The rate of coastline change was positively correlated with LULC. Erosion occurred in areas where ponds were dominant, and few mangroves were present, while accretion occurred in estuaries and industrial areas.

Keywords: Change of coastline, Coastal, LULC, Resilience

ABSTRAK

Wilayah pesisir Kabupaten Tangerang mengalami perubahan secara terus-menerus yang disebabkan faktor alam maupun aktivitas manusia. Perubahan yang terus terjadi ini, dapat merubah tingkat resiliensi ekologi yang ada di pesisir. Tujuan dari penelitian ini adalah menilai tingkat resiliensi berdasarkan dinamika perubahan garis pantai dan kondisi ekologi, serta kaitannya dengan penggunaan dan penutupan lahan di pesisir Kabupaten Tangerang. Analisis data terdiri atas pengolahan citra satelit Landsat, analisis penggunaan/penutupan lahan (LULC), dan laju perubahan garis pantai menggunakan *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*, pengolahan data oseanografi, dan penilaian resiliensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pesisir Kabupaten Tangerang memiliki tingkat resiliensi rendah dengan dinamika perubahan garis pantai lebih dominan erosi daripada akresi. Laju perubahan garis pantai berkorelasi positif dengan LULC. Erosi terjadi pada kawasan yang dominan lahan tambak dan sedikit mangrove, sedangkan akresi terjadi di daerah muara sungai dan kawasan industri.

Kata Kunci: LULC, Perubahan garis pantai, Pesisir, Resiliensi

I. PENDAHULUAN

Garis pantai merupakan garis pertemuan antara daratan dengan lautan yang dapat berubah-ubah bentuk dan posisinya secara terus-menerus karena dinamika keadaan lingkungan (Salghuna & Bharathvaj,

2015). Perubahan garis pantai terjadi akibat proses pengikisan daratan yang disebut erosi maupun penambahan daratan yang disebut akresi. Erosi salah satunya disebabkan oleh arus pasang surut yang mengakibatkan berkurangnya area daratan, sedangkan akresi terjadi karena adanya proses sedimentasi dari

daratan atau sungai menuju ke arah laut, sehingga menyebabkan bertambahnya area daratan (Istiqomah *et al.*, 2016).

Perubahan garis pantai dapat berdampak pada kondisi ekologi serta pemanfaatan lahan pesisir, sehingga perubahan ini membutuhkan pengawasan secara optimal. Kondisi ekologi yang berkaitan dengan perubahan garis pantai adalah tingkat luasan ekosistem mangrove, serta konversi penutupan lahan yang menjadi area pemukiman, lahan budidaya tambak perikanan, kawasan industri, dan kegiatan penggunaan lahan lainnya. Perubahan pola penggunaan lahan pesisir dapat berdampak langsung pada perubahan posisi garis pantai, sehingga kedua perubahan ini saling berkaitan (Lo & Gunasiri, 2014). Perubahan garis pantai dan kondisi ekologi pesisir dapat dianalisis secara spasial menggunakan teknik penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) (Kasim & Salam, 2015).

Kabupaten Tangerang merupakan daerah dataran rendah yang memiliki luas wilayah sebesar 959,61 km² dengan ketinggian 0-85 m di atas permukaan laut (mdpl). Wilayah bagian utara merupakan daerah pesisir pantai sepanjang 51,2 km yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa dan bersebelahan dengan Teluk Jakarta. Wilayah pesisir merupakan suatu kawasan yang memiliki sifat dinamis dan dapat mengalami perubahan secara terus-menerus (Suharyo & Hidayah, 2019). Erosi dan akresi yang berlebihan dapat mengganggu kestabilan garis pantai dan dapat mengakibatkan kerusakan di wilayah pesisir. Kerusakan yang cukup besar dapat menghilangkan resiliensi yang ada pada ekosistem tersebut (Scheffer *et al.*, 2001).

Resiliensi ekologi didefinisikan sebagai kemampuan suatu ekosistem untuk bangkit kembali setelah mengalami gangguan/kerusakan (Soraya *et al.*, 2016). Penilaian resiliensi ekologi dapat menjadi sarana dalam mengukur keberhasilan ekosistem untuk kembali ke kondisi sebelumnya, terlebih resiliensi terkait spasial

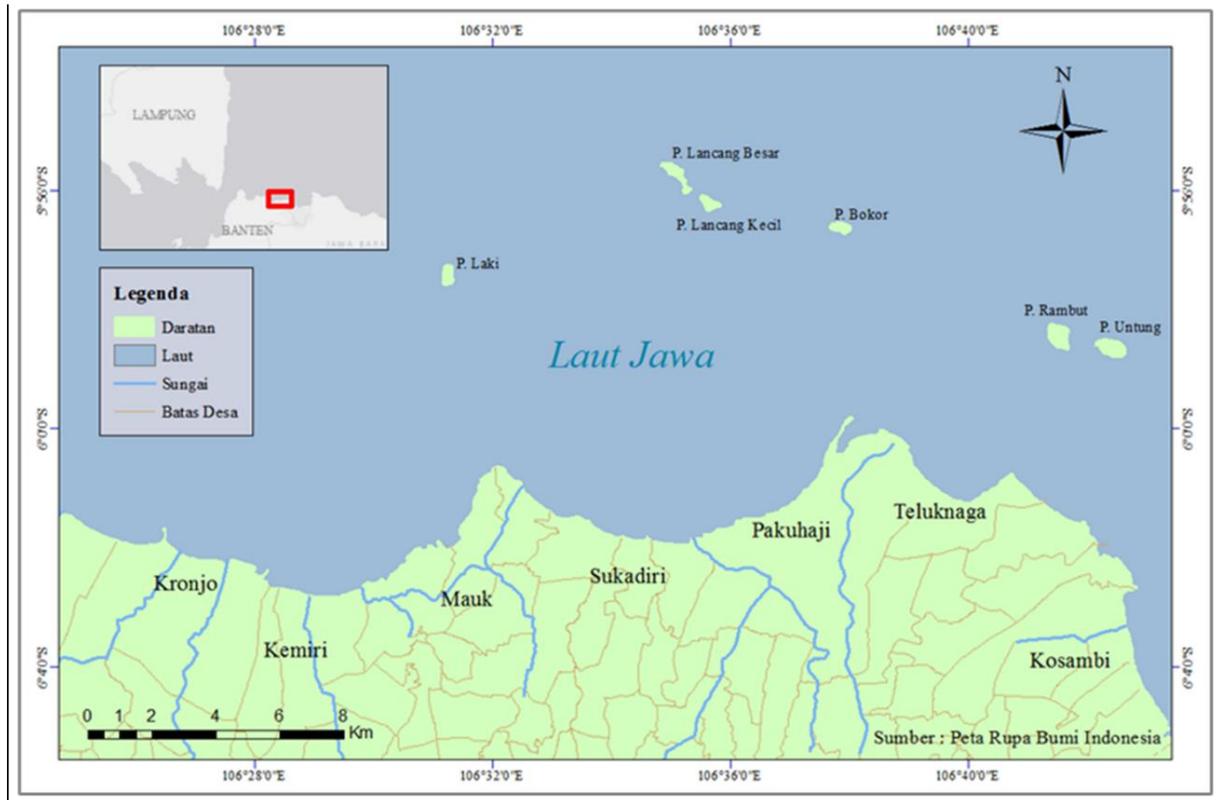
masih jarang dilakukan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisis spasial untuk mengetahui status perubahan garis pantai serta penggunaan dan tutupan lahan di wilayah pesisir Kabupaten Tangerang sebagai bentuk monitoring yang berkelanjutan. Kajian mengenai penilaian resiliensi berdasarkan perubahan garis pantai dan kondisi ekologi ini sangat penting karena belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya. Kajian sebelumnya terbatas pada perubahan garis pantai yang disebabkan oleh erosi maupun akresi tanpa mengkaji analisis kerentanan (Suwandana, 2019). Hasil dari kajian ini nantinya diharapkan dapat memberikan informasi dan menjadi dasar dalam penyusunan strategi dan perencanaan pengelolaan kawasan pesisir Kabupaten Tangerang.

Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat resiliensi berdasarkan dinamika perubahan garis pantai dan kondisi ekologi, serta kaitannya dengan penggunaan dan penutupan lahan di pesisir Kabupaten Tangerang. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi ilmiah secara visual dan aktual bagi pihak yang berwenang dalam menentukan kebijakan dan melakukan perencanaan pengelolaan yang tepat di wilayah pesisir Kabupaten Tangerang.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari–Juni 2021 di Pesisir Kabupaten Tangerang, Banten. Lokasi penelitian ini meliputi tujuh kecamatan, yaitu Kronjo, Kemiri, Mauk, Sukadiri, Pakuhaji, Teluknaga, dan Kosambi (Gambar 1).

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari pengamatan lapang di lokasi penelitian dengan melakukan dokumentasi, *ground check*, serta pengamatan kondisi ekologi terkait penggunaan dan tutupan lahan pesisir. Pengolahan citra satelit dilakukan sebelum pengamatan lapang untuk mengetahui



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di pesisir Kabupaten Tangerang, Banten.

gambaran awal kondisi daerah penelitian dan menentukan titik-titik sebagai *ground control point* (GCP).

Data sekunder yang digunakan meliputi data citra satelit Landsat dan data penanaman mangrove per tahun yang diperoleh dari Pemerintah Daerah Tangerang. Jenis dan sumber data pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Data citra satelit yang digunakan adalah Citra Landsat 4-5 TM dan Landsat-8 OLI dengan tanggal akuisisi pada tahun 2004, 2009, 2014, dan 2019. Pemilihan tahun tersebut didasarkan pada penelitian terakhir mengenai perubahan garis pantai di Kabupaten Tangerang yang dilakukan pada tahun 2015, sehingga perlu dilakukan penelitian terbaru. Jenis citra satelit yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Ekstraksi batas darat dan laut menggunakan teknik komposit band dengan tampilan warna RGB *composite* pada citra. Langkah ini merupakan penajaman warna

untuk meningkatkan kualitas citra dengan menggabungkan tiga warna primer yaitu merah (*red*), hijau (*green*), biru (*blue*). Gabungan band yang digunakan adalah kombinasi *false colour composite* yaitu RGB-543 (Landsat 5) dan RGB-654 (Landsat 8). Penetapan garis pantai dilakukan secara interpretasi visual dengan metode digitasi pada skrin (*on screen digitizing*) menggunakan perangkat lunak ArcMap 10.4.

Proses validasi citra dilakukan dengan uji lapangan, yaitu melalui *ground check* pada lokasi penelitian. *Ground check* dilakukan untuk mengetahui kondisi antara hasil pengolahan citra dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Analisis perubahan garis pantai dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Digital Shoreline Analysis System* (DSAS) yang dikembangkan oleh *Environmental Systems Research Institute* (ESRI) dan tersedia secara bebas. DSAS merupakan bagian dari SIG yang telah terintegrasi dengan ArcGIS. Perangkat lunak

Tabel 1. Jenis dan sumber data penelitian.

Jenis Data	Sumber Data
Citra Landsat 4-5 TM	www.earthexplorer.usgs.gov
Citra Landsat 8-OLI	www.earthexplorer.usgs.gov
Google Earth Imagery	SAS Planet 2019

Tabel 2. Jenis citra satelit yang digunakan pada penelitian.

Waktu akuisisi	Data Satelit	Path/Row	Ukuran pixel (m)	Koordinat Sistem
1 September 2004	Landsat 4-5 TM	122/64	30	UTM 48S
29 Juli 2009	Landsat 4-5 TM	122/64	30	UTM 48S
13 September 2014	Landsat 8 OLI	122/64	30	UTM 48S
25 Juli 2019	Landsat 8 OLI	122/64	30	UTM 48S

ArcGIS yang digunakan telah mendapatkan lisensi dari ESRI IPB. Penentuan jarak pada titik perubahan garis pantai menggunakan metode *single transect* (ST) dengan cara membuat *baseline* menggunakan *buffer tool*. Selanjutnya, *baseline* dan garis pantai (*shoreline*) diolah menggunakan tools DSAS yang akan menghasilkan garis-garis transek tegak lurus ke arah laut (*seaward*) maupun ke arah darat (*landward*). Jarak antar transek yang digunakan adalah 50 m. Perubahan posisi garis pantai ditentukan oleh panjang tiap transek yang menjadi titik perpotongan antar garis pantai. Panjang jarak titik perpotongan pada transek yang mewakili perubahan garis pantai ditandai dengan nilai positif (+) apabila mengalami akresi, sedangkan garis pantai yang mengalami erosi ditandai dengan nilai negatif (-) (Kasim, 2010).

Perhitungan laju perubahan garis pantai rata-rata setiap tahunnya yang menunjukkan fenomena erosi dan akresi dihitung menggunakan metode *end point rate* (EPR). Metode EPR dapat menghitung laju perubahan (m/tahun) garis pantai dengan membagi jarak (m) perpindahan suatu garis pantai berdasarkan lamanya rentang waktu (tahun) (Istiqomah *et al.*, 2016). Secara matematis, metode EPR dapat diformulasikan sebagai berikut (Limber *et al.*, 2007).

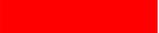
$$RSe = \frac{X_0}{t} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: *Rse* adalah laju perubahan *end point rate* (m/tahun), X_0 adalah jarak horizontal perubahan suatu titik garis pantai (m) dan t adalah rentang waktu (tahun) posisi garis pantai yang digunakan.

Tingkat perubahan yang terlihat pada DSAS hanya mengandalkan input data garis pantai, sehingga diperlukan analisis statistik untuk melakukan pengukuran saat penyusunan posisi garis pantai agar memperoleh hasil yang lebih baik. Analisis statistik yang tersedia pada DSAS yaitu metode *linear regression rate* (LRR). Statistik laju perubahan garis pantai dengan LRR ini dapat ditentukan dengan menyesuaikan garis regresi kuadrat terkecil (*least square*) terhadap semua titik perpotongan garis pantai dengan transek (Himmelstoss *et al.*, 2018).

Penilaian resiliensi dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan variabel dari nilai laju perubahan garis pantai (LRR) selama tahun 2004-2019. Standardisasi data dilakukan untuk merubah data menjadi nilai standar dalam skala 0-1, sehingga data tersebut dapat diukur pada unit dan skala yang sama (Li *et al.*, 2016). Metode standardisasi yang digunakan adalah metode standardisasi Min-Max dengan menggunakan nilai LRR.

Tabel 3. Klasifikasi resiliensi ekologis.

Nilai	Simbol Warna	Tingkat resiliensi
0,0 – 0,2		Tidak resilien
0,2 – 0,4		Resiliensi rendah
0,4 – 0,6		Moderat
0,6 – 0,8		Resilien
0,8 – 1,0		Resiliensi tinggi

Nilai resiliensi berkisar antara 0-1, sedangkan klasifikasinya dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai 0 menunjukkan tingkat resiliensi yang paling rendah, sedangkan nilai 1 menunjukkan tingkat resiliensi yang paling tinggi. Perhitungan resiliensi pantai menggunakan persamaan berikut (Li et al., 2016):

$$R_i = \left(\frac{(2 \times E_{max})}{(E_{max} + X_i)} \right) - 1 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan: R_i adalah resiliensi variabel pada waktu ke-i dan E_{max} adalah nilai maksimum resiliensi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

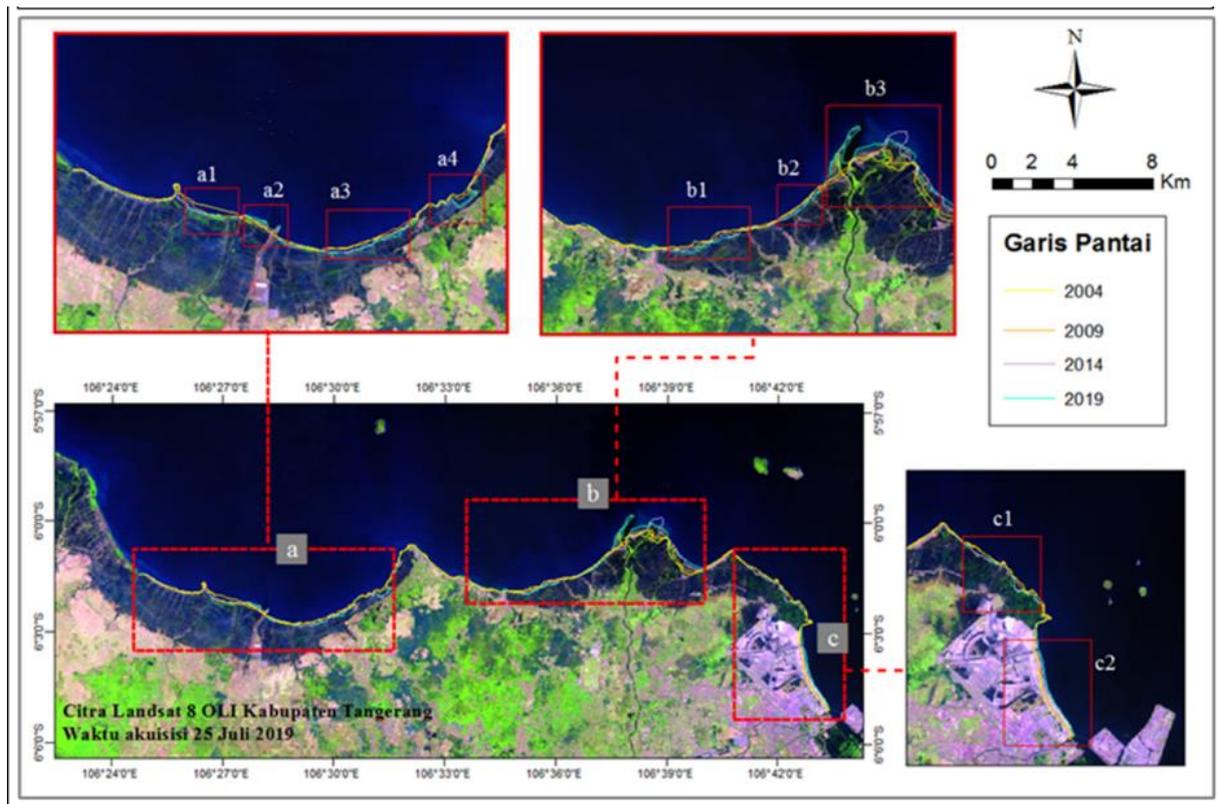
3.1. Perubahan Garis Pantai

Penentuan perubahan garis pantai dilakukan menggunakan citra satelit Landsat yang bersifat multitemporal dan memiliki resolusi spasial menengah sebesar 30 m x 30 m. Analisis laju perubahan garis pantai menggunakan file *polyline* dengan garis pantai 2004 (kuning), 2009 (oranye), 2014 (ungu), dan 2019 (biru) yang dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Tangerang diperoleh dari tumpang susun (*overlay*) ekstraksi garis pantai tahun 2004 sampai 2019. Perubahan garis pantai diamati setiap lima tahun untuk menghitung besar jarak perubahan yang terjadi serta perubahan rata-rata per tahunnya. Garis pantai di pesisir Kabupaten Tangerang mengalami perubahan berupa erosi dan akresi di beberapa lokasi pantai yang terbagi menjadi zona a, b, dan c (Gambar 2).

Perubahan garis pantai dianalisis secara otomatis menggunakan DSAS. Analisis DSAS menghasilkan 958 transek dengan jarak setiap transek sejauh 50 m. Perubahan garis pantai setiap lima tahunnya dilihat dari hasil metode *end point rate* (EPR). Dari hasil analisis, kejadian erosi dan akresi dikategorikan menjadi tinggi, sedang, dan moderat. Kategori perubahan garis pantai ditunjukkan dengan warna transek yang berbeda (Gambar 3).

Perubahan garis pantai pada tahun 2004–2009 secara merata terjadi erosi dan akresi di sepanjang pesisir Kabupaten Tangerang. Satu lokasi terlihat mengalami erosi tinggi yang ditunjukkan oleh transek berwarna merah. Tahun 2009–2014 menunjukkan lebih banyak terjadi erosi daripada akresi di beberapa lokasi. Hal ini terlihat dari warna transek yang dominan adalah transek berwarna merah dan oranye. Tahun 2014–2019 terjadi akresi cukup besar pada dua lokasi yang berbeda, sedangkan lokasi lainnya sedikit mengalami erosi dan masuk dalam kategori moderat. Pola perubahan garis pantai di pesisir Tangerang menunjukkan bahwa di suatu lokasi yang sama dapat mengalami erosi dan pada tahun berikutnya mengalami akresi, atau sebaliknya. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor alam maupun aktivitas manusia. Faktor aktivitas manusia dapat dikaitkan dengan penggunaan dan tutupan lahan yang mengalami perubahan dalam tahun tersebut.

Laju perubahan garis pantai (m/tahun) dapat dihitung dengan metode EPR dan LRR. Perbandingan metode LRR dan EPR menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda. Hasil regresi linear dari kedua metode ini menunjukkan nilai $R^2 = 0,9806$, Hal ini berarti bahwa penggunaan dua metode ini memiliki korelasi yang tinggi karena nilai R^2 mendekati 1. Nilai korelasi yang dihasilkan menunjukkan bahwa kedua metode ini dapat memberikan hasil yang saling berkaitan (Dereli & Tercan, 2020). Laju perubahan garis pantai tahun 2004-2019 tiap zona ditunjukkan dengan metode LRR.

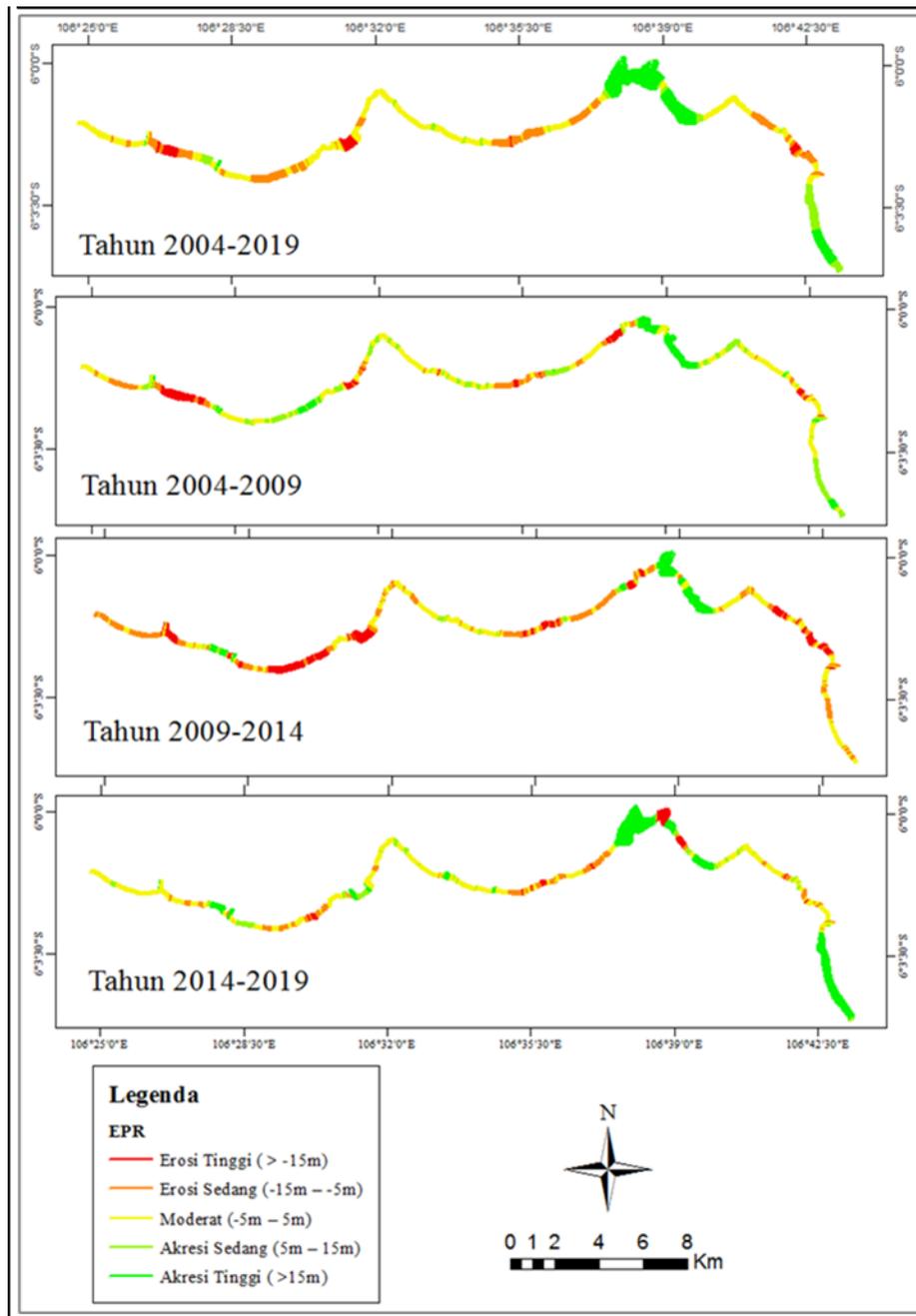


Gambar 2. Citra Landsat-8 dengan komposit band 654 (*false colour composite*) dan *overlay* garis pantai tahun 2004–2019. Sebagai perincian informasi dan visualisasi hasil analisis, lokasi studi dibagi menjadi tiga zona. Zona a mencakup Kecamatan Kronjo, Kemiri, dan Mauk, zona b mencakup Kecamatan Sukadri, Pakuhaji, dan Teluknaga, dan zona c mencakup Kecamatan Teluknaga dan Kosambi.

Penggunaan metode LRR ini karena dapat menghitung komposit semua titik perpotongan garis pantai dengan transek berdasarkan analisis statistik.

Pembagian zona a, b, dan c didasarkan pada kategori garis pantai yang mengalami erosi atau akresi sedang dan tinggi. Perubahan garis pantai kategori moderat merupakan garis pantai yang mengalami akresi atau erosi ringan. Kategori moderat menunjukkan perubahan garis pantai yang masih dalam kondisi stabil. Perubahan ini ditandai oleh transek yang berwarna kuning. Tabel berikut merupakan analisis laju perubahan garis pantai pada tahun 2004–2019 berdasarkan zona a (Gambar 4 dan Tabel 4), zona b (Gambar 5 dan Tabel 5), dan zona c (Gambar 6 dan Tabel 6).

Subzona a1 yang berada di Kecamatan Kronjo mengalami erosi sedang sekitar 12,7 m/tahun. Erosi diduga akibat hampasan dari gelombang yang bergerak ke arah pantai lebih kuat sehingga terjadi pengikisan pantai di lokasi tersebut. Menurut Purba & Jaya (2004), gelombang yang menghempas pantai dapat menggerus pantai, kemudian hasil gerusan tersebut akan diangkut oleh arus menyusur pantai (*longshore current*) dalam proses transport sedimen. Akresi sedang terjadi pada subzona a2 yang berada di Desa Lontar, Kecamatan Kemiri. Laju perubahan rata-rata di lokasi ini sekitar 7,37 m/tahun. Terjadinya akresi diduga karena adanya aliran Sungai Ci Manceuri dan pembangunan *jetty* PLTU. *Jetty* merupakan bangunan tegak lurus pantai yang berfungsi untuk mengurangi

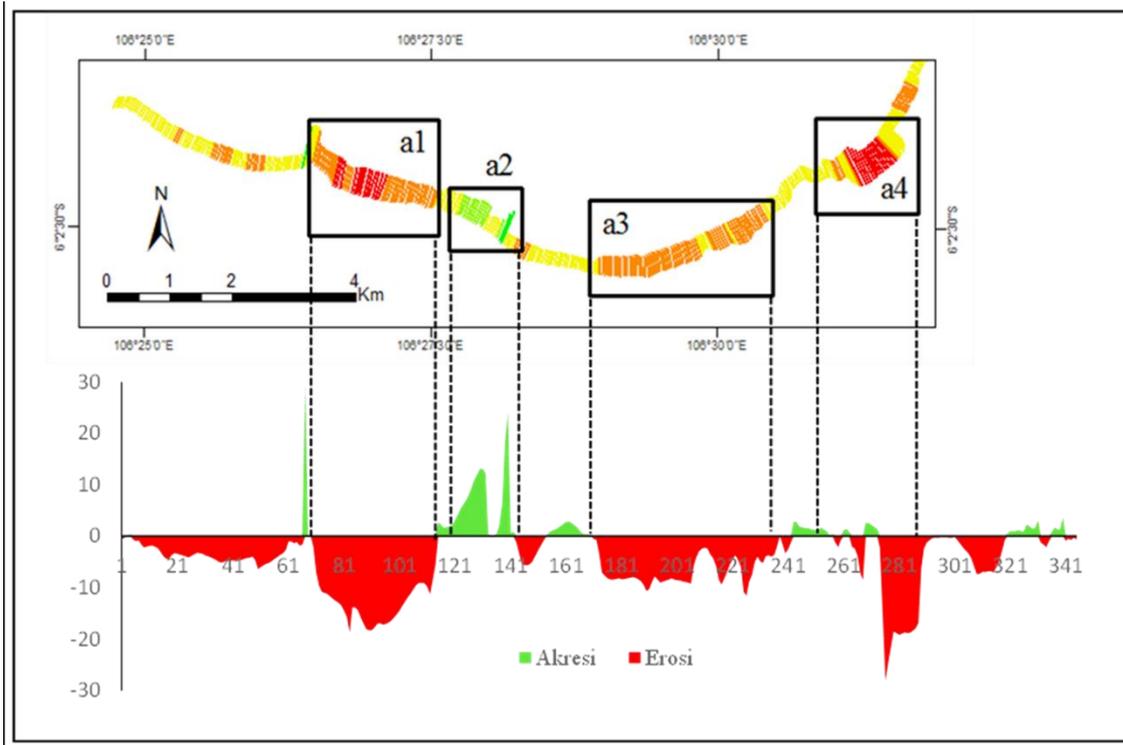


Gambar 3. Kategori dan laju perubahan garis pantai per lima tahun (2004–2019).

pendangkalan oleh sedimen pantai (Bastian *et al.*, 2018). Namun, pembangunan *jetty* ini dapat menahan dan mengendapkan sedimen yang terbawa oleh arus sehingga menyebabkan penambahan daratan baru di lokasi tersebut.

Subzona a3 yang berada di Desa Ketapang mengalami erosi sedang sekitar 8,84 m/tahun. Erosi ini terjadi karena

pembukaan lahan tambak dan tidak adanya bangunan pelindung pantai. Subzona a4 yang berada di Desa Margamulya mengalami erosi tinggi sekitar 22,36 m/tahun. Erosi ini akibat pembukaan lahan tambak dan tidak adanya mangrove di lokasi tersebut. Erosi yang terjadi di dua lokasi ini menyebabkan hilangnya lahan pertambakan masyarakat setempat, bahkan erosi di Desa Margamulya



Gambar 4. Analisis perubahan garis pantai zona a.

Tabel 4. Analisis perubahan garis pantai zona a.

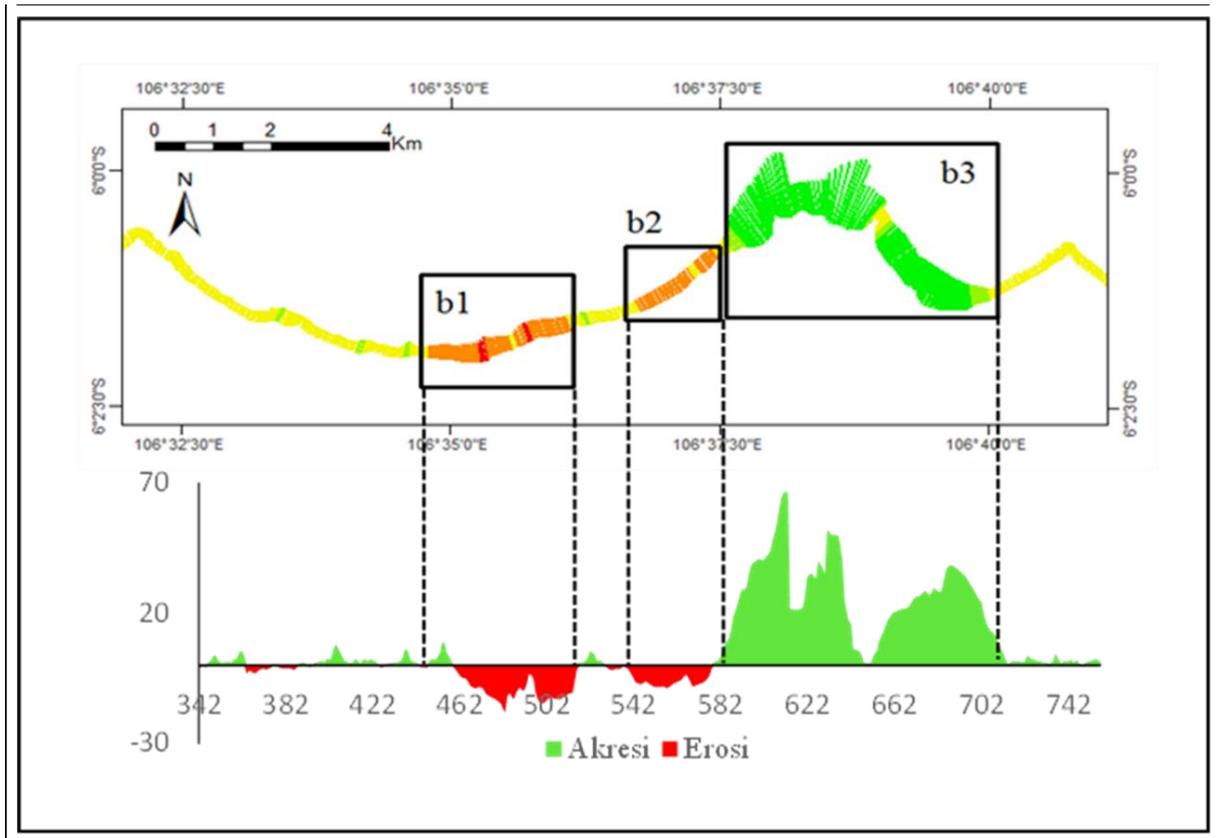
Subzona	Transek ID	Laju perubahan rata-rata (m/tahun)	Kategori
a1	70 - 114	-12,70	Erosi sedang
a2	122 - 140	7,37	Akresi sedang
a3	174 - 232	-8,84	Erosi sedang
a4	275 - 289	-22,36	Erosi tinggi

telah mencapai tepi jalan pantura yang menjadi jalur penghubung antar desa pesisir Kabupaten Tangerang.

Erosi sedang terjadi pada subzona b1 dan b2 dengan laju perubahan rata-rata 7,04 – 10,66 m/tahun. Lokasi pada subzona b1 berada di Desa Kramat, Kecamatan Pakuhaji. Lokasi ini memiliki aliran Sungai Kramat yang terdapat aktivitas penggalian pasir laut oleh masyarakat setempat. Aktivitas penggalian pasir dapat meninggalkan lubang bekas galian yang secara terus-menerus akan terisi air, sehingga mengakibatkan terkikisnya daratan pantai oleh gelombang (Taufik *et al.*, 2020). Subzona b2 berada di Desa Kohod, Kecamatan Pakuhaji. Lokasi ini

mengalami erosi sedang diduga akibat pembukaan lahan tambak dan gelombang yang datang ke arah pantai lebih kuat.

Subzona b3 mengalami akresi tinggi sekitar 27,69 m/tahun. Lokasi ini berada di muara Sungai Cisadane, Desa Tanjung Burung. Sungai Cisadane merupakan sungai yang besar dan muaranya menjadi aliran terakhir dari sisa buangan limbah pemukiman dan industri. Muara sungai ini menjadi sumber masukan sedimen yang tinggi ke pantai di sekitarnya. Perubahan garis pantai yang dominan akresi lebih sering terjadi di daerah aliran sungai sebagaimana disampaikan oleh Darmiati *et al.* (2020). Sedimentasi yang relatif cepat di muara



Gambar 5. Analisis perubahan garis pantai zona b.

Tabel 5. Analisis perubahan garis pantai zona b.

Subzona	Transek ID	Laju perubahan rata-rata (m/tahun)	Kategori
b1	463 - 516	-10,66	Erosi sedang
b2	542 - 576	-7,04	Erosi sedang
b3	582 - 710	27,69	Akresi tinggi

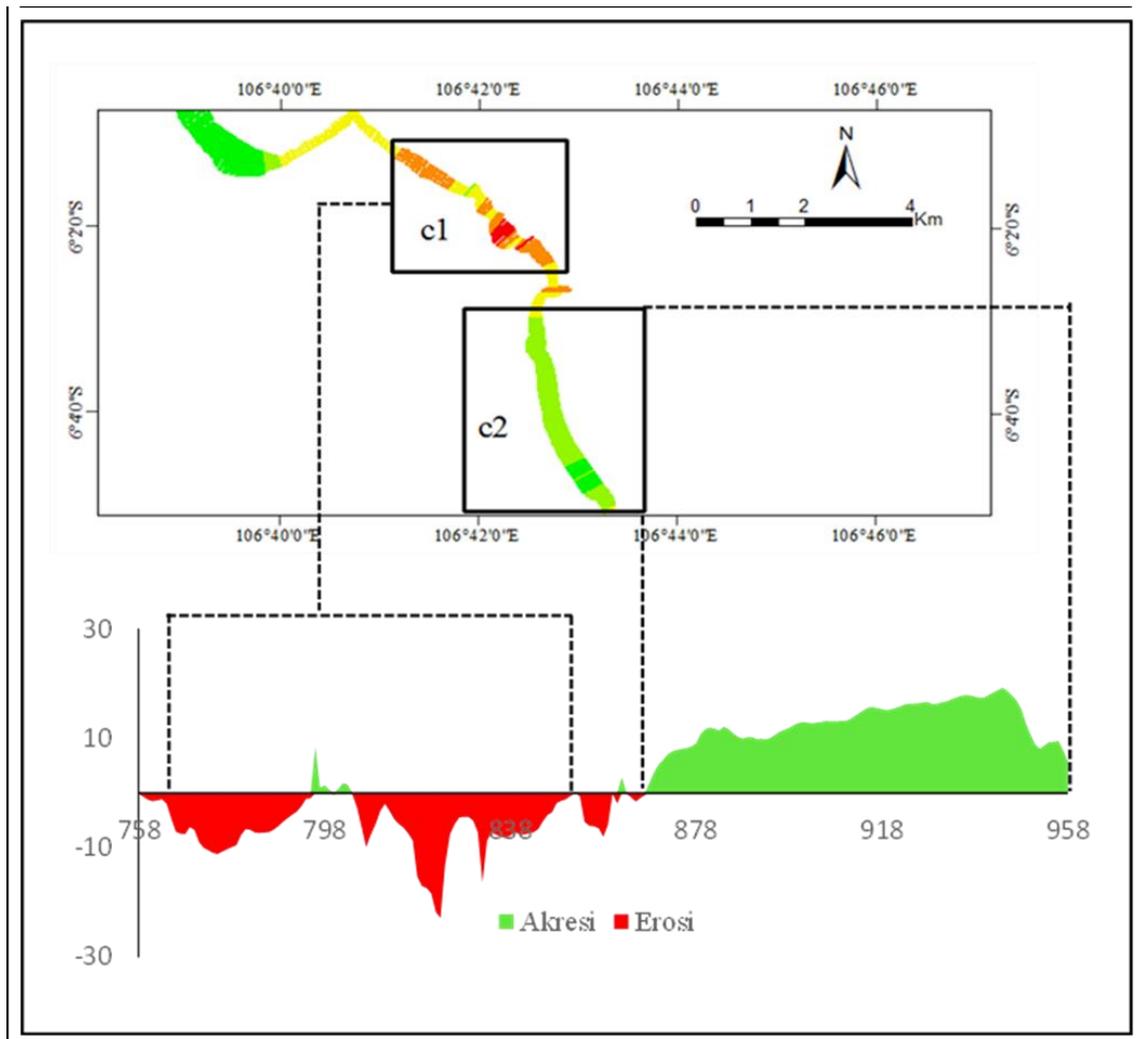
Tabel 6. Analisis perubahan garis pantai zona c.

Subzona	Transek ID	Laju perubahan rata-rata (m/tahun)	Kategori
c1	766 - 841	-8,57	Erosi sedang
c2	870 - 958	11,15	Akresi sedang

sungai dapat menyebabkan pendangkalan dan membentuk daratan baru di pantai sekitarnya.

Subzona c1 yang berada di Kecamatan Teluknaga mengalami erosi sedang sekitar 8,57 m/tahun. Lokasi ini memiliki karakteristik pantai berpasir.

Perubahan garis pantai, paling sering terjadi di pantai berpasir karena memiliki fitur yang dinamis dan mudah untuk berubah. Pantai dengan material penyusun berupa pasir dan kerikil memiliki resistensi yang rendah sehingga interaksi dari gelombang dan partikel mudah berpindah (Ward, 2010).



Gambar 6. Analisis perubahan garis pantai zona c.

Subzona c2 mengalami akresi sedang sekitar 11,15 m/tahun. Lokasi ini berada di Kecamatan Kosambi bertepatan dengan adanya pembangunan Pantai Indah Kapuk (PIK) yang merupakan area reklamasi. Reklamasi ini menyebabkan bertambahnya daratan baru di lokasi tersebut.

3.2. Penilaian Resiliensi

Penilaian resiliensi spasial diperlukan sebagai salah satu sarana untuk mengukur keberhasilan kegiatan restorasi dalam pengembalian fungsi ekosistem ke kondisi sebelumnya (Soraya *et al.*, 2016). Penilaian resiliensi di pesisir Kabupaten Tangerang ini dikaitkan dengan laju perubahan garis pantai dan LULC di kawasan tersebut. Wilayah

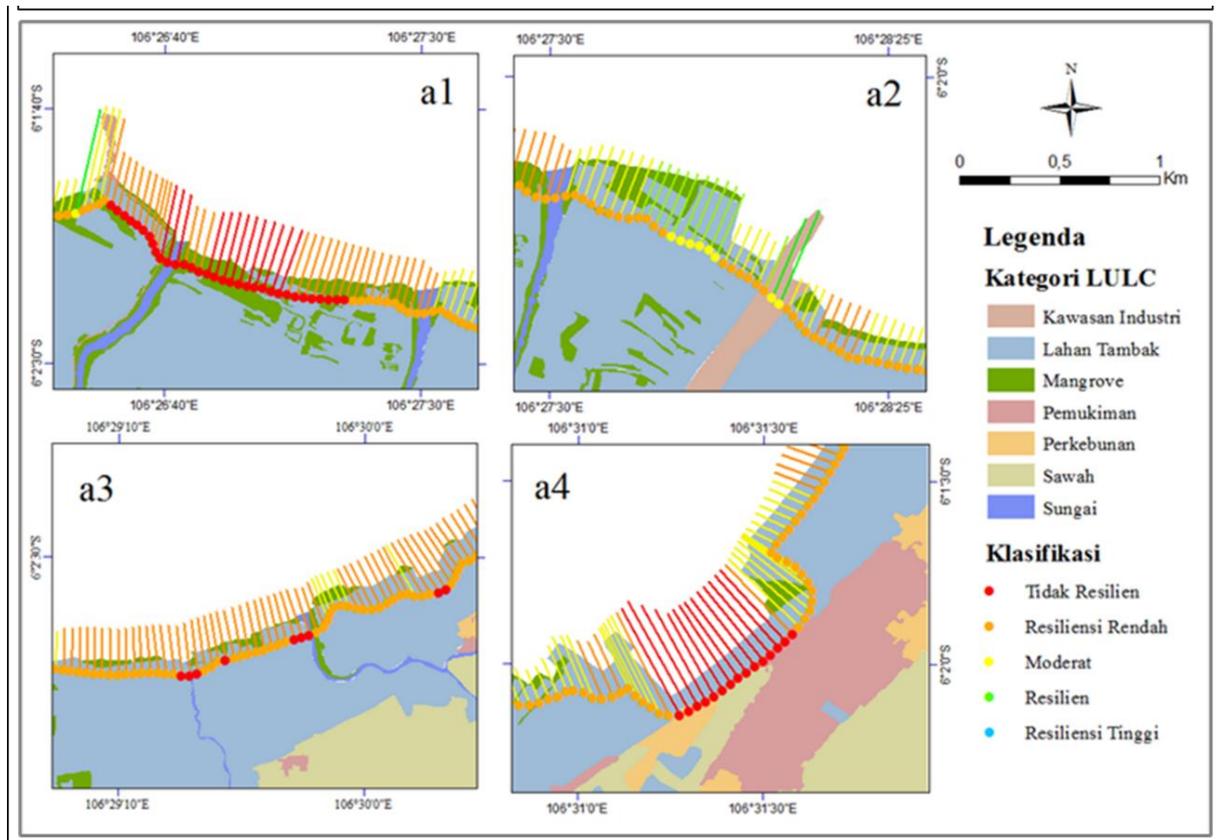
pesisir paling rentan terhadap perubahan LULC, karena perkembangan industrialisasi yang sangat cepat (Yagoub & Kolan, 2006). Hasil uji korelasi antara laju perubahan garis pantai dengan LULC menunjukkan korelasi positif sebesar 0,31 (Tabel 7).

Perubahan garis pantai memiliki keterkaitan dengan LULC. Hasil uji korelasi tersebut menunjukkan bahwa LULC memengaruhi laju perubahan garis pantai di Pesisir Kabupaten Tangerang sebesar 31%. Analisis LULC di pesisir ini digunakan untuk mengetahui kategori penggunaan dan tutupan lahan yang paling berpengaruh terhadap terjadinya erosi dan akresi. Hasil dari analisis laju perubahan garis pantai dan LULC kemudian dihitung tingkat resiliensinya yang

Tabel 7. Matriks korelasi antara laju regresi linear dengan penggunaan/ penutupan lahan.

	LRR	LULC
LRR	1	
LULC	0,31	1

Keterangan: LRR = *linear regression rate*; LULC = *landuse/landcover*.

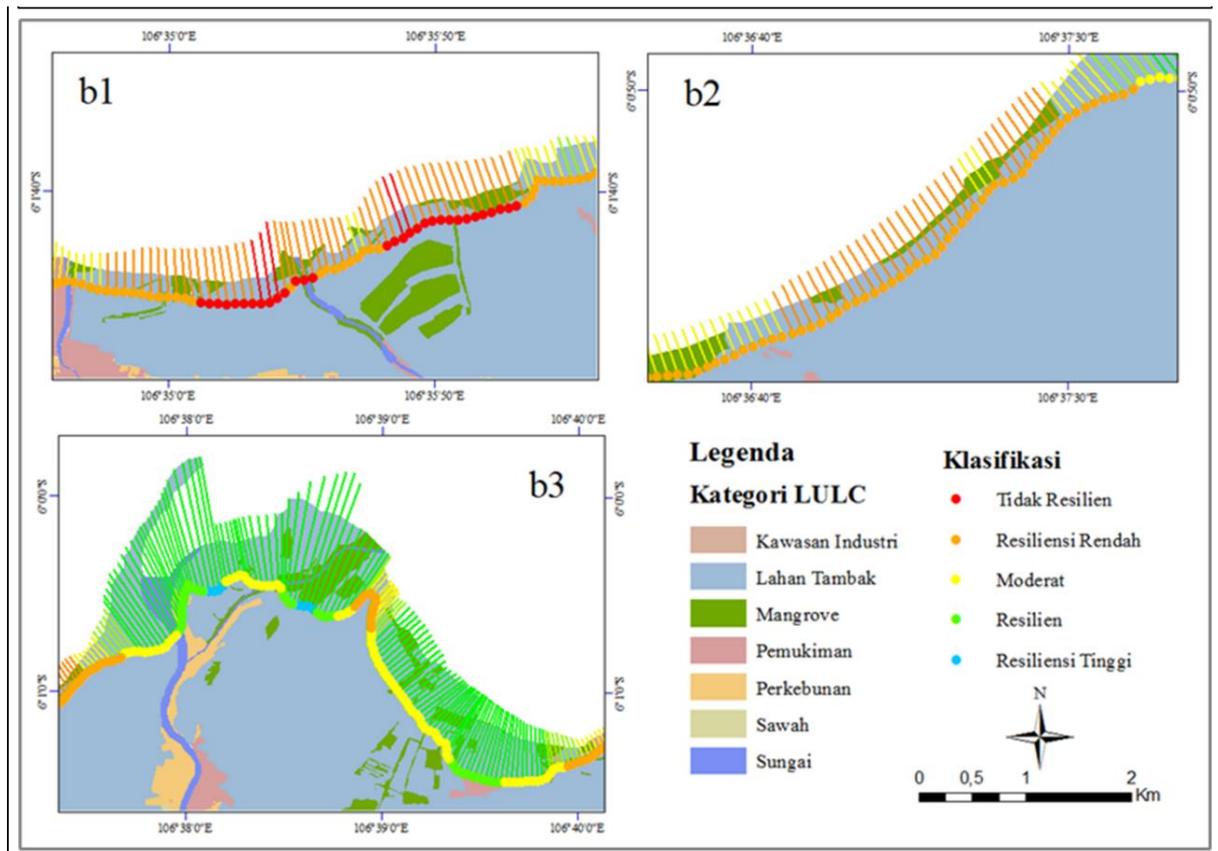


Gambar 7. Peta penggunaan/penutupan lahan dan klasifikasi resiliensi zona a.

dikategorikan menjadi lima kelas, yaitu resiliensi tinggi, resilien, moderat, resiliensi rendah, dan tidak resilien. Berikut merupakan peta LULC dan klasifikasi resiliensi di Pesisir Kabupaten Tangerang berdasarkan zona a (Gambar 7), zona b (Gambar 8), dan zona c (Gambar 9).

Fenomena erosi berdasarkan LULC pada subzona a1, a3, dan a4 yang mengalami erosi terlihat bahwa yang paling dominan adalah adanya lahan tambak dan sedikit mangrove di daerah pesisir pantai. Pada subzona a1, terdapat muara sungai dan cukup banyak mangrove, namun erosi tetap terjadi di lokasi tersebut. Hal ini dapat disebabkan

oleh faktor alam seperti gelombang, arus, dan pasang surut yang lebih kuat menuju ke arah pantai. Subzona a2 mengalami akresi karena adanya muara sungai yang menyebabkan sedimentasi di pantai sebelah timur dari muara tersebut. Selain itu, terdapat kawasan industri yaitu PLTU 3 lontar. Kawasan PLTU ini membangun *jetty* yang tegak lurus dengan pantai. Pembangunan *jetty* PLTU dapat menyebabkan akresi di satu sisi dan menyebabkan erosi di sisi lain karena sedimen yang terbawa oleh arus susur pantai tertahan di area *jetty*. Hal ini juga bisa dikaitkan dengan erosi pada subzona a3 yang berada di sisi timur *jetty* PLTU.



Gambar 8. Peta penggunaan/penutupan lahan dan klasifikasi resiliensi zona b.

Jenis LULC di subzona b1 dan b2 hampir sama yaitu didominasi oleh lahan tambak dan sedikit mangrove di pesisir pantai. Hal ini dapat memengaruhi terjadinya erosi di lokasi tersebut karena tidak adanya pelindung pantai. Subzona b3 mengalami akresi tinggi sehingga menambah daratan yang cukup luas di lokasi tersebut. Penambahan daratan ini kemudian dikonversi oleh masyarakat setempat menjadi lahan tambak dan dilakukan penanaman mangrove di lokasi tersebut. Akresi yang terjadi di subzona b3 ini terjadi karena adanya muara sungai yang besar yaitu Sungai Cisadane. Proses akresi disebabkan oleh adanya penumpukan sedimen yang berasal dari daratan dan akan terendapkan di pantai terutama melalui muara sungai sebagaimana disampaikan oleh Sihombing *et al.* (2017).

Kategori LULC pada subzona c1 adalah mangrove dan lahan tambak. Penanaman mangrove di lokasi ini berada di

tepi pantai dan pematang yang menjadi pemisah dari lahan tambak. Hal ini menyebabkan mangrove tidak sepenuhnya menjadi penahan gelombang yang datang ke pantai. Erosi yang terjadi di lokasi ini juga dipengaruhi oleh karakteristik pantai yang berpasir. Penggunaan lahan pada subzona b2 adalah kawasan industri yaitu Pantai Indah Kapuk (PIK). Akresi yang terjadi di lokasi ini karena adanya reklamasi pantai yaitu pembangunan kawasan PIK. Reklamasi yang dilakukan ini adalah konversi lahan pertambakan menjadi daerah pemukiman dan perkotaan terbesar yang pernah terjadi di Pulau Jawa (Suwandana, 2019). Akresi di kawasan ini terjadi karena telah dilakukan pengurukan perairan pantai sehingga menyebabkan bertambahnya daratan baru.

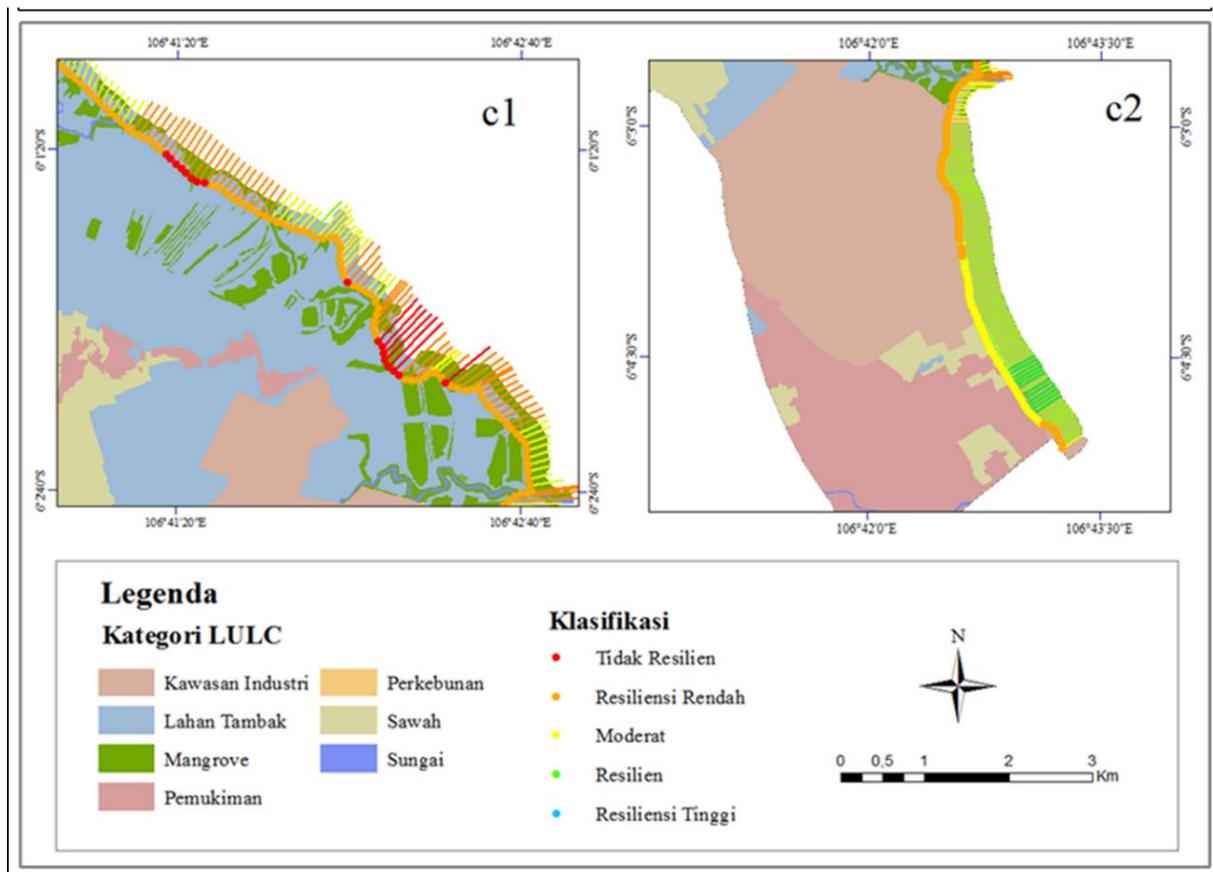
Hasil klasifikasi resiliensi pada zona a, b, dan c menunjukkan bahwa kawasan yang mengalami erosi memiliki nilai resiliensi rendah dan tidak resilien,

sedangkan kawasan yang mengalami akresi memiliki nilai resiliensi rendah hingga resiliensi tinggi. Kategori LULC pada kawasan yang mengalami erosi dan tidak resilien didominasi oleh adanya lahan tambak dan sedikitnya mangrove di lokasi tersebut. Tambak diidentifikasi sebagai bentuk lahan dataran rendah sehingga menjadi kawasan yang cukup rentan terhadap ancaman erosi (Huda *et al.*, 2019). Sebagian besar tambak di Kabupaten Tangerang berada di daerah pesisir tanpa adanya pelindung seperti tanggul atau hutan mangrove. Akibatnya pada musim gelombang dan angin yang lebih kuat dapat merusak pematang tambak sehingga terjadi erosi dan menyebabkan hilangnya daratan di wilayah tersebut. Kategori LULC pada

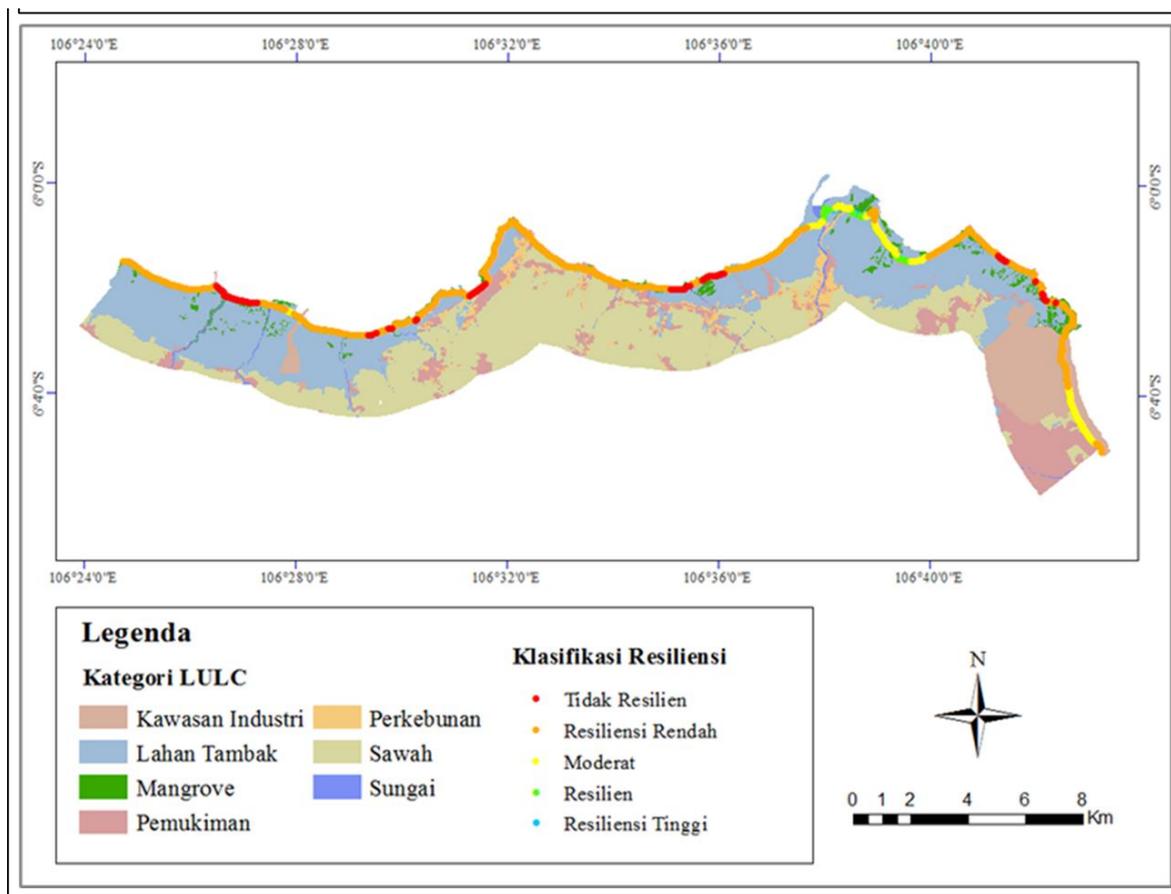
kawasan yang mengalami akresi dengan kategori resiliensi tinggi adalah daerah muara sungai. Kawasan ini lebih resilien karena terjadi proses sedimentasi secara alami dari sungai yang berpengaruh terhadap pantai di sekitarnya. Klasifikasi resiliensi di pesisir kabupaten tangerang secara menyeluruh, dapat dilihat pada Gambar 10 dan Tabel 8.

Tabel 8. Klasifikasi resiliensi pesisir Kabupaten Tangerang, Banten.

Klasifikasi Resiliensi	Total Transek
Tidak Resilien	96
Resiliensi Rendah	686
Moderat	136
Resilien	32
Resiliensi Tinggi	8



Gambar 9. Peta penggunaan/penutupan lahan dan klasifikasi resiliensi zona c.



Gambar 10. Peta resiliensi pesisir Kabupaten Tangerang, Banten.

Tabel 8 menyebutkan bahwa pesisir Kabupaten Tangerang memiliki tingkat resiliensi rendah dengan total kawasan mencapai 686 transek pada garis pantai. Peta resiliensi juga menunjukkan warna klasifikasi resiliensi paling dominan adalah warna oranye yang termasuk dalam tingkat resiliensi rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pesisir Kabupaten Tangerang tidak cukup resilien untuk menahan gangguan/kerusakan yang terjadi di kawasan pesisir. Salah satu faktor ekologis yang dapat melindungi daerah pantai adalah adanya mangrove. Mangrove memiliki kemampuan dalam menangkap sedimen sehingga dapat mengembangkan wilayahnya ke arah laut dan mencegah terjadinya erosi (Huda *et al.*, 2019). Upaya rehabilitasi telah dilakukan oleh pemerintah Kabupaten Tangerang dengan melakukan penanaman mangrove di beberapa lokasi. Namun, upaya rehabilitasi

ini masih kurang efektif karena tidak semua mangrove yang ditanam dapat hidup di tahun berikutnya. Penanaman mangrove harus dilakukan secara berkala di lokasi yang memiliki resiliensi rendah hingga tidak resilien atau rentan terjadi erosi. Setelah pelaksanaan rehabilitasi, hal yang penting adalah selalu melakukan monitoring serta evaluasi agar upaya rehabilitasi ini lebih efektif.

Kondisi LULC di pesisir Kabupaten Tangerang yang didominasi oleh lahan tambak dan harus dilakukan pengelolaan yang lebih optimal untuk mengurangi terjadinya erosi. Salah satu teknik pengelolaan yang dapat diterapkan adalah wanamina (*Silvofishery*). Wanamina merupakan sistem pertambakan teknologi tradisional yang menggabungkan usaha perikanan dengan penanaman mangrove (Purwanti, 2018). Saat ini, teknik

pengelolaan dengan wanamina telah diterapkan oleh Pemerintah Kabupaten Tangerang, namun baru di Desa Ketapang saja. Penerapan teknik pengelolaan ini dapat dilakukan untuk desa-desa pesisir lainnya, karena lahan tambak mendominasi hampir di seluruh wilayah pesisir Kabupaten Tangerang. Penerapan wanamina pada tambak yang masih aktif dapat mencegah terjadinya erosi dan menjadi nilai tambah dalam budidaya tambak.

Pada prinsipnya, ekosistem mangrove dapat melakukan suksesi alami saat mendapat gangguan, namun hal ini dapat berlangsung sangat lama sehingga rehabilitasi diharapkan dapat mengembalikan fungsi mangrove dalam jangka waktu yang lebih pendek. Rehabilitasi mangrove dilakukan dengan tujuan untuk menstabilkan sedimen sehingga dapat mempertahankan garis pantai dari erosi. Program rehabilitasi mangrove harus terus diperhatikan pengelolaannya sampai dikatakan berhasil, sehingga hal tersebut dapat meningkatkan ketahanan pesisir ke arah yang lebih resilien. Selain itu, perlu adanya kebijakan yang tepat dan pengelolaan pesisir terpadu dengan memperhatikan perubahan-perubahan yang terjadi di wilayah pesisir.

IV. KESIMPULAN

Pesisir Kabupaten Tangerang memiliki tingkat resiliensi rendah. Dinamika perubahan garis pantai di pesisir Kabupaten Tangerang lebih banyak mengalami erosi daripada akresi. Kawasan yang mengalami erosi tinggi cenderung tidak resilien dengan LULC dominan adalah lahan tambak dan sedikit mangrove, sedangkan kawasan yang mengalami akresi tinggi memiliki tingkat resiliensi tinggi dengan LULC muara sungai. Upaya dalam meningkatkan resiliensi masih dapat dilakukan dengan memperhatikan penggunaan dan tutupan lahan di wilayah pesisir. Saran pengelolaan terhadap pesisir Kabupaten Tangerang adalah dengan melakukan rehabilitasi melalui penanaman

mangrove, dan diutamakan pada daerah yang memiliki resiliensi rendah hingga tidak resilien. Setelah dilakukan rehabilitasi, perlu adanya monitoring dan evaluasi secara berkala hingga program rehabilitasi dapat dikatakan berhasil. Pengelolaan lahan tambak yang masih aktif di desa-desa pesisir dapat menerapkan teknik wanamina (*silvofishery*) untuk mencegah terjadinya erosi. Selain itu, perlu adanya kebijakan yang tepat dalam mengatur pengelolaan kawasan pesisir secara terpadu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak SM Agustin Hari Mahardika, M.M dari Dinas Perikanan Kabupaten Tangerang atas dukungan moril dan materil sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan sangat baik. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada para reviewer dan semua pihak yang berkontribusi memberikan saran dan masukan dalam perbaikan artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bastian, D., N. Retraubun, & C. Joseph. 2018. Analisis kemunduran garis pantai wisata Kuako Kecamatan Amahai Kabupaten Maluku Tengah. *J Manumata*, 4(1): 22–31. <https://ojs.ukim.ac.id/index.php/manumata/article/view/234>
- Darmiati, I.W. Nurjaya, & A.S. Atmadipoera. 2020. Analisis perubahan garis pantai di wilayah Pantai Barat Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *J Ilmu dan Teknol Kelaut Trop.*, 12(1): 211–222: <http://doi.org/10.29244/jitkt.v12i1.22815>
- Dereli, M.A. & E. Tercan. 2020. Assessment of shoreline changes using historical satellite images and geospatial analysis along the Lake Salda in Turkey. *Earth Sci Informatics*, 13(3):

- 709–718.
<https://doi.org/10.1007/s12145-020-00460-x>
- Himmelstoss, E.A., R.E. Henderson, M.G. Kratzmann, & A.S. Farris. 2018. *Digital Shoreline Analysis System (DSAS) Version 5.0 User Guide*. Virginia: Open-File Report 2018-1179. 110 p.
<https://doi.org/10.3133/ofr20181179>
- Holling, C.S. 1973. Resilience and stability of ecological Systems. *Annu Rev Ecol Syst.* 4: 1–23.
<https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- Huda, A.C., I. Pratikto, & R. Pribadi. 2019. Karakteristik lahan terhadap kerentanan pesisir pantai Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. *J Mar Res.*, 8(3): 253–261.
<https://doi.org/10.14710/jmr.v8i3.25268>
- Istiqomah, F., B. Sasmito, & F. Amarrohman. 2016. Pemantauan perubahan garis pantai menggunakan aplikasi Digital Shoreline Anaysis System (DSAS) studi kasus: Pesisir Kabupaten Demak. *J Geod Undip.*, 5(1): 78–89.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/10559/10251>
- Kasim, F. 2010. Laju perubahan garis pantai menggunakan modifikasi teknik single transect (ST) dan metode end point rate (EPR): studi kasus Pantai Sebelah Utara Indramayu-Jawa barat. *J Ilm Agropolitan*, 3: 588–600.
<https://repository.ung.ac.id/karyailmi/show/261/laju-perubahan-garis-pantai-menggunakan-modifikasi-teknik-single-transect-st-dan-metode-end-point-rate-epr-studi-kasus-pantai-sebelah-utara-indramayu-jawa-barat.html>
- Kasim, F. & A. Salam. 2015. Identifikasi perubahan garis pantai menggunakan citra Satelit serta korelasinya dengan penutup lahan di sepanjang Pantai Selatan Provinsi Gorontalo. *Nike: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3(4): 160–167.
https://repository.ung.ac.id/karyailmi/show/485/identifikasi_perubahan_garis_pantai_menggunakan_citra_satelit_serta_korelasinya_dengan_penutup_lahan_di_sepanjang_pantai_selatan_provinsi_gorontalo.html
- Li, Y., J. Degener, M. Gaudreau, Y. Li, & M. Kappas. 2016. Adaptive capacity based water quality resilience transformation and policy implications in rapidly urbanizing landscapes. *Sci. Tot. Env.*, 569–570: 168–178.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.110>
- Limber, P.W., J.H. List, & J.D. Warren. 2007. Investigating methods of mean high water shoreline extraction from LiDAR data and the relationship between photo-derived and datum-based shorelines in North Carolina. *Environmental Science*, .
https://geodata.lib.ncsu.edu/stategov/coastal/2009/2004_Shoreline_Study.pdf
- Lo, K.F.A. & C.W.D. Gunasiri. 2014. Impact of coastal land use change on shoreline dynamics in Yunlin County, Taiwan. *Environments*, 1(2): 124–136.
<https://doi.org/10.3390/environments1020124>
- Purba, M. & I. Jaya. 2004. Analisis perubahan garis pantai dan penutupan lahan antara Way Penet dan Way Sekampung, Kabupaten Lampung Timur. *J Ilmu-Ilmu Perair dan Perikan Indones.*, 11(2): 109–121.
<https://media.neliti.com/media/publications/247458-analisis-perubahan-garis-pantai-dan-penu-71b8946d.pdf>
- Purwanti, R. 2018. Pentingnya wanamina sebagai alternatif untuk memelihara tambak di daerah pesisir Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Info Tek EBONI*. 15(2): 121–133.

- <https://doi.org/10.20886/buleboni.5164>.
- Salghuna, N.N. & S.A. Bharathvaj. 2015. Shoreline change analysis for Northern part of the Coromandel Coast. *Aquat Procedia*, 4: 317–324. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.043>
- Scheffer, M, S. Carpenter, J.A. Foley, C. Folke, & B. Walker. 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 413: 591–596. <https://doi.org/10.1038/35098000>
- Sihombing, M, A. Agussalim, & A.K. Affandi. 2017. Perubahan garis pantai menggunakan citra landsat multi temporal di daerah Pesisir Sungai Bungin Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan. *Maspari J.*, 9(1): 25–32. <https://doi.org/10.56064/maspari.v9i1.4223>
- Soraya, E, W. Wardhana, & R. Sadono. 2016. Pemodelan spasial resiliensi ekosistem Gunungapi Merapi pasca erupsi. *J Ilmu Kehutan.*, 10(2): 86–97. <https://jurnal.ugm.ac.id/jikfkt/article/view/16509/10954>
- Suharyo, O.S. & Z. Hidayah. 2019. Pemanfaatan citra satelit resolusi tinggi untuk identifikasi perubahan garis pantai Pesisir Utara Surabaya. *Indones J Mar Sci Technol.*, 12(1): 89–96. <https://doi.org/10.21107/jk.v12i1.5084>.
- Suwandana, E. 2019. Dinamika morfologi pantai Kabupaten Tangerang Banten dan Pantai Indah Kapuk Jakarta melalui analisis citra google earth. *J Perikan dan Kelaut.*, 9(1): 55–68. <https://doi.org/10.33512/jpk.v9i1.7074>
- Taufik, Y., Surdin, & L.O. Nursalam. 2020. Dampak penambangan pasir terhadap abrasi pantai di Desa Sombano Kecamatan Kaledupa Kabupaten Wakatobi. *J Penelit Pendidik Geogr.*, 5(2): 179–184. <https://doi.org/10.36709/jppg.v5i2.13745>
- Ward, H. 2010. *Hutt River Mouth: Coastal Sediment Transport Processes and Beach Dynamics*. Wellington (NZ): Opus International Consultants. 55p.
- Yagoub, M.M. & G.R. Kolan. 2006. Monitoring coastal zone land use and land cover changes of Abu Dhabi using remote sensing. *J Indian Soc Remote Sens.*, 34(1): 57–68. <https://doi.org/10.1007/BF02990747>
- Submitted* : 30 August 2022
Reviewed : 07 November 2023
Accepted : 15 December 2023

FIGURE AND TABLE TITLES

- Figure 1.* Map of research locations on the coast of Tangerang Regency, Banten.
- Figure 2.* Landsat-8 imagery with band composite 654 (false color composite) and coastline overlay in 2004–2019. As detailed information and visualization of the analysis results, the study location is divided into three zones. Zone a covers the Districts of Kronjo, Kemiri, and Mauk; zone b covers the Districts of Sukadri, Pakuhaji and Teluknaga; and zone c covers Teluknaga and Kosambi Districts.
- Figure 3.* Category and rate of coastline change per five years (2004–2019).
- Figure 4.* Analysis of coastline changes in zone a.
- Figure 5.* Analysis of coastline changes in zone b.
- Figure 6.* Analysis of coastline changes in zone c.
- Figure 7.* Map of land use/landcover and resilience classification in the zones a.
- Figure 8.* Map of land use/landcover and resilience classification in the zones b.
- Figure 9.* Map of land use/landcover and resilience classification in the zones c.

Figure 10. Map of coastal resilience in Tangerang Regency, Banten.

Table 1. Types and sources of research data.

Table 2. Types of satellite imagery used in research.

Table 3. Classification of ecological resilience.

Table 4. Analysis of coastline changes in zone a.

Table 5. Analysis of coastline changes in zone b.

Table 6. Analysis of coastline changes in zone c.

Table 7. Correlation matrix between linear regression rate and land use/landcover.

Table 8. Coastal resilience classification in Tangerang Regency, Banten.