

Kajian Perubahan Luasan Mangrove Menggunakan Citra Landsat 2013, 2016, 2021 Pesisir Tayu

Fahmi Ari Zuhdi, Rudhi Pribadi, Suryono*

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof.H.Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
*Corresponding author, e-mail: suryono1960@gmail.com

ABSTRAK: Kondisi mangrove saat ini semakin memburuk dan rusak akibat aktivitas manusia dan bencana alam, yang menyebabkan terjadinya perubahan luasan mangrove. Lahan mangrove banyak beralih fungsi untuk berbagai kepentingan. Penting untuk memantau kondisi mangrove secara berkala menggunakan teknik penginderaan jauh. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan luasan mangrove yang terjadi di wilayah pesisir Kecamatan Tayu, Kabupaten Pati. Materi penelitian yang digunakan adalah citra Landsat 7 dan Landsat 8. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode survei menggunakan klasifikasi multispektral dengan asumsi terjadi perubahan luasan hutan mangrove dari citra multitemporal yang telah dilakukan koreksi geometrik dan radiometrik. Citra satelit Landsat yang telah terdigitasi dioverlay satu sama lain, sehingga diketahui perubahan luasan mangrove periode tahun 2013-2021. Hasil analisis perubahan luasan mangrove di wilayah pesisir Desa Keboromo pada kurun waktu 8 tahun (2013-2021) bertambah 4,17 ha dengan laju perubahan 50,3% yang semula pada tahun 2013 seluas 4,12 ha, pada tahun 2021 bertambah menjadi 8,29 ha. Desa Sambiroto mengalami penambahan 5,14 ha dengan laju perubahan 52,72% yang semula pada tahun 2013 seluas 4,61 ha bertambah menjadi 9,75 ha. Desa Tunggulsari mengalami penambahan 8,04 ha dengan laju perubahan 85,9 % yang semula pada tahun 2013 seluas 1,32 ha menjadi 9,36 ha. Dapat disimpulkan ketiga desa tersebut mengalami penambahan luasan mangrove dikarenakan kegiatan rehabilitasi yang dilakukan oleh kelompok masyarakat dan pemerintah Kabupaten Pati. Hasil analisis penelitian menunjukkan dari ketiga desa tersebut bahwa penambahan luasan mangrove terbesar yaitu Desa Tunggulsari.

Kata kunci: Mangrove; Landsat; Perubahan Luasan

Study of Changes in Mangrove Area Using Landsat Imagery 2013, 2016, 2021 Tayu Coast

ABSTRACT: *The current condition of mangroves is getting worse and damaged due to human activities and natural disasters, which causes changes in mangrove area. Mangrove area have changed functions for various purposes. It is important to regularly monitor the condition of mangroves using remote sensing. The purpose of this study was to determine changes in mangrove area that occurred in the coastal area of Tayu District, Pati Regency. The research material used is Landsat 7 and Landsat 8 imagery. This research method is survey method with a multispectral classification with the assumption that there was a change in the area of mangrove forests from multitemporal imagery that have been corrected geometrically and radiometrically. Landsat satellite imagery that have been digitized are overlaid with each other, so that changes in mangrove area are known for the period 2013-2021. The results of the analysis of changes in mangrove area in the coastal area of Keboromo Village over a period of 8 years (2013-2021) increased by 4.17 ha with a change rate of 50.3% which was in 2013 an area of 4.12 ha increased to 8.29 ha. Sambiroto Village experienced an increase of 5.14 ha with a rate of change of 52.72% which was 4.61 ha in 2013 and increased to 9.36 ha. Tunggulsari village experienced an increase of 8.04 ha with a change rate of 85.9% which was in 2013 covering an area of 1.32 ha to 9.36 ha. It can be concluded that the three villages experienced an increase in mangrove area due to rehabilitation activities carried out by*

groups and the Pati Regency government. The results of the research analysis from the three villages that the largest increased the mangrove area was Tunggulsari Village.

Keywords: Mangrove; Landsat; Area change

PENDAHULUAN

Ekosistem hutan mangrove saat ini mengalami krisis dengan sekitar 68% kerusakan. Efek tersebut dapat disebabkan oleh aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan komposisi tumbuhan mangrove (Majid *et al.*, 2016). Tiga penyebab utama kerusakan mangrove adalah pencemaran, konversi hutan mangrove yang tidak mempertimbangkan faktor lingkungan, dan penebangan yang berlebihan (Cahyo, 2007). Upaya rehabilitasi dapat dilakukan melalui penghijauan dan sosialisasi kepada masyarakat sekitar terkait kesadaran dan pentingnya ekosistem mangrove. Rehabilitasi dilakukan dengan tujuan mengembalikan fungsi ekosistem hutan mangrove seperti semula (Putra *et al.*, 2022). Penggunaan teknologi penginderaan jarak jauh merupakan salah satu cara mengetahui perubahan luasan ekosistem mangrove. penginderaan jauh adalah suatu ilmu yang menjelaskan bahwa penginderaan jauh adalah ilmu dan seni yang memungkinkan untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, suatu area atau suatu fenomena dengan menganalisis data dengan alat tanpa kontak langsung ke objek, area, hingga fenomena (Lillesand, 1997; Rauf dan Yusuf, 2004; Puspitaningrum *et al.*, 2020). Permasalahan yang ditemui di lokasi penelitian adalah banyaknya tambak yang ditumbuhi mangrove dan pemanfaatan lahan sebagai ekowisata mangrove. Lahan mangrove yang ada di sekitar tambak cenderung menurun akibat alih fungsi lahan menjadi pemukiman dan perluasan lahan tambak. Mangrove sulit tumbuh di wilayah pesisir yang terjal dan berombak besar dengan arus pasang surut kuat, karena kondisi ini tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur yang diperlukan sebagai substrat bagi pertumbuhannya (Senoaji dan Hidayat, 2017). Adapun tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan luasan hutan mangrove yang terjadi di lokasi penelitian dengan citra satelit Landsat-7 dan Landsat 8.

MATERI DAN METODE

Materi utama yang digunakan pada penelitian ini berupa ekosistem mangrove, citra satelit Landsat-7 dan Landsat-8 yang dapat diakses melalui (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). Citra satelit Landsat-7 yang digunakan direkam pada 2 Agustus 2013 dan Landsat-8 yang digunakan direkam pada 16 Agustus 2016 dan 10 Januari 2021. Pengambilan data pada ketiga tanggal di atas disebabkan kondisi kenampakan citra tanpa gangguan atmosfer, kabut, dan awan. Data Landsat diproses menggunakan software Er. Mapper 7.1 dan ArcGIS 10.3 yang berfungsi menganalisa dan mengitegerasi data spasial. Penelitian ini berdasarkan analisis citra satelit Landsat-8 menggunakan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). NDVI merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi kepadatan ataupun kerapatan tutupan hutan mangrove. Mangrove dapat teridentifikasi dengan kombinasi warna (*Red, Green, Blue*) dimana IR (*Infrared*) mempresentasikan layer merah (*Red*), band NIR (*Near Infrared*) layer hijau dan Red band layer biru (*Blue*). Lokasi groundcheck titik-titik pengamatan vegetasi mangrove ditentukan secara purposive berdasarkan beberapa pertimbangan tertentu yang bertujuan agar data yang diperoleh nantinya bisa lebih representatif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif yang bersifat eksploratif dengan tujuan menggambarkan keadaan sebagaimana mestinya dan mengungkapkan fakta serta menjawab pertanyaan yang telah dirumuskan. Fenomena yang diamati dan terjadi dalam penelitian ini adalah perubahan luasan mangrove pada tahun 2013, 2016 dan 2021 di wilayah pesisir Kabupaten Pati. Tahap pra sampling merupakan tahapan yang dilakukan sebelum memulai penelitian. Pada tahap ini meliputi pengumpulan dasar-dasar teori dan literatur yang berhubungan dengan penelitian seperti ekosistem hutan mangrove, peranan, fungsinya, dan penginderaan jauh. Survey pendahuluan diperlukan dalam penelitian ini yang berguna untuk mengetahui gambaran lokasi penelitian meliputi kondisi lingkungan hutan mangrove dan akses jalan.

Uji validasi dilakukan untuk mengetahui akurasi dari lokasi titik sampling. Validasi hasil analisis dari citra satelit dibandingkan dengan data yang diperoleh di lapangan kemudian akan dicocokkan. Posisi geografis lokasi pengamatan ditentukan menggunakan alat GPS (*Global Positioning System*). Uji validasi data dilakukan setelah proses intepetasi citra satelit dilakukan secara visual kemudian pemeriksaan ke lapangan dilakukan untuk memastikan keakuratan data yang diperoleh. Pengujian validasi data hanya mencakup mangrove dan non mangrove (bangunan, tambak, dan perairan).

Pengolahan citra terdiri dari tujuh langkah yaitu penggabungan citra, koreksi geometri, koreksi radiometri, cropping citra, penajaman citra (*red, green, blue*), klasifikasi multispektral, dan transformasi indeks vegetasi. Penggabungan citra dilakukan pada awal pengolahan citra satelit dengan menggabungkan setiap piksel dari band yang digunakan, menjadi citra baru yang dapat diproses pada tahap selanjutnya.

Koreksi geometri dilakukan untuk memperbaiki kesalahan antara koordinat lokasi data citra dengan koordinat lokasi sebenarnya. Kesalahan pada dasarnya dapat diterima asalkan memenuhi aturan kartografi. Koreksi radiometri merupakan tahap awal dalam serangkaian proses pengolahan data sebelum analisis dilakukan, sebagai contoh dalam identifikasi area mangrove pada suatu lingkungan pesisir pantai. Proses koreksi radiometri mencakup koreksi efek-efek berhubungan dengan sensor untuk meningkatkan kontras setiap pixel dari citra satelit, sehingga objek yang terekam mudah diinterpretasikan untuk menghasilkan data yang sesuai dengan keadaan di lapangan.

Cropping citra merupakan langkah dalam pengolahan citra dengan tujuan untuk melakukan pemotongan citra sesuai dengan batas administrasi dari daerah penelitian. Penentuan citra cropping bertujuan untuk mengakomodasikan ukuran citra sesuai dengan ukuran lokasi penelitian untuk menentukan sebaran, luasan, dan perubahan mangrove. Proses cropping citra juga dilakukan dengan melihat penentuan lintang dan bujur sesuai dengan kaidah kartografi. Penajaman citra bertujuan untuk memperjelas kenampakan objek pada citra sehingga informatif. Salah satu teknik penajaman citra yang diterapkan untuk kerapatan dan distribusi vegetasi adalah *False Color Composite* (FCC). Citra komposit warna FCC dibuat dengan mengkombinasikan tiga kanal yaitu kanal dengan urutan filter merah (*Red*), filter hijau (*Green*), dan filter biru (*Blue*).

Klasifikasi multispektral dilakukan untuk mendapatkan peta yang terdiri dari bagian-bagian yang telah dikelompokkan ke kelas tertentu. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*). Analisis ini memanfaatkan komputer untuk mencari rata-rata kelas dan matriks per ragam yang akan digunakan klasifikasi. Subjek vegetasi mangrove dibedakan dengan jenis vegetasi lainnya (non-mangrove), digunakan analisis NDVI. Dengan variasi NDVI, vegetasi mangrove akan tampak lebih kontras dengan rasio dengan tingkat kecerahan yang lebih tinggi. NDVI menggunakan gelombang NIR dan R sedangkan gelombang NIR sangat sensitif terhadap klorofil vegetasi. Variasi NDVI adalah salah satu dari produk standar NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), satelit meteorologi dengan orbit polar tetapi perhatian khusus pada peristiwa fenomena global (Chafid *et al.*, 2013). Hasil transformasi NDVI akan menghasilkan nilai -1 sampai 1. Pada tahap ini telah dilakukan validasi dengan nilai kerapatan vegetasi di lapangan. Setiap kerapatan vegetasi ditemukan dari jenis tumbuhan berbeda yang menutupi permukaan tanah. Kepadatan dapat dibangun dengan transformasi NDVI. Transformasi NDVI dapat dibangun sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

Keterangan: NDVI= *Normalized Difference Vegetation Index*; NIR= Band Infra merah dekat (*Near Infra-red*)
RED= Band Merah

Analisis kenampakan citra dilakukan menggunakan proses digitasi on screen. Proses ini dikerjakan dengan menggunakan pengaturan zooming berbeda tergantung nilai skala yang dikehendaki. Pengaturan zooming dilakukan agar kenampakan antara area mangrove dan non mangrove dapat terlihat dan dibedakan seperti pada penggunaan Landsat-8. Hasil proses ini akan

ditampilkan dalam bentuk data vector dalam bentuk *shapefile* (shp) yang akan dilakukan proses pembuatan peta mangrove.

Overlay merupakan metode yang telah dikenal lama dalam pengolahan data-data spasial dimana penampakan dari suatu peta atau gambar untuk berbagai keperluan. *Overlay* merupakan proses penyatuan data dari lapisan layer yang membutuhkan lebih dari satu layer untuk digabungkan secara fisik. Pemahaman bahwa *overlay* peta harus menghasilkan peta baru adalah hal mutlak. Metode *overlay* dalam bahasa teknis harus ada *polygon* yang terbentuk dari 2 peta yang dilakukan *overlay* dan data atributnya terdiri dari informasi peta pembentuknya.

Overlay merupakan metode yang telah dikenal lama dalam pengolahan data-data spasial dimana penampakan dari suatu peta atau gambar untuk berbagai keperluan. *Overlay* merupakan proses penyatuan data dari lapisan layer yang membutuhkan lebih dari satu layer untuk digabungkan secara fisik. Pemahaman bahwa *overlay* peta harus menghasilkan peta baru adalah hal mutlak. Metode *overlay* dalam bahasa teknis harus ada *polygon* yang terbentuk dari 2 peta yang dilakukan *overlay* dan data atributnya terdiri dari informasi peta pembentuknya (Adininggar *et al.*, 2016). Penginderaan jauh dapat digunakan untuk mengetahui laju perubahan. Perlu dilakukan kajian untuk mengetahui laju perubahan lahan mangrove di wilayah pesisir Tayu. Menurut Siregar (2010) pengukuran laju perubahan lahan mangrove dapat menggunakan formula sebagai berikut:

Pengambilan data lapangan berada pada 7 stasiun dengan wilayah Desa Keboromo, Desa Sambiroto, dan Desa Tunggulsari Kabupaten Pati. Observasi kepada titik-titik sesuai yang ada dalam hasil analisis awal untuk membedakan mangrove dan non mangrove. Data lapangan akan dicocokkan dengan data kerapatan hasil analisis citra.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat akurasi sebaran mangrove yang didapat dari citra perlu dilakukan uji validasi dengan penggunaan data lapangan. Objek yang dianalisa dibagi menjadi dua objek yaitu mangrove dan non mangrove. Objek non mangrove terdiri dari tambak, bangunan, dan perairan. *Groundcheck* dilakukan pada bulan Oktober 2021 di Desa Keboromo, Desa Sambiroto, dan Desa Tunggulsari, Kecamatan Tayu dengan 7 titik untuk mangrove dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil pengujian, validasi pemetaan sebaran mangrove adalah 92%. Hal ini menunjukkan bahwa informasi spasial yang dihasilkan pada sebaran mangrove memiliki tingkat akurasi yang memadai dan dapat dipercaya tingkat kebenarannya. Nilai ini lebih tinggi dari penelitian yang dilakukan Utami *et al.*, (2016) yaitu sebesar 90%. Hasil uji validasi yang tidak mutlak 100% dapat disebabkan oleh perbedaan waktu antara perekaman citra dengan waktu *groundcheck* lokasi penelitian, sehingga menyebabkan perubahan kondisi lain. Uji akurasi dengan nilai di atas 70% merupakan hasil penelitian yang layak uji, maka penelitian tersebut dapat digolongkan sebagai penelitian yang layak uji. Jika nilai *overall accuracy* tidak mencapai 70% maka harus dilakukan pengklasifikasian ulang atau membuat training area baru (Fauzan *et al.*, 2017; Hanan *et al.*, 2020; Maulani *et al.*, 2021).

Tabel 1. Uji Validasi Hasil Interpretasi Citra Landsat 8 Tahun 2021 dengan *Groundcheck* Lapangan 2021

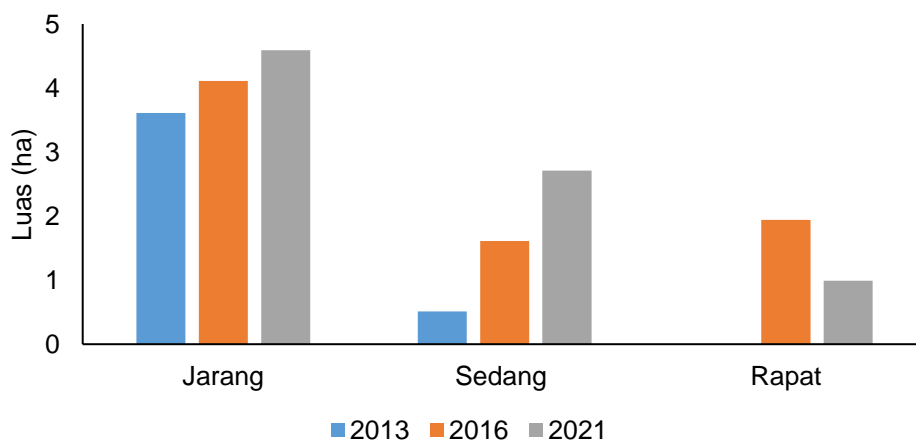
		Data Acuan Lapangan				Total	User Accuracy %
		M	T	B	P		
Data Hasil	M	7	0	0	0	7	100
	T	0	6	0	2	8	75
Klasifikasi	B	0	0	8	0	8	100
	P	0	0	0	4	4	100
Total		7	6	8	6	27	
Producer Accuracy %		100	100	100	67		

Keterangan: M = Mangrove; T = Tambak; B = Bangunan; P = Perairan

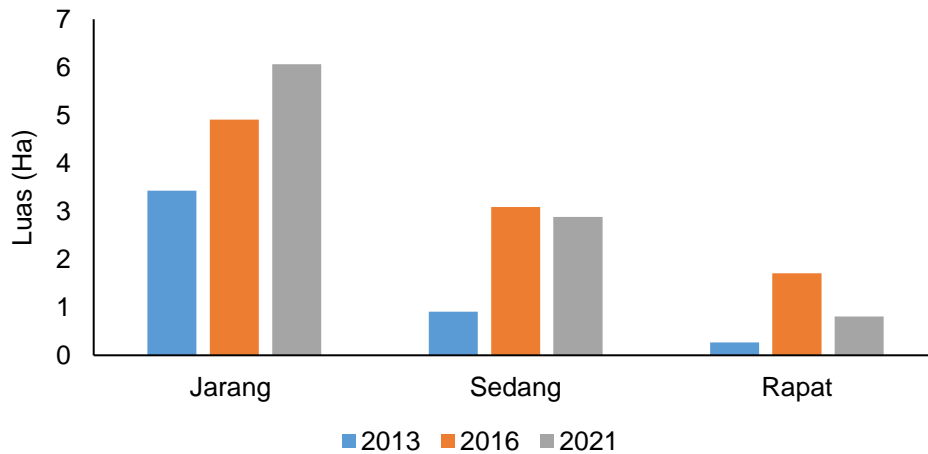
Objek yang dianalisa dibagi menjadi 2 obyek yaitu mangrove dan non mangrove (tambak, perairan dan bangunan). Jumlah titik sampling ada 27 titik, dimana 7 titik untuk mangrove dan 20 titik untuk non mangrove. Tingkat akurasi mangrove, tambak, bangunan dan perairan yang telah dihitung melalui metode validasi diperoleh nilai akurasi mangrove sebesar 100%, tambak 75%, bangunan 100% dan perairan 100%. Nilai comission error dari data tersebut yang paling besar adalah tambak sebesar 25%, nilai producer accuracy yang paling sedikit adalah perairan 67%, nilai comission error yang paling banyak adalah perairan 33%. Nilai uji validasi tambak dan perairan tidak mencapai 100%, karena saat perekaman semua jenis penggunaan lahan tersebut (tambak dan perairan) dalam kondisi pasang sehingga tambak yang berbatasan dengan perairan tertutup air pasang. Citra yang digunakan dalam penelitian ini memiliki resolusi spasial menengah (30m x 30m) yang dianggap cukup baik dalam pengamatan karakteristik vegetasi mangrove di wilayah pesisir Kabupaten Pati.

Luas keseluruhan hutan mangrove di Desa Keboromo pada tahun 2013 adalah 4,12 ha dan pada tahun 2016 bertambah 3,54 ha sehingga menjadi 7,66 ha. Sedangkan pada tahun 2021 bertambah 0,63 ha sehingga menjadi 8,29 ha. Di Desa Sambiroto luas keseluruhan hutan mangrove juga mengalami perubahan, pada tahun 2013 adalah 4,61 ha dan pada tahun 2016 bertambah 5,1 ha sehingga menjadi 9,71. Sedangkan pada tahun 2021 bertambah 0,04 ha sehingga menjadi 9,75 ha. Di desa Tunggulsari luas keseluruhan mangrove juga mengalami penambahan. Pada tahun 2013 luas keseluruhan mangrove 1,32 ha dan pada tahun 2016 bertambah 6,56 ha menjadi 7,88 ha. Sedangkan pada tahun 2021 bertambah 1,48 ha menjadi 9,36 ha. Hasil luasan mangrove berdasarkan kategori kerapatan yang dapat dilihat pada tabel 8. Hasil interpretasi perubahan luas mangrove dalam bentuk grafik histogram dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3. Hasil analisis citra dengan menggunakan perhitungan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), sehingga didapatkan peta sebaran mangrove Desa Keboromo, Sambiroto, dan Tunggulsari yang dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7.

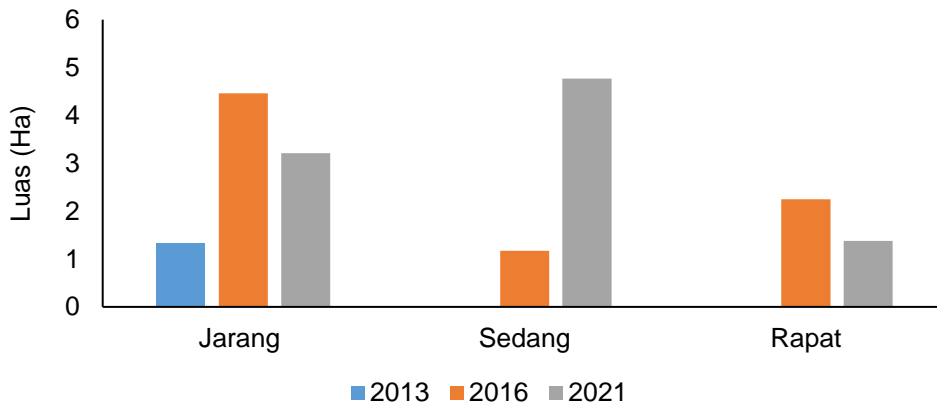
Sebaran mangrove di Desa Keboromo dapat dilihat berdasarkan grafik histogram pada Gambar 1. Pada grafik terlihat tiap tahun mangrove semakin bertambah untuk kategori jarang dan sedang. Sedangkan untuk kategori rapat mengalami perubahan naik dan turun. Perubahan luas mangrove pada tahun 2013-2016 yaitu bertambah 3,54 ha dengan rincian 4,12 ha tahun 2013 dan 7,66 ha tahun 2016. Pada tahun 2016-2021 bertambah 0,63 ha dengan rincian 7,66 ha pada tahun 2016 dan 8,29 ha pada tahun 2021. Kategori sedang, mangrove bertambah setiap rentang tahunnya. Perubahan tahun 2013-2016 yaitu 1,1 ha dengan rincian 0,51 ha pada tahun 2013 dan 1,61 ha tahun 2016. Perubahan pada tahun 2016-2021 yaitu 1,1 ha dengan rincian 8,29 ha pada tahun 2021.



Gambar 1. Distribusi luas mangrove berdasarkan kategori kerapatannya di Desa Keboromo tahun 2013, 2016, dan 2021



Gambar 2. Distribusi luas mangrove berdasarkan kategori kerapatannya di Desa Sambiroto tahun 2013, 2016, dan 2021



Gambar 3. Distribusi luas mangrove berdasarkan kategori kerapatannya di Desa Tunggulsari tahun 2013, 2016, dan 2021

Sebaran mangrove di Desa Sambiroto dapat dilihat berdasarkan grafik histogram pada Gambar 2. Pada kategori jarang terlihat meningkat setiap tahunnya. Pada kategori sedang dan rapat cenderung tidak signifikan setiap tahunnya. Luasan tertinggi terjadi apda tahun 2021 pada kategori jarang. Pada kategori jarang, tahun 2013-2016 mangrove naik 1,48 ha. Pada tahun 2016-2021 naik 1,15 ha menjadi 6,06 ha. Kategori sedang tahun 2013-2016 bertambah 2,18 ha, sedangkan pada tahun 2016-2021 berkurang 0,21 ha. Kategori rapat pada tahun 2013-2016 bertambah 1,44 ha, sedangkan tahun 2016-2021 berkurang 0,9 ha.

Sebaran mangrove di Desa Tunggulsari dapat dilihat berdasarkan grafik histogram pada Gambar 3. Pada kategori sedang terlihat bertambah setiap tahunnya. Sedangkan pada kategori jarang dan rapat cenderung tidak signifikan. Luasan tertinggi terjadi pada tahun 2021 pada kategori sedang. Pada kategori sedang, tahun 2013-2016 bertambah 1,17 ha. Pada tahun 2016-2021 bertambah 3,6 ha. Kategori jarang pada tahun 2013-2016 bertambah 3,14. Sedangkan tahun 2016-2021 berkurang 1,25 ha. Kategori rapat pada tahun 2013-2016 bertambah 2,25 ha. Sedangkan tahun 2016-2021 berkurang 0,87 ha.

Tabel 2 menunjukkan perubahan luasan mangrove di Desa Keboromo, Sambiroto, dan Tunggulsari. Pada Desa Keboromo periode rentang waktu 2013-2016 menunjukkan bahwa nilai pixel bertambah 6 pixel atau 0,5 ha pada kategori jarang. Kategori sedang mengalami penambahan sebanyak 12 pixel atau 1,1 ha dan untuk kategori rapat mengalami penambahan sebesar 22 pixel

atau 1,94 ha. Perubahan rentang waktu 2016-2021 mengalami penambahan pada kategori jarang yaitu 5 pixel atau 0,48 ha, kategori sedang bertambah 12 pixel atau 1,1 ha, dan kategori rapat berkurang sebesar 11 pixel atau 0,95 ha. Perubahan pada rentang waktu 2013-2021 kategori jarang bertambah sebesar 11 pixel atau 0,98 ha, kategori sedang 24 pixel atau 2,2 ha, dan kategori rapat 11 pixel atau 0,99 ha.

Pada Desa Sambiroto periode rentang waktu 2013-2016 menunjukkan bahwa nilai pixel bertambah 17 pixel atau 1,48 ha pada kategori jarang. Kategori sedang mengalami penambahan sebanyak 24 pixel atau 2,18 ha dan untuk kategori rapat mengalami penambahan sebesar 16 pixel atau 1,44 ha. Perubahan rentang waktu 2016-2021 mengalami penambahan pada kategori jarang yaitu 12 pixel atau 1,15 ha, kategori sedang berkurang 2 pixel atau 0,21 ha, dan kategori rapat berkurang sebesar 10 pixel atau 0,9 ha. Perubahan pada rentang waktu 2013-2021 kategori jarang bertambah sebesar 29 pixel atau 2,63 ha, kategori sedang 22 pixel atau 1,97 ha, dan kategori rapat 6 pixel atau 0,54 ha. Luasan lahan mangrove pada rentang 2013-2021 yang mengalami kenaikan terbanyak terjadi pada kategori jarang.

Pada Desa Tunggulsari periode rentang waktu 2013-2016 menunjukkan bahwa nilai pixel bertambah 35 pixel atau 3,14 ha pada kategori jarang. Kategori sedang mengalami penambahan sebanyak 13 pixel atau 1,17 ha dan untuk kategori rapat mengalami penambahan sebesar 25 pixel atau 2,25 ha. Perubahan rentang waktu 2016-2021 mengalami pengurangan pada kategori jarang yaitu 14 pixel atau 1,25 ha, kategori sedang bertambah 40 pixel atau 3,6 ha, dan kategori rapat berkurang sebesar 10 pixel atau 0,87 ha. Perubahan pada rentang waktu 2013-2021 kategori jarang bertambah sebesar 21 pixel atau 1,89 ha, kategori sedang 53 pixel atau 4,77 ha, dan kategori rapat 15 pixel atau 1,38 ha.

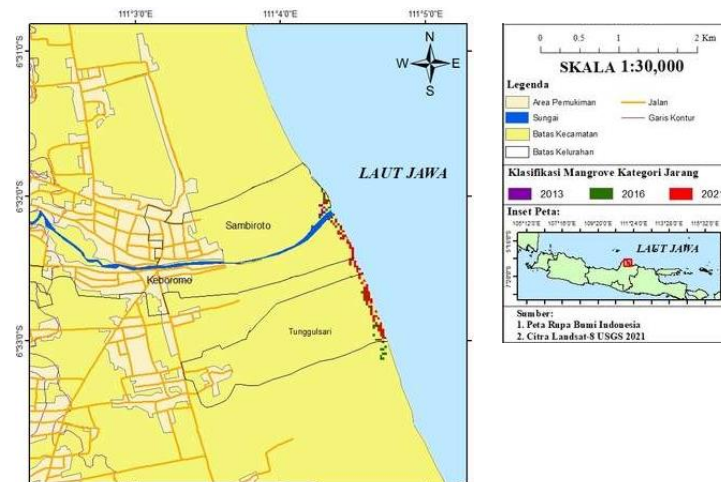
Gambar 4 menunjukkan peta *overlay* sebaran hutan mangrove kategori jarang yang ada di Desa Sambiroto, Keboromo, dan Tunggulsari pada tahun 2013, 2016, dan 2021. Gambar pada peta menunjukkan sebaran mangrove kategori jarang pada rentang tahun 2013-2021 paling banyak tersebar di Desa Sambiroto dibandingkan Desa Keboromo, dan Tunggulsari. Total luasan mangrove kategori jarang pada tahun 2013, 2016, dan 2021 di Desa Sambiroto adalah 14,4 ha, sedangkan Desa Keboromo sebesar 12,31 ha, dan Desa Tunggulsari sebesar 8,99 ha.

Tabel 2. Luas perubahan mangrove berdasarkan tingkat kerapatan di Desa Keboromo, Sambiroto, dan Tunggulsari

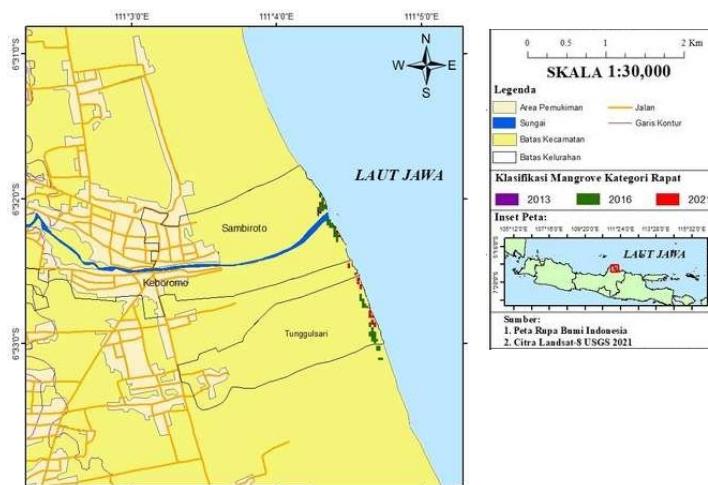
Lokasi	Kategori	Perubahan 2013-2016		Perubahan 2016-2021		Perubahan 2013-2021	
		Pixel	Ha	Pixel	ha	Pixel	ha
Keboromo	Jarang	+6	+0.5	+5	0.48	+11	+0.98
	Sedang	+12	+1.1	+12	1.1	+24	+2.2
	Rapat	+22	+1.94	-11	-0.95	+11	+0.99
	Total	+40	+3.54	+6	+0.63	0.63	+4.17
Sambiroto	Jarang	+17	+1.48	+12.33	1.15	+29	+2.63
	Sedang	+24	+2.18	-2	-0.21	+22	+1.97
	Rapat	+16	+1.44	-10	-0.9	+6	+0.54
	Total	+57	+5.1	+0.333	+0.04	0.04	+5.14
Tunggulsari	Jarang	+35	+3.14	-14.3	-1.25	+21	+1.89
	Sedang	+13	+1.17	+40	3.6	+53	+4.77
	Rapat	+25	+2.25	-9.67	-0.87	+15	+1.38
	Total	+73	+6.56	+16	+1.48	1.48	+8.04



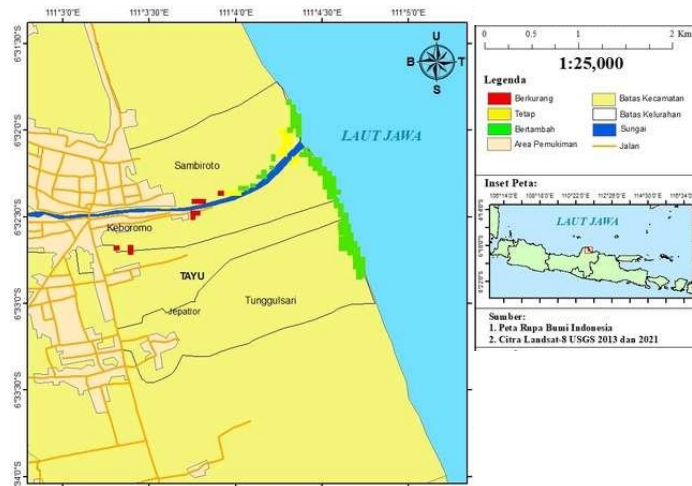
Gambar 4. Sebaran mangrove kategori jarang di Desa Keboromo, Sambiroto, dan Tunggulsari.



Gambar 5. Sebaran mangrove kategori sedang di Desa Keboromo, Sambiroto, dan Tunggulsari.



Gambar 6. Sebaran mangrove kategori rapat di Desa Keboromo, Sambiroto, dan Tunggulsari.



Gambar 7. Perubahan kerapatan mangrove di Desa Keboromo, Sambiroto, dan Tunggulsari pada tahun 2013-2021.

Gambar 5 menunjukkan peta *overlay* sebaran hutan mangrove kategori sedang yang ada di Desa Sambiroto, Keboromo, dan Tunggulsari pada tahun 2013, 2016, dan 2021. Gambar pada peta menunjukkan sebaran mangrove kategori sedang pada rentang tahun 2013-2021 paling banyak tersebar di Desa Sambiroto dibandingkan Desa Keboromo, dan Tunggulsari. Total luasan mangrove kategori sedang pada tahun 2013, 2016, dan 2021 di Desa Sambiroto adalah 6,88 ha, sedangkan Desa Keboromo sebesar 4, 83 ha, dan Desa Tunggulsari sebesar 5,94 ha.

Gambar 6 menunjukkan peta *overlay* sebaran hutan mangrove kategori rapat yang ada di Desa Sambiroto, Keboromo, dan Tunggulsari pada tahun 2013, 2016, dan 2021. Gambar pada peta menunjukkan sebaran mangrove kategori rapat pada rentang tahun 2013-2021 paling banyak tersebar di Desa Tunggulsari dibandingkan Desa Keboromo, dan Sambiroto. Total luasan mangrove kategori rapat pada tahun 2013, 2016, dan 2021 di Desa Tunggulsari adalah 3,63 ha, sedangkan Desa Keboromo sebesar 2,93 ha, dan Desa Sambiroto sebesar 2,79 ha.

Luasan mangrove di Desa Keboromo, Sambiroto, dan Tunggulsari mulai tahun 2013-2021 terus bertambah dilihat dari perubahan luasan yang dilihat menggunakan citra Landsat. Pertambahan luasan pada setiap tahunnya menjadi salah satu indikator keberhasilan rehabilitasi hutan mangrove. Pada rentang tahun 2013-2021 luasan mangrove di Desa Keboromo bertambah 4,17 ha. Berdasarkan grafik histogram pada Gambar 1 distribusi kerapatan kategori jarang dan sedang meningkat pada setiap tahunnya. Menurut Rokhim (nelayan Keboromo) warga di Desa Keboromo dan Sambiroto telah melakukan penanaman mangrove secara berkala. Distribusi luas mangrove kategori rapat pada tahun 2016-2021 mengalami penurunan sebesar 0,95 ha. Hal itu dikarenakan terjadi alih fungsi lahan mangrove menjadi tambak serta terkena gelombang dan arus yang cukup besar yang menyebabkan berkurangnya luasan mangrove kategori rapat di Desa Keboromo. Menurut Rokhim, pada sekitar tahun 2018-2019 terjadi abrasi yang menyebabkan kerusakan mangrove di Desa Keboromo dan Sambiroto. Hal itu sejalan dengan pendapat Febrianto *et al.* (2022), faktor yang menyebabkan kerusakan mangrove adalah aktivitas manusia dalam pemenuhan kebutuhan hidup sehari-hari dan pembuangan sampah rumah tangga ke laut, serta faktor alam yang tidak sesuai dengan kondisi hutan mangrove (Rahmadi *et al.*, 2020).

Desa Sambiroto, luasan hutan mangrove pada rentang tahun 2013-2021 bertambah sebesar 5,14 ha. Berdasarkan grafik histogram pada Gambar 2 distribusi kerapatan kategori sedang dan rapat di Desa Sambiroto mengalami hal yang sama seperti yang terjadi di Desa Keboromo yaitu pengurangan pada tahun 2016-2021. Kondisi ini disebabkan oleh alih fungsi lahan mangrove menjadi tambak dan pemukiman dikarenakan meningkatnya kebutuhan ekonomi dan bertambahnya jumlah penduduk di Desa Sambiroto, seperti yang dikatakan oleh Indro (Ketua Kelompok Sadar Wisata), Desa Sambiroto sedang mengembangkan tambak yang berisi nila salin dan bandeng.

Berdasarkan data BPS Kabupaten Pati, sejak tahun 2013 sampai 2021 mengalami penambahan jumlah penduduk di Desa Sambiroto (BPS Pati, 2021).

Luasan hutan mangrove di Desa Tunggulsari pada rentang tahun 2013-2021 mengalami kenaikan sebesar 8,04 ha. Penambahan jumlah luasan di Desa Tunggulsari pada rentang 2013-2021 merupakan desa yang paling tinggi dibanding Desa Keboromo dan Tunggulsari. Pada tahun 2013 hanya ditemukan sebaran mangrove kategori jarang di Desa Tunggulsari. Distribusi sebaran luasan mangrove kategori jarang pada tahun 2016-2021 mengalami pengurangan seperti yang terlihat pada grafik histogram Gambar 3. Keadaan itu disebabkan kerapatan mangrove kategori jarang masuk menjadi kategori sedang. Distribusi mangrove kategori sedang meningkat dari tahun 2013-2021. Kondisi itu disebabkan adanya penanaman mangrove di Desa Tunggulsari. Terbentuknya ekowisata mangrove juga turut membantu kegiatan rehabilitasi mangrove di Desa Tunggulsari. Distribusi sebaran mangrove pada kategori rapat tahun 2016-2021 mengalami pengurangan dikarenakan terjadi gelombang dan arus yang merusak mangrove di pesisir pantai Desa Tunggulsari, seperti yang dikatakan oleh Wondo (Pegiat Lingkungan dan Pengelola Wisata) Pada tahun 2020 terjadi abrasi yang merusak mangrove di Pesisir Pantai Ekowisata Mina Mangrove, Desa Tunggulsari.

Gambar 1 dan 2 menunjukkan distribusi luas mangrove berdasarkan kategori kerapatannya di Desa Keboromo dan Sambiroto memiliki kondisi yang hampir sama. Distribusi luas mangrove kategori jarang di Desa Keboromo dan Sambiroto meningkat pada tiap tahunnya. Kategori sedang di Desa Keboromo meningkat pada tiap tahunnya, sedangkan Desa Sambiroto mengalami sedikit penurunan pada rentang tahun 2016-2021. Kategori rapat di Desa Keboromo dan Sambiroto mengalami kenaikan pada tahun 2013-2016 dan penurunan pada 2016-2021. Hal itu disebabkan Desa Keboromo dan Sambiroto memiliki kondisi geograis yang sama yaitu saling berseberangan yang dibatasi oleh muara. Pada Desa Keboromo dan Sambiroto juga terdapat tambak, kolam, dan empang. Menurut BPS Kabupaten Pati (2021), luas lahan pertanian bukan sawah (tambak, kolam, dan empang) di Desa Keboromo sebesar 47 ha dan Desa Sambiroto sebesar 63 ha. Tabel 1 menunjukkan Desa Tunggulsari merupakan desa yang mengalami kenaikan luasan mangrove pada tahun 2013-2021 diantara dua desa lainnya. Kondisi tersebut dikarenakan terbentuknya ekowisata mangrove di Desa Tunggulsari yang mendorong diadakannya kegiatan rehabilitasi mangrove. Pada Gambar 7 dapat terlihat semua area mangrove di Desa Tunggulsari tahun 2013-2021 mengalami peningkatan.

KESIMPULAN

Hasil analisis perubahan luasan mangrove di wilayah pesisir Desa Keboromo pada kurun waktu 8 tahun (2013-2021) bertambah sebesar 4,17 ha dengan laju perubahan 50,3% yang semula pada tahun 2013 seluas 4,12 ha bertambah menjadi 8,72 ha. Desa Sambiroto mengalami penambahan sebesar 5,14 ha dengan laju perubahan 52,72% yang semula pada tahun 2013 seluas 4,61 ha bertambah menjadi 8,29 ha. Desa Sambiroto mengalami penambahan sebesar 8,04 ha dengan laju perubahan 85,9 % yang semula pada tahun 2013 seluas 1,32 ha menjadi 9,36 ha. Dapat disimpulkan ketiga desa tersebut mengalami penambahan luasan mangrove dikarenakan kegiatan rehabilitasi yang dilakukan oleh kelompok masyarakat dan pemerintah Kabupaten Pati. Hasil analisis penelitian menunjukkan dari ketiga desa tersebut bahwa penambahan luasan mangrove terbesar yaitu Desa Tunggulsari.

DAFTAR PUSTAKA

- Adininggar, F.W., Suprayogi, A. & Wijaya, A.P., 2016. Pembuatan peta potensi lahan berdasarkan kondisi fisik lahan menggunakan metode weighted overlay. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(2):136-146.
- Badan Pusat Statistika Kabupaten Pati. 2021. Data Sensus Penduduk. <https://patikab.bps.go.id/>
- Cahyo, N. 2007. Mengenal Manfaat Hutan Bakau. Sinar Harapan Abadi
- Chafid, M.A., Pribadi., R. & Anugroho, A.D.S. 2012. Kajian Perubahan Lahan Mangrove di Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak Menggunakan Citra Satelit Ikonos Tahun 2004

- dan 2009. FPIK, Universitas Diponegoro, Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 9(2):57–60.
- Fauzan, M.A., Kumara, I.S.W., Yogyantoro, R., Suwardana, S., Fadhillah, N., Nurmalasari, I., Apriyani, S. & Wicaksono, P. 2017. Assessing the Capability of Sentinel-2A Data for Mapping Seagrass Percent Cover in Jerowaru, East Lombok. *The Indonesian Journal of Geography*, 49(2):195-203. DOI: 10.22146/ijg.28407
- Febrianto, S., Syafina, H.A., Latifah, N. & Muskananfolo, M.R., 2022. Dinamika Perubahan Luasan dan Kerapatan Ekosistem Mangrove Di Kawasan Taman Nasional Sembilang Menggunakan Citra Satelit Landsat 8. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(3):369-377. DOI: 10.14710/jkt.v25i3.14909
- Hanan, A.F., Pratikto, I. & Soenardjo, N. 2020. Analisa Distribusi Spasial Vegetasi Mangrove di Desa Pantai Mekar Kecamatan Muara Gembong. *Journal of Marine Research*, 9(3):271-280. DOI: 10.14710/jmr.v9i3.27573
- Lillesand & Kiefer, 1997. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Dulbanri (Penerjemah). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Majid, I., Almuhdar, M.H.I., Rochman, F., & Syamsuri, I. 2016. Konservasi Hutan mangrove di Pesisir Pantai Kota Ternate Terintegrasi dengan Kurikulum Sekolah. *Jurnal Bioedukasi*, 4(2):488-496. DOI: 10.33387/bioedu.v4i2.162
- Maulani, A., Taufiq-SPJ, N. & Pratikto, I., 2021. Perubahan lahan mangrove di pesisir muara gembong, bekasi, jawa barat. *Journal of Marine Research*, 10(1):55-63. DOI: 10.14710/jmr.v10i1.28396
- Puspitaningrum, D. & Murti BS, S.H., 2020. Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Dalam Pemetaan Potensi Daerah Resapan Air Untuk Pelestarian Waduk Selorejo Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Bumi Indonesia*, 9(1):1-7.
- Putra, R.D., Napitupulu, H.S., Nugraha, A.H., Suhana, M.P., Ritonga, A.R. & Sari, T.E.Y., 2022. Pemetaan Luasan Hutan Mangrove Dengan Menggunakan Citra Satelit Di Pulau Mapur, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(1):20-30. DOI: 10.14710/jkt.v25i1.12294
- Rahmadi, M.T., Suciani, A. & Auliani, N., 2020. Analisis perubahan luasan hutan mangrove menggunakan citra landsat 8 OLI di Desa Lubuk Kertang Langkat. *Media Komunikasi Geografi*, 21(2):110-119.
- Rauf, A. & Yusuf, M., 2004. Studi distribusi dan kondisi terumbu karang dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 9(2): 74-81.
- Senoaji, G. & Hidayat, M.F., 2017. Peranan ekosistem mangrove di Kota Pesisir Bengkulu dalam mitigasi pemanasan global melalui penyimpanan karbon (The role of mangrove ecosystem in the coastal city of Bengkulu in mitigating global warming through carbon sequestration). *Jurnal manusia dan lingkungan*, 23(3):327-333. DOI: 10.22146/jml.18806
- Siregar, V., 2010. Pemetaan substrat dasar perairan dangkal karang congkak dan lebar kepulauan seribu menggunakan citra satelit quick bird. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2(1):19-30.
- Utami, F.P., Prasetyo, Y. & Sukmono, A., 2016. Analisis spasial perubahan luasan mangrove akibat pengaruh limpasan sedimentasi tersuspensi dengan metode penginderaan jauh (Studi kasus: Segara Anakan Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1):305-315.