ANALISIS PENUTUPAN KANOPI MANGROVE MENGGUNAKAN METODE HEMISPHERICAL PHOTOGRAPHY DAN NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI) DI PULAU KAGET KABUPATEN BARITO KUALA

Nina S[1], Hamdani[1], Nursalam[1]

[11)] Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Lambung Mangkurat
Jalan Jend. A. Yani Km 36 Simpang 4, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, Indonesia

Corresponding author. Email: 1610716220015@mhs.ulm.ac.id

Abstrak

Pulau Kaget merupakan sebuah delta yang terletak di muara Sungai Barito Kabupaten Barito Kuala. Pulau ini masih dipengaruhi oleh pasang surut air laut dengan bentuk geomorfologi pulau yang landai sehingga memungkinkan Pulau Kaget menjadi habitat tempat tumbuhnya vegetasi mangrove. Aktivitas Sungai Barito sebagai jalur tranportasi laut, pembuangan limbah alami partikel biotik maupun non-biotik serta faktor lingkungan lainnya seperti sedimentasi dapat mengancam pertumbuhan vegetasi mangrove di sekitarnya sehingga dapat berdampak pada kesehatan vegetasi mangrove di Pulau Kaget. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk melihat kondisi kesehatan mangrove melalui penutupan kanopi atau kerapatan tajuk menggunakan metode Hemispherical Photography dan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Analisis kesehatan vegetasi mangrove mengacu pada Estimasi Kerapatan Tajuk oleh Badan Informasi Geospasial 2014 dan Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove oleh Departemen Kehutanan tahun 2005 yang diolah menggunakan metode Sistem Inormasi Geografis (SIG). Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa vegetasi mangrove dengan kelas lebat sebesar 26,703 Ha pada HP dan 29,453 pada NDVI, vegetasi mangrove kelas sedang sebesar 4,133 Ha pada HP dan 1,383 Ha pada NDVI dengan total luas kajian 30,836 Ha dengan nilai akurasi keseluruhan 83,33% dan akurasi kappa 65,38%. Secara keseluruhan kesehatan mangrove di Pulau Kaget memiliki status lebat atau baik.

Kata Kunci: **Mangrove, Pulau Kaget, Penginderaan Jauh, Hemispherical Photography, Normalized Difference Vegetation Index**

Abstract

Kaget Island is a delta located at the mouth of the Barito River, Barito Kuala Regency. This island is still influenced by the tides and the sloping geomorphology of the island allows Kaget Island to become a habitat for mangrove vegetation to grow. The activity of the Barito River as a sea transportation route, disposal of natural waste, biotic and non-biotic particles and other environmental factors such as sedimentation can threaten the growth of mangrove vegetation in the vicinity so that it can have an impact on the health of mangrove vegetation on Pulau Kaget. This research was conducted to determine the health condition of mangroves through canopy closure or canopy density using Hemispherical Photography and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) methods. The analysis of the health of mangrove vegetation refers to the Head Density Estimation by the Geospatial Information Agency 2014 and the Guidelines for Inventory and Identification of Critical Mangrove Land by the Ministry of Forestry in 2005 which were processed using the Geographic Information System (GIS) method. Based on the results of the analysis showed that mangrove vegetation with dense class was 26,703 Ha on HP and 29,453 on NDVI, medium class mangrove vegetation was 4,133 Ha on HP and 1,383 Ha on NDVI with a total study area of 30.836 Ha with an overall accuracy value of 83.33% and accuracy kappa 65.38%. Overall, the health of the mangroves on Pulau Kaget has a dense or good status.

Keywords: *Mangrove, Pulau Kaget, Remote Sensing, Hemispherical Photography, Normalized Difference Vegetation Index*

PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan sumber daya alam yang mempunyai berbagai fungsi seperti sebagai habitat tempat berkembang biak dan berlindung bagi sumber daya hayati laut dan harus tetap dipelihara kelestariannya. Mangrove sendiri merupakan tumbuhan tingkat tinggi yang berhasil tumbuh dan berkembang pada habitat intertidal yang berada di antara daratan dan laut di daerah tropis dan sub-tropis (Djamaluddin, 2018).

Kerusakan mangrove umumnya disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor lingkungan dan faktor antropogenik. Faktor lingkungan disebabkan oleh alam seperti banjir, sedimentasi, erosi, angin sedangkan faktor antropogenik bersumber dari aktivitas manusia. Saat ini, kondisi ekosistem mangrove di Indonesia kian memprihatinkan akibat laju deforestasi dan degradasi lahan mangrove yang begitu cepat. Indonesia telah kehilangan sebagian besar mangrovenya sehingga perlu upaya serius untuk melindungi kawasan mangrove yang tersisa dan merehabilitasi kawasan lainnya yang telah mengalami degradasi (Djamaluddin, 2018).

Pulau Kaget merupakan sebuah delta di tengah sungai Barito dengan luasan ±200 ha. Posisinya yang terletak dekat dengan muara membuat pulau ini masih berada dalam pengaruh lingkungan laut dan tercatat memiliki beberapa flora berjenis mangrove. Aktivitas Sungai Barito seperti jalur lalu lintas kapal sering kali pada prosesnya yang secara tidak sengaja menjatuhkan beberapa batuan mineral atau kebocoran minyak yang tumpah ke laut dan bercampur ke kolom perairan. Sehingga mengganggu aktivitas alami Sungai Barito dan dapat mengancam kesehatan mangrove yang tumbuh di Pulau Kaget. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan guna melihat kesehatan mangrove di Pulau Kaget.

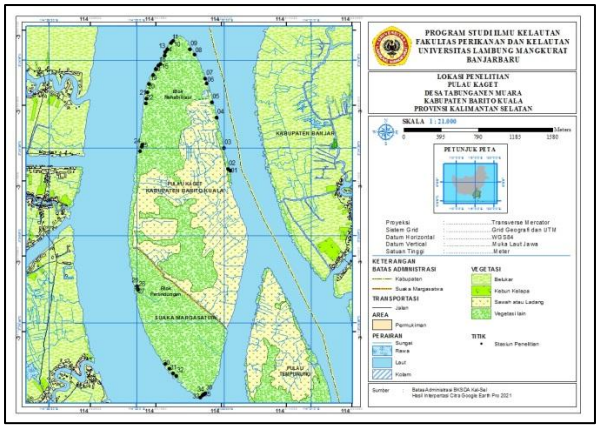
Penilaian kesehatan mangrove dilakukan dengan melihat penutupan kanopi mangrove yang mengacu pada Estimasi Kerapatan Tajuk oleh Badan Informasi Geospasial 2014 dan Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove oleh Departemen Kehutanan tahun 2005 yang diolah menggunakan metode Sistem Inormasi Geografis (SIG) diharapkan dapat memberikan gambaran terkait penutupan kanopi mangrove.

Tujuan dari penilaian ini ialah untuk melihat penutupan kanopi mangrove di Pulau Kaget, Kabupaten Barito Kuala.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2021 – Maret 2022. Waktu tersebut meliputi studi literature, pengambilan data lapangan, analisis dan pengolahan data serta konsultasi mengenai laporan akhir. Lokasi penelitian ini berada di Pulau Kaget, Kecamatan Tabunganen, Kabupaten Barito Kuala Provinsi Kalimantan Selatan (Gambar 1). Analisis dan pengolahan data dilakukan di Laboratorium SIG dan Penginderaan Jauh, Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Lambung Mangkurat.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian dan Sampling

Alat dan Bahan

Alat dan bahan pada penelitian ini meliputi alat tulis, *hand* GPS *(Global Positioning System)*, Alat tulis, kamera lensa *Fish-eye*, kamera saku (*handphone)*, Tripod, kartu memori, tali transek, *ArcGIS 10.5*, *ImageJ*, Citra Sentinel 2 tahun 2021 dan Citra Landsat tahun 2021.

Perolehan Data

Pengolahan Citra

Inventarisasi citra dilakukan dengan mengunduh citra Sentinel 2 Tahun 2021 pada laman *earthexplorer.usgs.gov*. Selanjutnya, dilakukan koreksi radiometrik guna menghilangkan gangguan *noise* atmosferik yang mungkin terjadi saat perekaman berlangsung. Setelah citra terkoreksi, dilakukan penggabungan kanal lalu pengklasifikasian mangrove dengan metode *unsupervised* dan indeks vegetasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) untuk menentukan lokasi titik sampling.

Penentuan Titik Sampling

Penentuan titik sampling dilakukan dengan *stratified purposive sampling.* Metode ini dilakukan dengan memperhatikan pertimbangan atau klasifikasi tertentu yang dalam hal ini berupa stratifikasi mangrove dilihat dari faktor lingkungan disekitarnya dan juga hasil analisis kerapatan tajuk atau penutupan kanopi dari NDVI. Penentuan jumlah titik sampling diambil secara proporsional sesuai dengan luas lahan yang mengacu pada hasil sementara analisis NDVI.

Pengambilan Data Lapangan

Pada sampel plot dilakukan dengan pengamatan berupa tipe penutupan kanopi di dalam plot 10 x 10 m (BIG, 2014). Pengukuran kerapatan tajuk dengan *hemispherical photography* yang mengacu pada pedoman LIPI (2014).

Analisis Data

Analisis Data *Hemisphere*

Analisis persentase tutupan kanopi dengan menggunakan metode *Hemispherical Photography* dapat dilakukan dengan dua tahapan, yaitu dengan menggunakan perangkat lunak penganalisis gambar dan perangkat lunak pengolahan data angka (*spreadsheet*). Perangkat lunak yang umum digunakan untuk menganalisis foto *hemisphere* adalah *ImageJ* (LIPI, 2014).

Analisis Citra Satelit dengan Metode NDVI

Penilaian penutupan kanopi mangrove dikelompokkan berdasarkan hasil perhitungan dari transformasi NDVI berikut :

$$\text{NDVI} = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Sistem penilaian kelas klasifikasi dilakukan dengan mengacu pada peraturan Departemen Kehutanan tahun 2005 tentang Pedoman Inventarisasi dan Identifikasi Lahan Kritis. Sistem penilaian penutupan kanopi mangrove dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Rentang Klasifikasi	(%)	Kerapatan
-1,0<NDVI<0,32	<50	Vegetasi Jarang
0,33<NDVI<0,42	50-69	Vegetasi

		Sedang
0,43<NDVI<1	70-100	Vegetasi Lebat

Sumber : Departemen Kehutanan(1) (2005)

Analisis Fotografi dengan Metode HP

Penilaian penutupan kanopi mangrove dikelompokkan berdasarkan hasil perhitungan rata-rata setiap sampel fotografi dari persamaan berikut :

$$\% \text{ Tutupan} = \frac{\Sigma \text{ P255}}{\Sigma \text{ Seluruh Pixel}} \; x \; 100\%$$

Sistem penilaian kelas klasifikasi dilakukan dengan mengacu pada estimasi kerapatan tajuk oleh BIG tahun 2014. Sistem penilaian penutupan kanopi mangrove dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

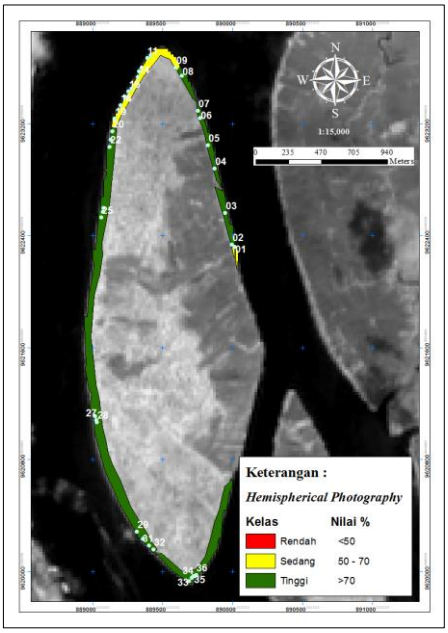
Kerapatan	Presentasi	Gambar
Lebat	>70%	
Sedang	50% - 70%	
Jarang	<50%	

Sumber : BIG(2) (2014)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tutupan Kanopi Mangrove dengan Metode HP

Berdasarkan hasil analisis data didapatkan nilai rata-rata persentase tutupan tiap stasiun penelitian. Nilai-nilai ini kemudian dikelompokan sesuai spesifikasi rentang persentase kelasnya dan dihasilkan dua kelas kerapatan yakni kelas lebat dan sedang. Adapun peta kelas hasil kerapatan menggunakan metode *Hemispherical* disajikan pada Gambar 2. yang menunjukkan bahwa kelas kerapatan lebat yang diberi warna hijau pada peta terletak di bagian barat sampai ke arah selatan dan juga berada di bagian timur laut Pulau Kaget. Sedangkan untuk kelas kerapatan sedang yang diberi warna kuning pada peta berada di bagian barat laut dan sedikit di daerah tenggara Pulau Kaget.



Gambar 2. Hasil Analisis Tutupan Mangrove HP

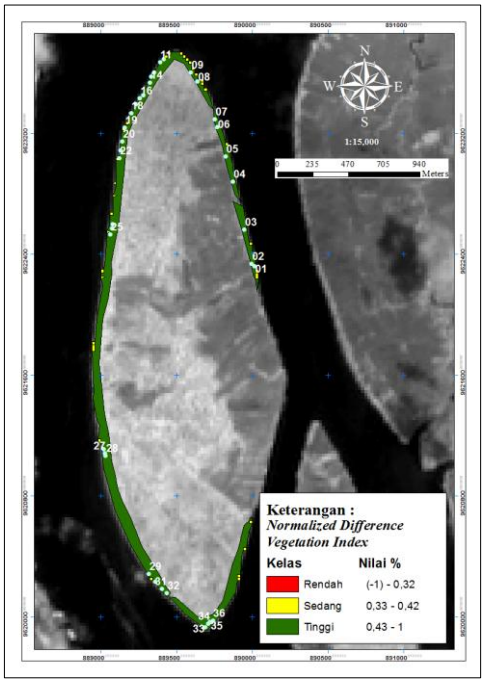
Kelas kerapatan lebat mempunyai luasan 26,703 ha dari total luasan hutan mangrove seluruhnya dengan presentase average lebih dari 80%. Kelas ini tersebar hampir keseluruh hutan mangrove yang tumbuh di Pulau Kaget.

Kelas kerapatan sedang mempunyai luasan 4,133 ha dari total luasan hutan mangrove seluruhnya yakni sebesar 30,836 ha dengan rentang presentase average mencapai

50%-70%. Kelas ini hanya terdapat di bagian utara mangrove Pulau Kaget.

Kelas kerapatan mangrove jarang tidak ditemukan pada hasil analisis hemispherical di Pulau Kaget karena hasil perhitungan analisis tidak menemukan adanya nilai rerata dibawah 50%. Sehingga hanya terdapat dua kelas hasil klasifikasi yaitu kelas lebat dan sedang.

Berdasarkan hasil perhitungan analisis rentang persentase tutupan kanopi mangrove di Pulau Kaget berada pada rentang nilai terendah adalah 65,358 % sedangkan nilai tertingginya adalah 73,370 %. Hasil analisis ini dapat berbeda-beda, misalnya saja pada penelitian Faqih, (2020) dengan rentang nilai persentase terendah sebesar 41,030 % dan persentase tertingginya adalah 82,010 %.



Gambar 3. Hasil Analisis Tutupan Mangrove NDVI

Tutupan Kanopi Mangrove dengan Metode NDVI

Persentase kerapatan kanopi mangrove pada analisis NDVI dibagi menjadi tiga kelas klasifikasi yakni lebat, sedang dan jarang. Pembagian kelas kerapatan ini mengacu pada pedoman inventarisasi dan identifikasi lahan kritis yang diatur oleh Departemen Kehutanan tahun 2005. Setelah menyelesaikan analisis data didapatkan nilai digital number pada area penelitian. Nilai-nilai ini kemudian dikelompokan sesuai spesifikasi rentang nilai perkelasnya dan dihasilkan dua kelas kerapatan yakni kelas lebat dan sedang. Adapun peta kelas hasil kerapatan menggunakan metode NDVI disajikan pada Gambar 3 yang menunjukkan bahwa kelas kerapatan lebat yang diberi warna hijau pada peta terletak menyebar ke seluruh bagian Pulau Kaget. Sedangkan untuk kelas kerapatan sedang yang diberi warna kuning pada peta menyebar ke daerah terluar Pulau Kaget.

Pada penelitian ini rentang nilai index NDVI vegetasi mangrove di Pulau Kaget berkisar antara angka 0,340992 sampai dengan 0,799174. Kemudian nilai rentang digital number yang didapat pada penelitian ini akan dibagi menjadi tiga kelas kerapatan sesuai dengan rentang digital number yang diatur oleh Dephut tahun 2005. Sehingga mendapatkan hasil akhir menjadi dua kelas kerapatan yakni sedang dan lebat. Hasil analisis dapat berbeda-beda, misalnya saja pada penelitian Faqih, (2020) dengan rentang nilai index NDVI minimum sebesar -0,244930 dan nilai index NDVI maksimumnya adalah 0,613140.

Kelas kerapatan sedang mempunyai luasan 0,916 ha atau 4.479 % dari total luasan hutan mangrove seluruhnya dengan rentang nilai index NDVI 0,34-0,42. Kelas ini berada pada bagian selatan mangrove di Pulau Kaget.

Sedangkan untuk vegetasi mangrove dengan kelas kerapatan jarang tidak ditemukan pada hasil analisis NDVI. Hal ini dikarenakan nilai index NDVI pada analisis NDVI tidak masuk dalam kriteria kelas jarang dengan rentang nilai index NDVI (-1)-0,32. Sehingga kelas ini tidak terdapat di daerah penelitian mangrove Pulau Kaget.

Spesies mangrove dalam plot stasiun penelitian seperti *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris,* dan *Bruguiera gymnorrhiza* menyumbang banyak nilai tutupan kanopi karena merupakan mangrove yang memiliki batang utama yang sangat tinggi. Serta memiliki bentuk tajuk yang lebar menyamping. Sehingga memberikan nilai analisis kerapatan tutupan mangrove di Pulau Kaget sangat tinggi.

Sedangkan pada daerah-daerah yang memiliki nilai tutupan kanopi sedang berada di zona terdepan mangrove Pulau Kaget yang langsung berbatasan dengan kolom perairan. Kondisi ini disebabkan oleh vegetasi mangrove yang hidup berasal dari jenis *Sonneratia sp.* dan *Bruguiera sp*. Sehingga apabila ada percabangan jarang yang menimbulkan kekosongan tidak bisa tertutupi oleh tutupan kanopi mangrove lain di sekitarnya.

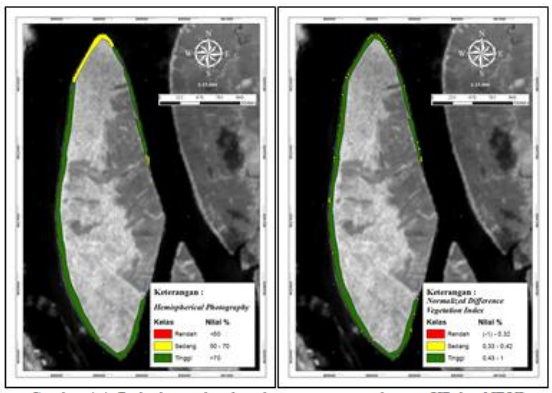
Uji Akurasi hasil klasifikasi NDVI terhadap HP menggunakan Matriks Konfusi

Kelas Referensi		HP (*User/Survey*)				*User Acc* (%)	*Overall acc* (%)	*Kappa acc* (%)
		Lebat	Sedang	Jarang	Jumlah			
NDVI (*Producer*)	Lebat	19	5	-	24	79	83,33	65,38
	Sedang	1	11	-	12	91,67		
	Jarang	-	-	-	-	0		
	Jumlah	20	16	-	36			
Producers Acc (%)		95	68,75	0				

Sumber : Hasil analisis(3) (2022)

Jadi, berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, didapat nilai akurasi keseluruhan sebesar 83,33 %. Sehingga untuk keakuratan kedua metode klasifikasi yang digunakan bisa diterima. Sedangkan untuk nilai akurasi kappa sebesar 65,38 % yang apabila dihubungkan dengan kategori kesesuaian akurasi kappa (Viera dan Garet, 2005) pada Tabel 3. maka nilai tersebut menunjukkan bahwa keakuratan variabel yang digunakan antar metode termasuk ke dalam tingkat '*Substansial Agreement*' dimana keakuratan data masih bisa diterima namun perlu diperbarui sesuai dengan teknologi atau sistem yang lebih baru.

Setelah dibandingkan, hasil analisis peta tutupan kanopi HP dan NDVI terdapat perbedaan diantara keduanya. Perbedaan ini dapat terjadi akibat adanya *noise* yang bersifat atmosferik pada proses analisis NDVI dan akibat adanya kemungkinan *human error* pada saat proses analisis HP. Dilihat dari adanya peluang *error* ketika proses analisis maka nilai akurasi kappa 65,38% dianggap sesuai dengan hasil analisis yang sudah didapatkan.



Gambar 4. Perbadingan hasil analisis peta tutupan kanopi HP dan NDVI

Pada penelitian lain milik Simamora *et al,* (2015) yang juga melakukan perhitungan matrik konfusi dua metode klasifikasi untuk melihat keakuratan analisis melalui nilai akurasi kappa menghasilkan bahwa kedua metode yang dibandingkan mendapatkan besar akurasi kappa sebesar 99,565 % yang membuktikan bahwa hasil analisis tutupan lahannya dapat dipercaya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan didapatkan penutupan kanopi mangrove HP dengan kelas lebat sebesar 26,703 Ha dan kelas sedang seluas 4,133 Ha. Penutupan kanopi mangrove NDVI untuk kelas lebat seluas 29,453 Ha dan kelas sedang 1,383 Ha. Sedangkan nilai akurasi keseluruhan 83,33% dan nilai akurasi kappa sebesar 65, 38% yang berarti termasuk ke dalam '*Substansial agreement*'. Jika dilihat dari kedua nilai akurasi ini maka keakuratan kedua metode klasifikasi dapat diterima dan dipercaya bahwa penutupan kanopi mangrove di Pulau Kaget adalah lebat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada keluarga, seluruh dosen yang pernah membimbing saya, terutama kepada Bapak Hamdani, S.Pi., M.Si. dan Bapak Nursalam, S.Kel., M.S. Terima kasih juga kepada seluruh pihak yang membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung selama masa studi.

DAFTAR PUSTAKA

Andini, S,W, Yudo, P, dan Abdi, S, 2018. Analisis Sebaran Vegetasi Dengan Menggunakan Citra Satelit Sentinel Menggunakan Metode NDVI dan Segmentasi (Studi Kasus : Kabupaten Demak) J. Geodesi Undip 7 1 : 14-24.

Baksir, A, Mutmainnah, Nebuchadnezzar, A, dan Firdaut, I, 2018. Penilaian Kondisi Menggunakan Metode Hemispherical Photography Pada Ekosistem Mangrove di Pesisir Desa Minaluli Kecamatan Mangoli Utara Kabupaten Kepualauan Sula Provinsi Maluku Utara. J. Sumberdaya Akuatik Indopasifik 2 2 : 69-80

Balai Konservasi Sumber Daya Alam Kalimantan Selatan, https://bksdakalsel,com/suaka-margasatwa-pulau-kaget/ [Diakses Pada 06 April 2021]

Darmanah, G, 2019. Metodologi Penelitian. Hira Tech, Lampung Selatan

Departemen Kehutanan, 2005. Pedoman Inventarisasi Dan Identifikasi Lahan Kritis Mangrove, Jakarta

Dharmawan, I,W,E, dan Pramudji, 2014. *Paduan Monitoring Status Ekosistem Mangrove*, Pusat Penelitian Oseanografi : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta

Dimara, A, Baigo H dan Lisiard D, 2020. Pemanfaatan Citra Satelit Sentinel-2A Untuk Pemetaan Habitat Dasar Perairan Dangkal (Studi Kasus: Teluk Humbolt, Kota Jayapura). Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua 3 1 : 25-31.

Djamaluddin, R, 2018. Mangrove : Biologi, Ekologi, Rehabilitasi, dan Konservasi, Unsrat Press, Manado

Faqih A H, Ibnu P, Nirwani S, 2020. Analisa Distribusi Spasial Vegetasi Mangrove di Desa Pantai Mekar Kecamatan Muara Gembong. J. Marine Research 9 3 : 271-280

Gani K,A dan Ivan T, 2018. Deteksi Perkembangan Lahan Terbangun Kota Gorontalo Berdasarkan Citra Last (Landsat, Aster, & Sentinel-2a). Jurnal SIG 1 2 : 28-39

Ghozali, Imam, 2006. Statistik Non-Parametrik; Teori dan Aplikasi dengan Program SPSS, Semarang: Badan Penerbit UNDIP

Giesen, W, Wulffraat, S, Zieren, M, Scholten, L, 2007. *Mangrove Guidebook For Southeast Asia*. FAO and Wetlands International

Hayu, M,K, dan Riki R, 2019. Analisis Kerapatan Vegetasi untuk Area Pemukiman dengan Memanfaatan Citra Satelit Landsat di Kota Tasikmalaya. Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Universitas Pendidikan Indonesia

Hersiana, F,A, 2020. Tingkat Kerentanan dan Perubahan Luasan Ekosistem Terumbu Karang Berbasis Data Citra Satelit di Perairan Pulau Kemujan, Taman Nasional Karimun Jawa. T. Magister Manajemen Sumberdaya Perairan, Univeristas Diponegoro,

Kementerian Kelautan dan Perikanan, https://kkp,go,id/djprl/p4k/page/4283-definisi-dan-jenis-mangrove, [Diakses Pada 10 April 2021]

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No, 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove

Lukiawan, R, Endi H,P dan Meilinda A, 2019. Standar Koreksi Geometrik

Citra Satelit Resolusi Menengah dan Manfaat Bagi Pengguna. Jurnal Standardisasi 21 1 : 45 – 54.

Maulidiyah, R, Bowo, E C, dan Agung, T N, 2019. Analisis Kesehatan Mangrove di Probolinggo Menggunakan Data Sentinel-2A. J. Health and Environmental Sciences (Natural B) 5 2 : 41-47

Oktaviani, N, Hollanda A,K. 2017. Pengenalan Citra Satelit Sentinel-2 untuk Pemetaan Kelautan. J. Oseana, Volume XLII, Nomor 3 Tahun 2017 : 40 - 55

Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No.24 Tahun 2016 tentang Tata Cara Rehabilitasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.

Peraturan Presiden No,73 Tahun 2012 tentang Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove

Purnama, M, Rudhi, P, dan Nirwani, S, 2020. Analisa Tutupan Kanopi Mangrove Dengan Metode Hemispherical Photography di Desa Betahlawang Kabupaten Demak. J. Marine Research 9 3 : 317-325

Purwadhi, H S F, 2001. Interpretasi Citra Digital, Grasindo: PT Gramedia Widiasarana Indonesia

Simamora, F B M, Bandi, S, Haniah, 2015. Kajian Metode Segmentasi untuk Identifikasi Tutupan Lahan dan Luas Bidang Tanah menggunakan Citra Pada Google Earth, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Sugiyono, 2013. Metode Penelitian : Kuantitatif, Kualitatif dan R&D, Alfabeta Press,

Viera A J, Garret J M, 2005. Understanding Interobserver Agreement: The Kappa Statistic, Family Medicine

Wetlands International Indonesia Programme, 2021. http://www,wetlands,or,id/mangrove/mangrove_species,php?id=29, Diakses pada 06 April 2021