MODEL ENVIRONMENTALLY SENSITIVE AREA (ESA) SEBAGAI PENENTU POLA RUANG KABUPATEN KAIMANA

ENVIRONMENTALLY SENSITIVE AREA (ESA) MODEL AS INPUT TO DETERMINE OF KAIMANA REGENCY

Insan Fahmi^{1*}, Syartinilia², Rofifah Aulia³

^{1,2,3} Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor

Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680

Dikirim: 27 September 2020; Disetujui: 02 Desember 2020; Diterbitkan: 20 Juni 2021

DOI: [10.47039/ish.3.2021.37-46](https://doi.org/10.47039/ish.3.2021.37-46)

Inti Sari

Kabupaten Kaimana merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Papua Barat yang memiliki *peat and mangrove ecosystem* (PME). Berdasarkan model *environmentally sensitive area* (ESA), sebagian besar Kabupaten Kaimana berada di dalam kawasan dengan sensitivitas tinggi. Model ESA dibuat dengan metode *multi criteria analysis* (MCA) menggunakan 21 kriteria di antaranya adalah mangrove, gambut, kelerengan, elevasi, dan garis pantai. Dua puluh satu kriteria tersebut diberikan bobot dan dijumlahkan lalu diberikan ambang batas sebesar 60% menghasilkan 82% kawasan sensitivitas tinggi di Provinsi Papua Barat. Sensitivitas tinggi yang ditunjukkan model ESA mengindikasikan kerentanan kawasan yang berarti sangat rentan akan bencana alam. Ini berarti kawasan dengan sensitivitas tinggi harus dilindungi. Saat ini, Kabupaten Kaimana hanya memiliki kawasan lindung sebesar 33,59% yang sangat jauh dari target 70% agar sejalan dengan provinsi konservasi. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan model ESA dengan pola ruang eksisting untuk mendapatkan kawasan lindung minimal 70% sesuai komitmen provinsi konservasi. Berdasarkan model ESA, sebagian besar kawasan budidaya di Kabupaten Kaimana memiliki sensitivitas tinggi. Pola ruang Kabupaten Kaimana yang memiliki 27 jenis digolongkan ke dalam fungsi lindung dan fungsi budidaya dikategorikan kembali menjadi tiga kelas berdasarkan intensitas dominasi manusia. Dengan menggunakan analisis *dissolve* untuk mengkategorikan pola ruang dan *intersect* untuk menilai pola ruang menggunakan ESA, didapatkan empat kombinasi, yaitu lindung mutlak, budidaya, tambahan lindung prioritas 1, dan tambahan lindung prioritas 2. Berdasarkan penjumlahan lindung mutlak dengan tambahan lindung prioritas 1 juga lindung prioritas 2, Kabupaten Kaimana harus memiliki kawasan lindung sebanyak 87,69% atau sedikit-dikitnya sebesar 80,72%.

Kata Kunci: *environmentally sensitive area*, Kabupaten Kaimana, pola ruang, sensitivitas tinggi.

Abstract

Kaimana Regency is one of the regencies in West Papua Province that has a *peat and mangrove ecosystem* (PME). Based on the *environmentally sensitive area* (ESA) model, most of Kaimana District is located in high-sensitivity areas. The ESA model was created by using *multi-criteria analysis* (MCA) using 21 criteria, including mangroves, peat, slope, elevation and coastline. Twenty-one criteria are weighted and added together and then given a threshold of 60% yielding 82% High sensitivity area in West Papua Province. The high sensitivity shown by the ESA model indicates the vulnerability of the area which means it is very vulnerable to natural disasters. This means areas with high sensitivity must be protected. Currently, Kaimana Regency only has a protected area of 33.59% which is very far from the 70% target so that it is in line with the conservation province. This study

* Korespondensi Penulis

Tlp : +62811170176

Email : ifahmi@conservation.org

aims to compare the ESA Model with the existing Spatial Pattern to obtain a protected area of at least 70% according to the commitment of the conservation province. Based on the ESA model, most of the cultivated areas in Kaimana District has high sensitivity. The spatial pattern of Kaimana Regency which has 27 types is classified into the protection function and the cultivation function is categorized again into three classes based on the intensity of human domination. By using dissolve analysis to categorize spatial and intersect patterns to assess spatial patterns using ESA, four combinations are obtained, namely absolute protection, cultivation, additional priority 1 protection, and additional priority protection 2. Based on the sum of absolute protection with additional priority protection 1 as well as priority protection 2, Kaimana Regency must have protected areas of 87.69% or at least 80.72%.

Keyword: *environmentally sensitive area, high sensitivity, Kaimana Regency, spatial pattern*

I. PENDAHULUAN

Provinsi Papua Barat berdasarkan SK.130/MENLHK/SETJEN/PKL.0/2/2017 memiliki ekosistem gambut dengan luas sekitar 1,5 juta hektar atau enam persen dari total luas ekosistem gambut di Indonesia. Selain gambut, Provinsi Papua Barat juga memiliki mangrove sekitar 480.000 hektar atau lima belas persen dari total luas mangrove Indonesia. Ekosistem mangrove dan gambut (*peat and mangrove ecosystem/PME*) dalam aspek ekologi memiliki peran penting dalam mitigasi dampak perubahan iklim. Ekosistem mangrove berguna untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, melindungi daratan dari abrasi, menjaga biodiversitas (Sribianti, 2008). Dalam aspek sosial-ekonomi mangrove menjadi sumber pendapatan masyarakat sekitar (Karminarsih, 2007). Sedangkan ekosistem gambut berguna sebagai media penyimpanan karbon (Murdiyarso et al., 2010).

Sekitar 710.000 hektar PME atau hampir setengah dari total luas PME di Provinsi Papua Barat terletak di tiga kabupaten, yaitu Teluk Bintuni, Sorong Selatan, dan Kaimana (Syartinilia et al., 2019). Sebagai salah satu kabupaten dengan PME terluas khususnya mangrove, sudah sepatutnya keberadaan mangrove di Kabupaten Kaimana dikelola

secara berkelanjutan. Sebagian mangrove di Kaimana terancam oleh eksploitasi seperti tambak (Konom et al., 2020). Selain itu, pembangunan infrastruktur di sekitar garis pantai juga berpotensi terjadinya deforestasi mangrove (Polidoro et al., 2010). Untuk menghindari ancaman tersebut salah satunya adalah dengan penataan ruang yang dapat mengakomodasi perlindungan mangrove. Hal ini sejalan dengan komitmen provinsi konservasi yang salah satunya melindungi lingkungan untuk mendukung pembangunan berkelanjutan (Vulpas, 2019).

Model ESA yang telah dibuat oleh Syartinilia et al., (2019), Kabupaten Kaimana memiliki kawasan dengan sensitivitas tinggi sebanyak 86,06% yang perlu kehati-hatian dalam melakukan penataan ruang. Model ESA merupakan model spasial yang dibuat berdasarkan berbagai kriteria biofisik untuk menghasilkan informasi mengenai kawasan dengan sensitivitas tinggi yang beresiko terjadi bencana (Syartinilia et al., 2019). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengevaluasi Pola Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Kaimana 2012-2031 dengan menggunakan model ESA sehingga dapat menghasilkan informasi spasial yang dapat menjadi rujukan untuk menentukan kawasan lindung yang menitikberatkan sensitivitas wilayah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan Pemerintah Daerah Kabupaten Kaimana dalam melakukan rencana tata ruang.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Kaimana dengan menggunakan analisis *overlay* ArcGIS, penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian Syartinilia et al., (2019). Alat utama penelitian ini adalah ArcGIS 10.5 dengan menggunakan data model ESA dan Pola Ruang Kabupaten Kaimana 2012-2031. Model ESA Kabupaten Kaimana dari hasil subset model ESA Papua Barat. Data Pola Ruang Kabupaten Kaimana 2012-2031 didapatkan langsung dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Penelitian dan Pengembangan (Bappeda-Litbang) Kabupaten Kaimana.

A. Analisis Environmentally Sensitive Area (ESA) Kabupaten Kaimana

Model ESA merupakan model yang dibuat oleh Syartinilia et al., (2019) dengan menggunakan metode analisis *multi-criteria*.

Kriteria yang digunakan dikonversi menjadi raster dengan piksel 30 x 30m. Sebanyak 21 kriteria biofisik berdasarkan Keppres No.32/1990 (Tabel 1) tentang pengelolaan kawasan lindung diberikan bobot lalu dijumlahkan menghasilkan sensitivitas tinggi sebesar 82% dengan ambang batas sebesar

Tabel 1.
Kriteria Pembuatan Model ESA

No.	Kriteria	Singkatan	Sub-kriteria (bobot)	Sumber
1	Peta <i>Slope</i>	S	$S \geq 45\%$ (1); $S < 45\%$ (0)	Conservation International
2	Peta Tutupan Hutan (TH)	TH	TH pada elevasi ≥ 2000 m dpl (1); TH pada elevasi < 2000 m dpl (0)	Conservation International
3	Peta Gambut	G	Area G (1); Area selain G (0)	SK Menlhk 130/2017
4	Peta Sempadan Pantai (SP)	Sp	Area Sp (1); Area selain Sp (0)	Conservation International
5	Peta Sempadan Sungai	Ss	Area Ss (1); Area selain Ss (0)	Conservation International
6	Peta Sempadan Danau	Sd	Area Sd (1); Area selain Sd (0)	Conservation International
7	Peta Mangrove	M	Area M (1); Area selain M (0)	Conservation International
8	<i>Peta Key Biodiversity Area</i>	KBA	Area KBA (1); Area selain KBA (0)	Conservation International
9	Peta Nilai Konservasi Tinggi (NKT) 1.2 Sebaran Spesies Terancam Punah	NKT 1.2	Area NKT 1.2 (1); Area selain NKT 1.2 (0)	Conservation International
10	Peta NKT 1.3 Habitat Satwa yang Dilindungi	NKT 1.3	Area NKT 1.3 (1); Area selain NKT 1.3 (0)	Conservation International
11	Peta NKT 1.4 Habitat Satwa Temporer	NKT 1.4	Area NKT 1.4 (1); Area selain NKT 1.4 (0)	Conservation International
12	Peta NKT 3 Kawasan yang Memiliki Ekosistem Langka	NKT 3	Area NKT 3 (1); Area selain NKT (0)	Conservation International
13	Peta NKT 4.1 Kawasan Penting sebagai Penyedia Air dan Pengendalian Banjir bagi Masyarakat Hilir	NKT 4.1	Area NKT 4.1 (1); Area selain NKT 4.1 (0)	Conservation International
14	Peta NKT 4.2 Kawasan Penting bagi Pengendalian Erosi dan Sedimentasi	NKT 4.2	Area NKT 4.2 (1); Area selain NKT 4.2 (0)	Conservation International
15	Peta NKT 5 Kawasan Alam yang Memiliki Fungsi Penting untuk Pemenuhan Kebutuhan Masyarakat Lokal	NKT 5	Area NKT 5 (1); Area selain NKT 5 (0)	Conservation International

16	Peta NKT 6 Kawasan yang Memiliki Fungsi Penting untuk Identitas Tradisional Komunitas Lokal	NKT 6	Area NKT 6 (1); Area selain NKT 6 (0)	Conservation International
17	Peta Stok Karbon Tinggi	SKT	Area SKT (1); Area selain SKT (0)	Conservation International
18	Peta Resiko Bencana Longsor	Rbl	Area Rbl (1); Area selain Rbl (0)	BNPB
19	Peta Resiko Bencana Banjir	Rbb	Area Rbb (1); Area selain Rbb (0)	BNPB
20	Peta Resiko Bencana Gempa	Rbg	Area Rbg (1); Area selain Rbg (0)	BNPB
21	Peta Resiko Kekeringan	Rk	Area Rk (1); Area selain Rk (0)	BNPB

Gambar 1. Model ESA Provinsi Papua Barat

60%.

Model tersebut kemudian di-clip menggunakan batas administrasi Kabupaten Kaimana yang didapatkan dari Bappeda-litbang Kabupaten Kaimana untuk mendapatkan model ESA Kabupaten Kaimana

B. Analisis Dissolve

Semua pola ruang baik kawasan lindung ataupun budidaya disederhanakan menjadi tiga kategori yang dibedakan berdasarkan intensitas gangguan manusia. Hal ini dilakukan untuk menyederhanakan pola ruang yang

memiliki 27 jenis. Dalam ArcGIS, *Dissolve* merupakan alat *geoprocessing* yang dapat menyederhanakan banyak kelas *polygon* menjadi kelas *polygon* yang lebih sedikit. Hasil *dissolve* yang menghasilkan kategori I, kategori II, dan kategori III; yang merupakan hasil penyederhanaan 27 pola ruang dioverlay dengan model ESA.

C. Sintesis Informasi Spasial Kawasan Lindung

Penyusunan informasi spasial kawasan

Gambar 2. Metode Penelitian

lindung didapatkan dari hasil *overlay* tiga kategori hasil penyederhanaan 27 jenis pola ruang dengan model ESA. Analisis *intersect* merupakan alat *geoprocessing* di ArcGIS yang berguna untuk menggabungkan dua *polygon* ataupun lebih sehingga dapat menghasilkan *polygon* yang baru. Analisis tiga kategori pola ruang dengan model ESA menghasilkan informasi spasial kawasan lindung, kawasan tambahan lindung dan kawasan budidaya.

Informasi spasial yang dihasilkan dari *intersect* pola ruang dengan model ESA diharapkan dapat dijadikan pertimbangan dalam menentukan kawasan lindung dan budidaya untuk revisi RTRW Kabupaten Kaimana 2012-2031.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Model *Environmentally Sensitive Area* Kabupaten Kaimana.

Hasil *clip* model ESA Papua Barat (Syartinilia et al., 2019) dengan menggunakan ambang batas yang sama, Kabupaten Kaimana memiliki kawasan sensitivitas tinggi sebesar 86,06% atau setara dengan 1.557.868 ha. Kawasan sensitivitas rendah sebesar 13,94% atau setara dengan 252.341 ha. Hasil ini menunjukkan bahwa hampir seluruh wilayah Kabupaten Kaimana memiliki sensitivitas yang tinggi termasuk di Kaimana Kota (pusat kegiatan Kabupaten Kaimana). Dengan

Gambar 3. Model ESA Kabupaten Kaimana

sensitivitas lingkungan yang tinggi, segala kegiatan eksploitasi kawasan/sumber daya alam yang masif harus dihindari. Segala aktivitas yang berada di kawasan sensitivitas tinggi juga rentan terhadap bencana. Selain merugikan secara ekologi dan ekonomi, dampak eksploitasi sumberdaya alam di kawasan rentan seperti pesisir juga dapat merugikan secara social (Pariella, 2019).

Daerah yang memiliki persentase sensitivitas tinggi di bawah 80% berada di Distrik Buruway, Distrik Kambrau, dan Distrik Yamor. Meskipun memiliki sensitivitas tinggi di bawah 70% seperti di Distrik Buruway, Pemanfaatan ruang dan pengelolaan sumberdaya alam di kawasan tersebut harus tetap memperhatikan aspek lingkungan juga selain sosial dan ekonomi agar dapat berkelanjutan. Persentase sensitivitas tinggi per luas wilayah distrik dari masing-masing Distrik disajikan di gambar 4.

Gambar 4. Persentase Sensitivitas Tinggi per Luas Wilayah Distrik

B. Kategorisasi Pola Ruang

RTRW Kabupaten Kaimana 2012-2031 memiliki dua puluh tujuh jenis pola ruang yang dibagi menjadi kawasan lindung dan kawasan budidaya. Pada tahap analisis ini, dua puluh tujuh jenis pola ruang dikategorikan kembali menjadi Kategori I, Kategori II, dan Kategori III. Kategorisasi ini dilakukan berdasarkan intensitas dominasi manusia terhadap lanskap pola ruang tersebut, yaitu intensitas dominasi rendah, intensitas dominasi sedang,

dan intensitas dominasi tinggi (Mardiastuti, 2008). Untuk mendapatkan informasi spasial dari kategorisasi tersebut dilakukan analisis *dissolve* di ArcGIS.

Kategori I merupakan jenis pola ruang yang memiliki intensitas dominasi manusia rendah atau seluruh fungsi lindung. Jenis pola ruang dalam kategori ini adalah seluruh hutan lindung dan semua jenis hutan konservasi. Selain itu, seluruh kawasan yang termasuk dalam kawasan lindung berdasarkan KEPPRES No. 32 Tahun 1990 seperti mangrove, sempadan sungai, sempadan pantai, dan kawasan lindung geologi.

Kategori II merupakan kawasan budidaya yang merupakan lanskap dengan intensitas dominasi manusia sedang. Semua jenis hutan produksi masuk dalam kategori ini termasuk hutan rakyat. Meski secara administrasi hutan produksi memiliki fungsi budidaya, hutan produksi di Indonesia sebagian besar adalah hutan alam atau hutan rimba yang tentunya masih memiliki peran penting sebagai penyedia jasa lingkungan (Larasati, 2018).

Kategori III adalah kawasan budidaya yang memiliki intensitas dominasi manusia tinggi. Jenis-jenis pola ruang yang memiliki populasi padat juga hasil pembukaan lahan ekstensif,

Tabel 2.
Kategorisasi Pola Ruang

Kategori	Jenis Pola Ruang	Keterangan
I	Cagar Alam dan Cagar Alam Darat	Intensitas dominasi manusia terhadap lanskap rendah (kawasan lindung)
	Danau/Situ	
	Hutan Lindung	
	Lindung Geologi	
	Sempadan Sungai	
	Sempadan Pantai	
	Sungai	
	Mangrove	
	Suaka Marga Satwa	
	Badan Air	
	Kawasan Sekitar Danau	
	Hutan Produksi	
II	Hutan Produksi Terbatas	Intensitas dominasi manusia terhadap lanskap sedang (kawasan budidaya)
	Hutan Produksi yang dapat Dikonversi	
	Hutan Rakyat	
	Pariwisata	
	Permukiman	
III	Permukiman dengan Tempat Kegiatan	Intensitas dominasi manusia terhadap lanskap tinggi (kawasan budidaya)
	Perkotaan	
	Industri	
	Perkebunan	
	Pertambangan Kapur	
	Pertambangan Pasir	
	Pasir/Pasir Bukit Darat	
	Pasir/Pasir Bukit Laut	

seperti pertambangan, permukiman, industri, dan perkotaan masuk dalam kategori ini. Informasi detail kategorisasi jenis pola ruang dapat dilihat di tabel 2.

Pembuatan informasi spasial kategorisasi dilakukan dengan menggunakan *shapefile* Pola Ruang Kabupaten Kaimana 2012-2031 yang kemudian dianalisis dengan menggunakan alat *dissolve* bagian dari *geoprocessing ArcGIS*.

Analisis *dissolve* menyederhanakan kembali semua dua puluh tujuh jenis pola ruang menjadi sesuai dengan tiga kategori yang telah ditentukan sebelumnya. Informasi spasial dari Kategori I, Kategori II, dan Kategori III dapat dilihat pada gambar 5.

Kawasan yang termasuk dalam Kategori I memiliki persentasi sebesar 33,59%, kawasan dalam Kategori II sebesar 56,06%, dan kawasan Kategori III sebesar 10,35%. Hasil ini menunjukkan bahwa seluas 56,06% budidaya yang memiliki intensitas dominasi manusia sedang berpotensi menjadi tambahan kawasan lindung karena kemampuannya dalam menyediakan jasa lingkungan (Larasati, 2018) dan sensitivitas areanya.

C. Rekomendasi Pola Ruang

Model ESA dengan pola ruang yang sudah dikategorisasi dianalisis menggunakan

Gambar 5. Model Spasial Kategorisasi

Tabel 3.
Kombinasi ESA dengan Kategorisasi Pola Ruang

Model ESA	Kategorisasi Pola Ruang		
	Kategori I	Kategori II	Kategori III
Sensitivitas tinggi	Lindung mutlak	Tambahan lindung prioritas 1	Tambahan lindung prioritas 2
Sensitivitas rendah	Lindung mutlak	Budidaya	Budidaya

intersect. Hasil dari *intersect* ini menghasilkan empat kombinasi dapat dilihat pada tabel 3.

Kombinasi dari analisis *intersect* membagi Pola Ruang Kabupaten Kaimana 2012-2031 menjadi empat jenis kawasan, yaitu lindung mutlak, budidaya, tambahan lindung prioritas 1, dan tambahan lindung prioritas 2. Lindung mutlak merupakan kawasan lindung pada pola ruang masuk dalam kategori sensitivitas tinggi ataupun sensitivitas rendah dengan persentase 33,59%. Budidaya merupakan kawasan budidaya (Kategori II dan Kategori III) pada pola ruang yang memiliki sensitivitas wilayah rendah dengan persentase 12,3%.

Semua kawasan budidaya yang memiliki sensitivitas tinggi masuk dalam tambahan lindung prioritas 1 atau tambahan lindung prioritas 2. Tambahan lindung prioritas 1 adalah kawasan budidaya (Kategori II) yang memiliki sensitivitas tinggi dengan persentase 47,13%. Jenis kawasan ini secara biofisik dan administrasi merupakan yang paling berpotensi untuk dikonversi menjadi kawasan lindung mengingat intensitas gangguan atau aktivitas manusia masih tergolong rendah hingga sedang. Tambahan lindung prioritas 2 adalah kawasan budidaya (Kategori III) yang memiliki sensitivitas tinggi dengan persentase 6,97%, jenis kawasan ini secara biofisik

berpotensi menjadi kawasan lindung. Papua Barat sebagai Provinsi Konservasi memiliki komitmen dalam mencapai kawasan lindung daratan sebesar 70% (Paino, 2018). Sudah sepatutnya perencanaan wilayah di tingkat kabupaten mengacu pada provinsi konservasi. Saat ini, berdasarkan Pola Ruang Kabupaten Kaimana 2012-2031 proporsi kawasan lindung dan kawasan budidaya di Kabupaten Kaimana adalah 33,59% dan 66,41%. Untuk mencapai angka 70% kawasan lindung, dalam penentuan pola ruang revisi RTRW Kabupaten Kaimana 2012-2031, Bappeda-Litbang Kabupaten Kaimana dan pihak terkait lainnya dapat mempertimbangkan proporsi kawasan lindung sebesar 87,69% (lindung mutlak + tambahan lindung prioritas 1 + tambahan lindung prioritas 2) atau sedikit-dikitnya 80,72% (lindung mutlak + tambahan lindung prioritas 1). Informasi spasial rekomendasi kawasan lindung dapat dilihat pada gambar 6 dan grafik persentasinya gambar 7.

IV. KESIMPULAN

Pola Ruang Kabupaten Kaimana 2012-2031 memiliki perbandingan kawasan lindung dan budidaya 33,59:66,41. Dengan menggunakan model ESA sebagai pembanding, untuk

Gambar 6. Model Spasial Rekomendasi Kawasan Lindung

Gambar 7. Grafik Persentase Rekomendasi Kawasan Lindung

melindungi kawasan yang memiliki sensitivitas tinggi juga sejalan dengan komitmen Provinsi Konservasi, Kabupaten Kaimana harus memiliki kawasan lindung sebanyak 87,69% atau paling rendah sebanyak 80,72% yang dapat diterapkan melalui perencanaan ruang (RTRW Kabupaten).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Badan Perencanaan Pembangunan Penelitian Dan Pengembangan Daerah Kabupaten Kaimana atas dukungan data *shapefiles* dan dokumen-dokumen lainnya terkait RTRW; *Conservation International-Field Program* Kaimana dan *reviewer*.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Karminarsih, E. (2007). Pemanfaatan Ekosistem Mangrove bagi Minimasi Dampak Bencana di Wilayah Pesisir. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 13(1), 182–187.
- Konom, N. H., Cabuy, R. L., & Wanma, A. O. (2020). Identifikasi Kerusakan Areal Hutan Mangrove Akibat Aktivitas Penduduk di Daerah Airtiba Kabupaten Kaimana. *Jurnal Papua Asia*, 5(2), 153–163. <https://doi.org/10.46703/jurnalpapuasiasia.Vol5.Iss2.148>
- Larasati, M. D. (2018). *Hutan Produksi: Pengertian, Jenis, Sebaran, dan Peraturan*. *Foresteract.Com*.
- Mardiastuti, A. (2008). *Ekologi Satwa pada Lanskap yang Didominasi Manusia* (Cetakan 1). IPB Press.
- Murdiyarso, D., Donato, D., Kauffman, J. B., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2010). *Carbon Storage in Mangrove and Peatland Ecosystems: a Preliminary Account from Plots in Indonesia*. <https://doi.org/10.17528/cifor/003233>
- Paino, C. (2018). *ICBE 2018: Semangat Papua Barat Sebagai Provinsi Konservasi*. *Mongabay.Co.Id*.
- Pariella, T. (2019). Dampak Eksploitasi Sumberdaya Alam Kelautan dan Perikanan terhadap (Kondisi) Sosial Ekonomi Masyarakat. *Seminar Nasional Perikanan Dan Kelautan*, 1–8.
- Polidoro, B. A., Carpenter, K. E., Collins, L., Duke, N. C., Ellison, A. M., Ellison, J. C., Farnsworth, E. J., Fernando, E. S., Kathiresan, K., Koedam, N. E., Livingstone, S. R., Miyagi, T., Moore, G. E., Ngoc Nam, V., Ong, J. E., Primavera, J. H., Salmo, S. G., Sanciango, J. C., Sukardjo, S., ... Yong, J. W. H. (2010). The Loss of Species: Mangrove Extinction Risk and Geographic Areas of Global Concern. *PLoS ONE*, 5(4), 1–10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010095>
- Sribianti, I. (2008). Valuasi Ekonomi Hutan Mangrove Malili, Kabupaten Luwu Timur. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 8(2), 186–192.
- Syartinilia, Wahyuni, S., Siahainenia, A. J., & Santoso, I. (2019). Environmentally Sensitive Area Models for Supporting West Papua Conservation Province. In T. D. Pham, K. D. Kanniah, K. Arai, G. J. P. Perez, Y. Setiawan, L. B. Prasetyo, & Y. Murayama (Eds.), *Sixth International Symposium on LAPAN-IPB Satellite* (p. 146). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2542766>
- Vulpas, S. (2019). *Papua Barat, Provinsi Konservasi Pertama Dunia*. *Birdsheadseascape.Com*.