

PENGGUNAAN CITRA LANDSAT 8 UNTUK MEMETAKAN LUAS SEBARAN HUTAN MANGROVE DI SEGARA ANAKAN, CILACAP, JAWA TENGAH

Andik Isdianto^{ab*}, Lalu Wima Pratama^b, Supriyadi^c, Dhira K Saputra^{ab}, M Arif As'adi^{ab}, Oktiyas Muzaky Luthfi^{ab}, Muchamad Fairuz Haykal^b

^aCORECT Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang, Indonesia

^bIlmu Kelautan Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang, Indonesia

^cUniversitas Pertahanan, IPSC Sentul Bogor, Indonesia

*Koresponden penulis : andik.isdianto@ub.ac.id

Abstrak

Mangrove adalah tumbuhan yang mampu beradaptasi pada kondisi ekstrim utamanya pada daerah yang memiliki kadar garam tinggi. Identifikasi luasan hutan mangrove perlu dilakukan untuk mengetahui potensi sumberdaya yang ada disana. Hal ini dikarenakan mangrove sebagai tempat daerah asuhan (*nursery grounds*), tempat mencari makan (*feeding grounds*), dan daerah pemijahan (*spawning grounds*) berbagai jenis ikan. Tujuan dari penulisan jurnal ini adalah untuk mengetahui luas sebaran hutan mangrove pada Segara Anakan, Cilacap Jawa Tengah. Metode pengolahan citra satelit dengan cara digitasi menggunakan software ArcMap dan Envi tanpa melakukan validasi data ke lapangan. Analisa citra satelit menggunakan perbandingan warna pada band NIR Citra satelit Landsat 8. Untuk membedakan mangrove dan non mangrove dengan melakukan digitasi dan menghitung luas pada atribut tabel Arcmap. Hasil akhir terlihat luasan mangrove cilacap mencapai 12.005 Ha yang mengindikasikan terjadi perubahan luasan hutan mangrove dari tahun 2013 sebesar 4005 Ha.

Keywords: *Mangrove, Landsat, Band, dan Luasan*

Abstract

Mangroves are plants that are able to adapt to extreme conditions, especially in areas that have high salt content. Identification of the extent of mangrove forests needs to be done to determine the potential of existing resources there. the reason is because of the mangroves as nursery grounds, feeding grounds, and spawning grounds for various types of fish. The goal of journal is to find out the wide distribution of mangrove forests in Segara Anakan, Cilacap, Central Java. Method of processing satellite imagery by digitizing using ArcMap and Envi software without validating data to the field. Analysis of satellite images using color comparisons in the NIR band Landsat 8. Satellite imagery to distinguish mangroves and non-mangroves by digitizing and calculating area on the Arcmap attribute table. The final result shows that the area of Cilacap mangroves reaches 12,005 Ha which indicates a change in the area of mangrove forests from 2013 which amounted to 4005 Ha.

Keywords: *Mangroves, Landsat, Band, and Area*

PENDAHULUAN

Mangrove adalah tumbuhan yang memiliki kemampuan khusus untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan ekstrim, seperti kondisi tanah yang tergenang, kadar garam yang tinggi serta kondisi tanah yang kurang stabil. Hutan mangrove merupakan suatu tipe hutan yang tumbuh di daerah pasang surut (terutama di daerah terlindung, laguna, muara sungai) yang tergenang pada saat surut dimana komunitas tumbuhan ini bertoleransi terhadap garam.

Hutan mangrove sering disebut juga hutan pasang surut, hutan payau atau hutan bakau. Istilah bakau sebenarnya hanya merupakan nama dari salah satu jenis tumbuhan yang menyusun hutan mangrove yaitu *Rhizophora sp* [1]. Perubahan iklim memiliki dampak yang cukup besar pada wilayah pesisir, maka dari itu pertumbuhan dan perkembangan hutan mangrove harus diamati. Karena pertumbuhan dan perkembangan hutan mangrove sangat dipengaruhi oleh faktor iklim yang terjadi [2]. Mangrove dapat tumbuh baik pada wilayah yang datar, dengan

Article history:

Diterima / Received 19-06-2020

Disetujui / Accepted 13-06-2021

Diterbitkan / Published 31-07-2021

©2021 at <http://jfm.ub.ac.id>

muara sungai yang memiliki arus deras yang dapat berperan sebagai penghalang erosi pantai. Mangrove memiliki manfaat dapat melindungi garis pantai dari abrasi, mengontrol banjir, penyerap bahan pencemar, serta mencegah intrusi air laut ke daratan [3]. Oleh sebab itu pentingnya zonasi kawasan konservasi pesisir perlu di lakukan untuk menentukan suatu wilayah dapat digunakan sebagai wilayah konservasi. Zonasi ini juga akan memudahkan dalam pengawasan kawasan konservasi [4].

Penelitian yang dilakukan pada 324 rumah tangga yang diteliti di wilayah pesisir yang memiliki mangrovenya temuan menunjukkan 14,2% kebutuhan bahan bakar dipenuhi oleh datanya hutan tersebut. Total Perikanan tangkap daerah pesisir mencapai 3,77 per jam dengan harga kurang lebih 2,23 US Dollar. Kontribusi hutan bakau dalam penambahan pendapatan rumah tangga lebih dari 14,5%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mangrove sangat penting bagi masyarakat pesisir karena meningkatkan ketahanan dan keberlanjutan ekonomi [5]. Pada umumnya mangrove juga mengandung bakteri selulosa yang mampu untuk mereduksi gula. Pada umumnya bakteri ini digunakan pada umumnya di industri dan juga bioteknologi selain itu hal yang lebih penting adalah sebagai sumber nutrisi pada berkembangnya mangrove [6].

Hutan mangrove memiliki fungsi dan manfaat diantaranya sebagai daerah asuhan (*nursery grounds*), tempat mencari makan (*feeding grounds*), dan daerah pemijahan (*spawning grounds*) berbagai jenis ikan, udang, dan biota laut lainnya. Penghasil sejumlah besar detritus (hara) bagi plankton, pemasok larva (nener) ikan, udang, dan biota laut lainnya, dan juga sebagai tempat wisata. Didasarkan pada manfaat hutan mangrove, diperlukan adanya perhatian khusus bagi komunitas hutan mangrove ini. Salah satunya adalah dengan menggunakan teknologi yang ada dan sekarang sudah banyak digunakan yaitu teknologi penginderaan jauh dengan satelit. Letak geografis ekosistem mangrove yang berada pada daerah peralihan darat dan laut memberikan efek perekaman yang khas jika dibandingkan obyek vegetasi darat

lainnya. Efek perekaman tersebut sangat erat kaitannya dengan karakteristik spektral ekosistem mangrove, hingga dalam identifikasi memerlukan suatu transformasi tersendiri. Pada umumnya untuk deteksi vegetasi digunakan transformasi indeks vegetasi [7]. Data satelit dapat berupa gambaran suatu objek permukaan bumi yang direkam oleh sensor dari satelit. Kelebihan dari data satelit yaitu memiliki resolusi temporal yang tinggi serta biaya yang dikeluarkan lebih murah dengan cakupan tangkapan yang lebih luas[8].

Mangrove sangat berguna bagi kehidupan masyarakat di wilayah kosrae mikronesia. Populasi masyarakat yang ada disana sangat bergantung pada keberadaan ekosistem mangrove. Adanya mangrove berfungsi untuk pencegah erosi pantai, peredam gelombang, dan mengaliri nutrisi untuk perkembangan ikan yang ada diwilayah tersebut [9]. Adanya rehabilitasi mangrove memberikan manfaat jangka panjang yang dapat memberikan perlindungan terhadap pesisir pantai. Adanya perubahan iklim dapat menyebabkan rusaknya sumberdaya pesisir yang mana dapat memberikan dampak terhadap degradasi sumberdaya pesisir [10].Ekosistem mangrove mampu menjadi penunjang kontribusi dalam aspek ekologi, sosial, dan ekonomi yang mempengaruhi ketahanan lingkungan pesisir dalam menghadapi berbagai jenis ancaman[11].

Ekspor kayu mangrove merupakan ancaman potensial bagi ekosistem mangrove seluas 300.000 hektar di wilayah Teluk Bintuni, Irian Jaya. Teluk ini mendukung ekspor udang penting dan mendukung ekonomi 3000 rumah tangga. Penggunaan bakau secara tradisional-non komersial mampu menghasilkan 20 miliar per tahun, perikanan komersial senilai 70 miliar per tahun dan pematangan kayu bakau yang dilaksanakan melalui proses pemilihan maksimal 40 miliar per tahun [12]. Hal yang mungkin menjadi sebuah kesulitan adalah apabila ekosistem mangrove terlalu kecil dalam mendukung sumberdaya yang ada diwilayah suatu perairan. Hal ini dapat dilihat di pulau pulau kecil yang ada di Pasifik [13].

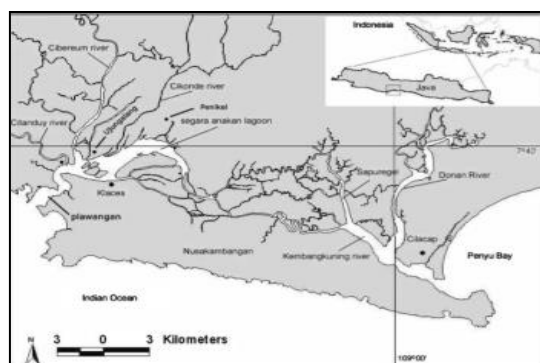
Kabupaten Cilacap mempunyai hutan mangrove yang beragam. Dapat diketahui bahwa jenis mangrove yang mendominasi adalah *Avecennia marina* dan *Sonneratia caeseolaris* dimana *Avecennia marina* menyusun zonasi yang paling depan (dekat dengan laut) kemudian diikuti oleh *S. caseolaris*. Laguna Segara Anakan mempunyai sejarah yang menarik pada masa lalu. Hutan Segara Anakan merupakan hutan mangrove terluas di Jawa, dimana luasnya mencapai 21.500 ha. Pada saat ini luasnya sulit diprediksi akibat tingginya sedimentasi hingga terbentuk dataran-dataran baru yang diinvasi mangrove, serta banyaknya perubahan peruntukan area vegetasi mangrove lama yang telah menjadi wilayah dengan tutupan mangrove terluas di pulau Jawa. Objek wisata pada ekosistem mangrove Segara Anakan adalah sebagai habitat flora dan fauna yang beraneka ragam dan memiliki karakteristik khas, serta kondisi geologis tapak dan sekitarnya sebagai objek visual dengan tidak meninggalkan adat budaya masyarakat setempat [1]. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui luasan sebaran hutan mangrove dengan perbandingan luasan pada tahun 2013 dan tahun 2015 untuk dijadikan analisa penggunaan lahan.

MATERI AND METODE

Lokasi, Bahan dan Alat Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di daerah Segara Anakan, Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah dengan batasan koordinat 7°37'22"-7°47'37" LS dan 108°45'11"-109°2'54" BT (Gambar 1). Data satelit yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8 OLI, Path 121/Row 065 akuisisi tanggal 20 Mei 2015 yang telah terkoreksi geometrik dan radiometrik. Alat yang digunakan adalah perangkat lunak sebagai Pengolahan Data dan Pengenalan Pola sarana pengolahan, perhitungan dan interpretasi data diantaranya: Er Mapper 7.1 (Trial Version), ArcMap 10.3 (Trial Version), ENVI 5.0 (Trial Version) dan Microsoft Excel 2010. Peneliti menggunakan Landsat 8 OLI karena memiliki band yang lebih banyak dibandingkan dengan Landsat 7

ETM+. Adanya warna band yang lebih variasi ini akan memberikan warna yang lebih detail dalam pemetaan objek di permukaan bumi. Selain itu Landsat 8 OLI mempunyai data *time series* berbeda dengan landsat 7 ETM+ yang mengalami *striping* sebelum tahun 2003.



Gambar 1. Peta Daerah Kajian [14]

Metode

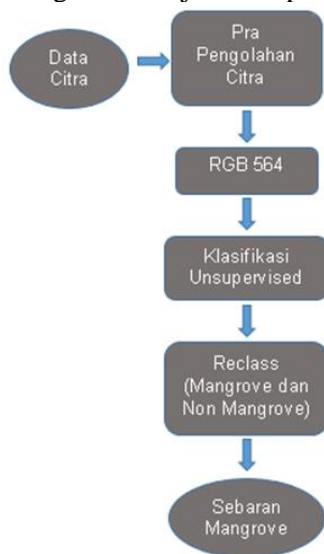
Untuk mengidentifikasi hutan mangrove dengan data citra satelit Landsat 8 OLI digunakan komposit RGB 564 di mana ketiga band tersebut termasuk dalam kisaran spektrum tampak dan inframerah - dekat dan mempunyai panjang gelombang yang sesuai dengan panjang gelombang band 4, band 5 dan band 3 pada citra satelit landsat 7 ETM+ [15]. Tabel 1 adalah spesifikasi band pada Landsat 8. Spesifikasi band yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi band pada Landsat 8 OLI [16]

Band	Spesifikasi
Band 1	Coastal/Aerosol, (0,433-0,453 μm), 30 m
Band 2	Blue, (0,450-0,515 μm), 30 m
Band 3	Green, (0,525-0,600 μm), 30 m
Band 4	Red, (0,630 – 0,680 μm), 30 m
Band 5	Near – Infrared, (0,845 – 0,885 μm), 30 m
Band 6	SWIR 1, (1,560 – 1,660 μm), 30 m

Band 7	SWIR 2, (2,100 – 2,300 μm), 30 m
Band 8	Pan, (0,500 – 0,680 μm), 15 m
Band 9	Cirrus, (1,360 – 1,390 μm), 30 m
Band 10	LWIR 1, (10,3 – 11,3 μm), 100 m
Band 11	LWIR 2, (11,5 – 12,5 μm), 100 m

Berikut merupakan alur penelitian sebagaimana dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur penelitian

Secara umum, pemetaan mangrove dilakukan dengan menggunakan citra satelit, akan tetapi hal ini sangat tergantung pada tutupan awan yang terjadi di wilayah tersebut, biaya maupun interval waktu yang terbatas. Oleh sebab itu apabila ada beberapa kendala tersebut pada umumnya peneliti menggunakan teknologi UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*). Teknologi UAV yang berada pada ketinggian yang lebih rendah dari awan memungkinkan mendapat data yang tidak tertutup oleh awan dan sesuai waktu yang dibutuhkan saat penelitian [17].



Gambar 3. Sebaran Mangrove dari Landsat 8 OLI

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data dengan digitasi pada perangkat lunak ArcMap menunjukkan luas hutan mangrove Segara Anakan sebesar 12.005 Ha. Sedangkan, luas mangrove di Segara Anakan pada tahun 2013 sebesar 8.000 Ha [18]. Hal itu sebagai salah satu indikasi telah terjadi penambahan luas mangrove sebesar 4.005 Ha dibandingkan tahun sebelumnya. Penambahan luasan mangrove pada Laguna Segara Anakan sejatinya belum diketahui pasti dikarenakan penulis tidak melakukan ground check ke lapangan. Oleh karena itu pihak terkait diharapkan semakin meningkatkan pengawasan dan sosialisasi terkait pentingnya menjaga kelestarian hutan mangrove karena daerah cilacap sangat potensial sekali untuk mengembangkan potensi hutan mangrove di Indonesia. Pada Gambar 3. akan ditunjukkan kondisi sebaran hutan mangrove di Cilacap dengan warna putih pada bulan Mei 2015.

Apabila kita lihat pada google earth pada interval 10 tahunan maka akan terlihat jelas perubahan yang terjadi di wilayah segara



Gambar 4. Kondisi Hutan Mangrove di Segara Anakan Pada Tahun 2015 [30].



Gambar 5. Kondisi Hutan Mangrove di Segara Anakan Pada Tahun 1995

anakan. Perubahan tersebut sangat drastis dimana pada tahun 1995 diwilayah tersebut masih belum ada hutan mangrove yang begitu signifikan baru di tahun 2016 sudah terlihat jelas penambahan luasan hutan mangrove. Distribusi kerapatan sedang teridentifikasi di sepanjang aliran Sungai Donan, Sungai Sapuregel dan Sungai Kembang Kuning dimana kelas kerapatan ini cenderung mendominasi vegetasi mangrove di wilayah Segara Anakan. Distribusi kerapatan rendah relatif sempit dan teridentifikasi di sekitar hulu Sungai Donan (Daerah Tritih) dimana wilayah itu merupakan Muara Sungai Cilacap.

Proses pengendapan sedimen yang intensif menjadi salah satu faktor pembangkit perluasan wilayah kepesisiran. Berdasarkan identifikasi yang dilakukan di muara Sungai Porong menunjukkan bahwa jenis sedimen yang terdeposisi memiliki karakter yang berbeda di setiap wilayah pengendapan yang mampu mempengaruhi pola sedimentasi dan penggunaan lahan ekosistem sekitar wilayah kepesisiran terutama vegetasi mangrove [19].

Hutan mangrove di Segara Anakan dapat tumbuh subur dikarenakan pada wilayah tersebut merupakan muara dari sungai-sungai yang cukup besar, diantaranya Sungai Citanduy, Sungai Cimeneng, Sungai Cibeureum, Sungai Sapu Regel, Sungai Donan dan sebagainya. Oleh karena itu, pertemuan air tawar yang berasal dari sungai-sungai tersebut dan air asin yang berasal dari Samudera Hindia menyebabkan kawasan tersebut sebagai suatu kawasan air payau. Dengan keadaan yang seperti di atas memungkinkan vegetasi mangrove tumbuh dengan subur yang menyebabkan terbentuknya hutan mangrove. Pada area sisi barat ini banyak ditumbuhi spesies *Derris trifoliata* dan *Acanthus ilicifolius* [15]. Pada umumnya pemetaan mangrove juga dilakukan dengan penggunaan citra landsat [20], [21].

Keberadaan Hutan Mangrove sangatlah penting bagi sumberdaya yang ada disekitar perairan. Hal ini dikarenakan pemetaan Hutan Mangrove sebagai upaya untuk mendukung kegiatan monitoring, inventarisasi dan konservasi mangrove dalam skala lokal maupun nasional [22]. Komponen-komponen kerentanan yang mempengaruhi habitat

mangrove adalah kondisi eksposur, sensitivitas dan kemampuan adaptif. Eksposur disebabkan oleh stress yang berkaitan dengan perubahan kondisi iklim dan lingkungan sekitar habitat mangrove. Lingkungan sekitar ini meliputi hidro oseanografi, curah hujan, kenaikan muka air laut. Faktor sensitivitas habitat mangrove direpresentasikan oleh struktur vegetasi, produktivitas, mortalitas, dan dinamika fisik yang terjadi pada area mangrove tersebut [23].

Adanya hutan mangrove dapat digunakan sebagai tempat wisata dengan melakukan dukungan pembiayaan dari beberapa lembaga. Hal ini agar pemanfaatan mangrove dapat berkelanjutan. Kegiatan wisata yang dapat dilakukan di Hutan Mangrove seperti memancing, piknik untuk melakukan perkemahan, dan adapun mengamati pemandangan salah satunya adalah mengamati burung terbang. Adanya berbagai macam spesies mangrove yang dapat mendukung kegiatan ekowisata ditentukan oleh adanya kegiatan utama seperti konservasi dan rehabilitasi [24]. Berkembangnya industri akuakultur seperti udang dan bandeng, produksi arang dan kayu serta pembangunan pantai akan mengurangi sebarang ekosistem hutan mangrove yang ada di Indonesia. Padahal mangrove merupakan ekosistem yang sangat produktif dalam menyediakan berbagai layanan ekosistem termasuk penyimpanan karbon yang sangat besar di seluruh dunia. Jenis mangrove *Rhizophora Apiculata* merupakan jenis mangrove yang banyak menyediakan karbon di dunia [25]. Pada umumnya Hutan mangrove di Pulau Jawa sudah mengalami degradasi secara sistematis terutama dalam pengembangan akuakultur. Hal ini akan berdampak kepada stok karbon yang ada diwilayah tersebut [26], [27].

Hutan mangrove merupakan suatu ekosistem pesisir yang kompleks dan khas yang memiliki daya dukung tinggi bagi kehidupan. Oleh sebab itu kawasan pesisir pantai menjadi bagian yang sangat penting dalam berbagai kegiatan pembangunan dan perekonomian [28]. Oleh sebab itu pentingnya adanya pemetaan mangrove untuk mengetahui kondisi ekologis melalui perhitungan kepadatan vegetasi yang didasarkan pada

perhitungan logaritma dalam model matematika dengan pantulan band sinar tampak dan sinar inframerah [29]

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan dapat diperoleh kesimpulan bahwa sebaran mangrove terkonsentrasi di area sekitar laguna (sisi barat), sepanjang aliran sungai Kembang Kuning (sekitar Pulau Nusakambangan atau sisi selatan), sepanjang aliran sungai Sapuregel (sisi tengah) dan di sepanjang aliran Sungai Donan (sisi timur dan utara). Segara Anakan mempunyai potensi yang cukup besar untuk pelestarian mangrove, terlihat pada tahun 2015 terjadi penambahan sebaran dan luasan mangrove dari tahun-tahun sebelumnya sebesar 12.005 Ha.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sobingah, *Hutan Mangrove Segara Anakan Wisata Bahari*. Cilacap, 2016.
- [2] A. Isdianto, O. M. Luthfi, M. Fikri, M. F. Haykal, and Supriyadi, "Actualize The Coastal Ecosystem Resilience : Determining The Location Of Artificial Reef," *J. Innov. Appl. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 1059–1068, 2020.
- [3] D. Aliviyanti, A. Isdianto, M. A. Asadi, D. K. Saputra, F. D. Kristanti, and M. F. Haykal, "Komposisi dan Kerapatan Mangrove Kawasan Konservasi Taman Wisata Perairan Gugusan Pulau-Pulau Momparang," *Indones. J. Conserv.*, vol. 9, no. 2, pp. 63–67, 2020, doi: 10.15294/ijc.v9i2.26547.
- [4] A. B. Sambah, D. Affandy, O. M. Luthfi, and A. Efani, "Identification and Analysis of Potential Coastal Areas As Basis for Mapping Conservation Areas in the Coastal District of Banyuwangi , East Java," vol. 5, pp. 61–69, 2019.
- [5] S. A. Hussain and R. Badola, "Valuing mangrove benefits: Contribution of mangrove forests to local livelihoods in Bhitarkanika Conservation Area, East Coast of India," *Wetl. Ecol. Manag.*, vol. 18, no. 3, pp. 321–331, 2010, doi: 10.1007/s11273-009-9173-3.
- [6] A. Kurniawan, A. A. Prihanto, S. P. Sari, D. Febriyanti, A. B. Sambah, and E. Asriani, "Isolation and Identification of cellulolytic bacteria from mangrove sediment in Bangka Island Isolation and Identification of cellulolytic bacteria from mangrove sediment in Bangka Island," 2018, doi: 10.1088/1755-1315/137/1/012070.
- [7] P. Danoedoro, *Pengolahan Citra Digital, Teori dan Aplikasinya dalam Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, 1996.
- [8] A. Isdianto, I. M. Asyari, M. F. Haykal, F. Adibah, M. J. Irsyad, and Supriyadi, "Analisis Perubahan Garis Pantai Dalam Mendukung Ketahanan Ekosistem Pesisir," *Jukung J. Tek. Lingkungan.*, vol. 6, no. 2, pp. 168–181, 2020.
- [9] R. Naylor and M. Drew, "Valuing mangrove resources in Kosrae, Micronesia. Environment and Development Economics," vol. 3, no.

- 4, 1998, doi: 10.1017/S1355770X98000242.
- [10] N. H. Tri, W. N. Adger, and P. M. Kelly, "Natural resource management in mitigating climate impacts: The example of mangrove restoration in Vietnam," *Glob. Environ. Chang.*, vol. 8, no. 1, pp. 49–61, 1998, doi: 10.1016/S0959-3780(97)00023-X.
- [11] A. Isdianto et al., "Pantai Kondang Merak: Bertahan Secara Ekosistem Atau Bertumbuh Secara Ekonomi," *J. Educ. Dev. Inst.*, vol. 8, no. 4, pp. 224–232, 2020, [Online]. Available: <https://penerbitdeepublish.com/cara-menulis-daftar-pustaka-dari-website/>.
- [12] H. J. Ruitenbeek, "Modelling economy-ecology linkages in mangroves: economic evidence for promoting conservation in Bintuni Bay, Indonesia," *Ecol. Econ.*, vol. 10, no. 3, pp. 233–247, 1994, doi: 10.1016/0921-8009(94)90111-2.
- [13] P. Lal, "Economic valuation of mangroves and decision-making in the Pacific," *Ocean Coast. Manag.*, vol. 46, no. 9–10, pp. 823–844, 2003, doi: 10.1016/S0964-5691(03)00062-0.
- [14] Google Image, "http://www.google.com," 2017. .
- [15] Asriningrum, *Analisis Sebaran Dan Kerapatan Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 Di Segara Anakan, Cilacap*. Jakarta: LAPAN, 2014.
- [16] NASA, "Landsat Data Continuity Mission Brochure," 2010. .
- [17] A. Darmawan, D. K. Saputra, M. A. Asadi, and I. W. G. A. Karang, "UAV application for site suitability mangrove replantation program, case study in Pasuruan and Probolinggo, East Java," *E3S Web Conf.*, vol. 153, pp. 1–8, 2020, doi: 10.1051/e3sconf/202015301009.
- [18] E. R. Ardi, "Ekosistem Mangrove Segara Anakan," 2013.
- [19] A. K. N. Fitriani, "Kajian Karakteristik Sedimen Di Muara Sungai Porong, Sidoarjo Terhadap Perkembangan Ekosistem Mangrove," *J. Bumi Indones.*, vol. 4, no. 1, 2015.
- [20] H. J. D. Wass and B. Nababan, "Pemetaan Dan Analisis Index Vegetasi Mangrove Di Pulau Saparua, Maluku Tengah," *E-Jurnal Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.*, vol. 2, no. 1, pp. 50–58, 2010.
- [21] T. . Lillesand and W. R. Kiefer, *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1997.
- [22] A. Rahmatullah, L. Fudloly, M. Arif, Z. Fuad, and A. D. Purwanto, "DEPIK Perubahan sebaran dan kerapatan hutan mangrove di Pesisir Pantai Bama , Taman Nasional Baluran menggunakan citra satelit SPOT 4 dan SPOT 6 Changes in distribution and density of mangrove forests in Coastal Waters of Bama , Baluran National Park usin," vol. 9, no. April, pp. 184–192, 2020, doi: 10.13170/depik.9.2.14494.
- [23] D. Saputra, B. Semedi, A. Darmawan, and O. M. Luthfi, "Habitat Management Based on Mangrove Sensitivity Assesment in Tulungagung Coastal Area," *ECSOFiM J. Econ. Soc. Fish. Mar.*, vol. 7, no. 2, pp. 258–257, 2020, doi: 10.21776/ub.ecsofim.2020.007.02.11.
- [24] Sukuryadi, N. Harahab, M. Primyastanto, and B. Semedi, "Analysis of suitability and carrying capacity of mangrove ecosystem for ecotourism in Lembar Village, West Lombok District, Indonesia," *Biodiversitas*, vol. 21, no. 2, pp. 596–604, 2020, doi: 10.13057/biodiv/d210222.
- [25] M. A. Asadi, G. Guntur, A. B. Ricky, P. Novianti, and I. Andik, "Mangrove Ecosystem C-stocks of Lamongan, Indonesia and Its Correlation with Forest Age," *Res. J. Chem. Environ.*, vol. 21, no. 8, pp. 1–9, 2017.
- [26] M. A. Asadi, D. Yona, and S. E. Saputro, "Species Diversity, Biomass, and Carbon Stock Assessments of Mangrove Forest in Labuhan, Indonesia," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 151, no. 1, 2018,

- doi: 10.1088/1755-1315/151/1/012009.
- [27] M. A. Asadi and G. S. Pambudi, "Diversity and biomass of mangrove forest within Baluran National park, Indonesia," *AACL Bioflux*, vol. 13, no. 1, pp. 19–27, 2020.
- [28] N. Harahab, A. B. Sambah, and M. Mahmudi, "Prediksi Kelayakan Usaha Dalam Pemanfaatan Wilayah Di Ekosistem Hutan Mangrove Nuddin Harahab , Abu Bakar Sambah , Mohammad Mahmudi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya The Prediction Of The Feasibility In The Use Region In Mangrove," *J. Ilmu Sos.*, vol. 23, no. 1, pp. 1–10, 2011.
- [29] F. F. Muhsoni, A. B. Sambah, M. Mahmudi, and D. G. R. Wiadnya, "Comparison Of Different Vegetation Indices For Assessing Mangrove Density Using Sentinel-2 Imagery," *Int. J. GEOMATE*, vol. 14, no. 45, pp. 42–51, 2018, doi: 10.21660/2018.45.7177.
- [30] L. W. Pratama and A. Isdianto, "Pemetaan Kerapatan Hutan Mangrove Di Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah Menggunakan Citra Landsat 8 Di Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional (Lapan), Jakarta," *J. Floratek*, vol. 12, no. 1, pp. 57–61, 2017, doi: 10.24815/floratek.v12i1.7638.