

# Kompleksitas Perubahan Hutan Mangrove Pada Kawasan Pesisir Kedungsepur

W. Widjonarko<sup>1</sup>, S. Rahayu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro, Indonesia

## Article Info:

Received: 16 November 2025

Accepted: 24 November 2025

Available Online: 06 January 2026

## Keywords:

Mangrove forest, coastal areas, Kedungsepur

## Corresponding Author:

Widjonarko

Diponegoro University,

Semarang, Indonesia

Email:

[widjonarko@lecturer.undip.ac.id](mailto:widjonarko@lecturer.undip.ac.id)

**Abstract:** Mangrove forests in the coastal area of the Kedungsepur National Strategic Area play a crucial role in ecosystem services in coastal areas. Mangrove forests support the provisioning ecosystem services, regulating ecosystem services, supporting ecosystem services, and cultural ecosystem services. However, with the development of human activity systems and environmental changes, the existence of mangrove forests in coastal areas has been disrupted, resulting in changes in their spatial patterns. Changes in the area of mangrove forests in the Kedungsepur coast have placed significant pressure on regulatory ecosystem services, particularly protection from coastal erosion and tidal flooding, pressure on food supply ecosystem services, and cultural ecosystem services, namely the provision of adequate housing for coastal communities..

Copyright © 2025 JTPWK-UNDIP

This open access article is distributed under a

Creative Commons Attribution (CC-BY-NC-SA) 4.0 International license.

## How to cite (APA 6th Style):

Widjonarko, W., & Rahayu, S. (2025). Kompleksitas Perubahan Hutan Mangrove Pada Kawasan Pesisir Kedungsepur. *Jurnal Teknik PWK (Perencanaan Wilayah Dan Kota)*, 14(3), 105–115.

## 1. PENDAHULUAN

Wilayah pesisir yang merupakan wilayah peralihan antara ekosistem darat dan ekosistem laut yang dipengaruhi oleh perubahan lingkungan di darat seperti sedimentasi, aliran air tawar, dan bagian daeratan masih dipengaruhi oleh aktivitas lautan berupa peristiwa pasang surut, intrusi air asin, dan juga angin laut (Yonvitner et al., 2019). Berdasarkan pada UU No 27 tahun 2007 wilayah pesisir sebagai wilayah peralihan antara ekosistem laut dan ekosistem daratan ditentukan berdasarkan jarak 12 mil ke arah perairan dan ke arah daratan. Meskipun undang-undang 27/2007 menetapkan terminologi kawasan pesisir berbasis pada jarak, tetapi hingga saat ini masih terdapat perbedaan sudut pandang para ahli tentang terminologi kawasan pesisir. Kawasan pesisir merupakan wilayah yang memiliki dua batasan yaitu batas yang sejajar pantai, dan tegak lurus pantai. Defisini tersebut belum memberikan batasan tegas terkait jarak batas tegak lurus terhadap garis pantai (Dahuri, 2001). Sedangkan Djunaedi et al mendeskripsikan kawasan pesisir sebagai kawasan yang kompleks yang mengagregasikan antara komponen biotik dan komponen abiotik yang saling terintegrasi dan berinteraksi, memiliki tingkat kerentanan yang tinggi (Djunaedi, 2002).

Kawasan pesisir merupakan sebuah ekosistem yang kompleks, dan memiliki peran penting secara ekonomi, ekologi, dan sosial. Sebagai sebuah sistem yang kompleks kawasan pesisir terdiri atas komponen-komponen pembentuk yang bersifat biotik maupun abiotik. Komponen biotik pada kawasan pesisir antara lain manusia, flora, dan fauna yang terdapat pada kawasan pesisir. Sedangkan komponen abiotik mencakup perairan laut, rawa, lahan pesisir. Keberadaan komponen-komponen tersebut memberikan kontribusi besar kepada kemampuan kawasan pesisir pada pengaturan iklim dan penyerapan polutan, terutama penyerapan terhadap karbon sebagaimana hasil penelitian di pesisir Bangladesh (Sarker et al., 2024), dan penelitian Oliverira et al di pesisir Brasil (Oliveira et al.,

2022). Meskipun memiliki peran ekologis yang strategis, sayangnya kawasan pesisir memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap dinamika perubahan lingkungan. Ancaman abrasi, peningkatan muka air laut, intrusi air asin, penurunan muka tanah, dan perubahan tutupan lahan menjadi faktor determinan yang mempengaruhi kemampuan wilayah pesisir sebagai kawasan penting dalam pengaturan iklim mikro, penyerapan polusi, dan penyediaan plasma nutfah.

Berbagai fakta empirik hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tekanan perubahan lingkungan pada kawasan pesisir semakin tinggi seiring dengan fenomena perubahan iklim yang menyebabkan peningkatan muka air laut global hingga 2,6 mm per tahun (Nicholls et al., 2021). Peningkatan muka air laut menyebabkan ancaman rob, dan peningkatan salinasi air payau pada kawasan pesisir sebagai habitat utama Mangrove sehingga mengancam eksistensi tumbuhan Mangrove, sebagaimana hasil penelitian sebelumnya (Ward et al., 2016; Zhao et al., 2020). Perubahan iklim mikro pada kawasan pesisir yang menyebabkan peningkatan evaporasi, dan rob yang menyebabkan peningkatan salinitas air juga memberikan ancaman serius pada ekosistem Mangrove. Penelitian di pesisir China memberikan bukti empirik ancaman peningkatan salinitas kawasan pesisir terhadap ekosistem Mangrove maupun vegetasi pada kawasan pesisir (Zheng et al., 2022).

Ancaman terhadap eksistensi kawasan Mangrove di kawasan pesisir Indonesia juga semakin tinggi. Penelitian di Segara Anakan, Cilacap menunjukkan perubahan yang signifikan keberadaan hutan Mangrove pada kawasan Segara Anakan. Perubahan ini dipicu oleh sedimentasi yang tinggi dan aktivitas manusia yang mengkonversi hutan mangrove menjadi area persawahan (Supriatna et al., 2018). Kondisi yang sama terjadi di Alas Purwo, Banyuwangi, yang memanfaatkan citra landsat menemukan penurunan luas hutan Mangrove pada kawasan Alas Purwo hingga 14,6km<sup>2</sup> selama periode 2009 hingga 2020, tekanan aktivitas pariwisata menjadi penyebab utama penurunan luas mangrove (Utomo et al., 2021). Penurunan luas mangrove akibat aktivitas manusia juga terjadi di Sumatera Utara, Kalimantan Utara, dan Sulawesi Selatan yang menemukan terjadinya penurunan luas hutan mangrove yang sangat luas dalam tiga puluh tahun terakhir (1991-2021) yang dipicu oleh penebangan untuk kegiatan budidaya perikanan (Dimiyati et al., 2023).

Berkurangnya luasan hutan Mangrove memberikan dampak penting bagi wilayah sekitar. Penelitian pada kawasan Segara Anakan membuktikan dampak penting perubahan kawasan hutan Mangrove terhadap lingkungan, dan kondisi sosial ekonomi masyarakat di Kawasan Laguna Segara Anakan, Cilacap. Kerusakan hutan Mangrove menyebabkan terganggunya siklus nutrisi dan terganggunya fungsi pemijahan pada kawasan Segara Anakan (Nordhaus et al., 2019). Dampak kerusakan hutan mangrove terhadap penurunan fungsi jasa ekosistem juga terjadi di Kota Semarang dan Kabupaten Demak. Kerusakan hutan Mangrove menyebabkan rob yang semakin meluas (Utami et al., 2021) dan menurunnya kualitas air yang ditandai dengan peningkatan kadar material terlarut dan salinitas pada perairan pesisir (Putri et al., 2023; Sari & Soeprbowati, 2021).

Berdasarkan pada hasil penelitian sebelumnya terlihat jelas peran strategis hutan mangrove terhadap perlindungan wilayah pesisir dari ancaman rob, dan penurunan kualitas air. Perubahan kualitas air pada pesisir tentu akan berimbas pada kemampuan wilayah pesisir dalam menyediakan fungsi jasa ekosistem penyediaan, khususnya pangan. Untuk memberikan gambaran secara menyeluruh kompleksitas dampak dari kerusakan hutan mangrove pada pesisir kawasan Kedungsepur, maka dilakukan permodelan kausalitas. Permodelan ini dapat memberikan gambaran utuh keterkaitan antar komponen pada ekosistem pesisir dan dampaknya terhadap fungsi jasa ekosistem.

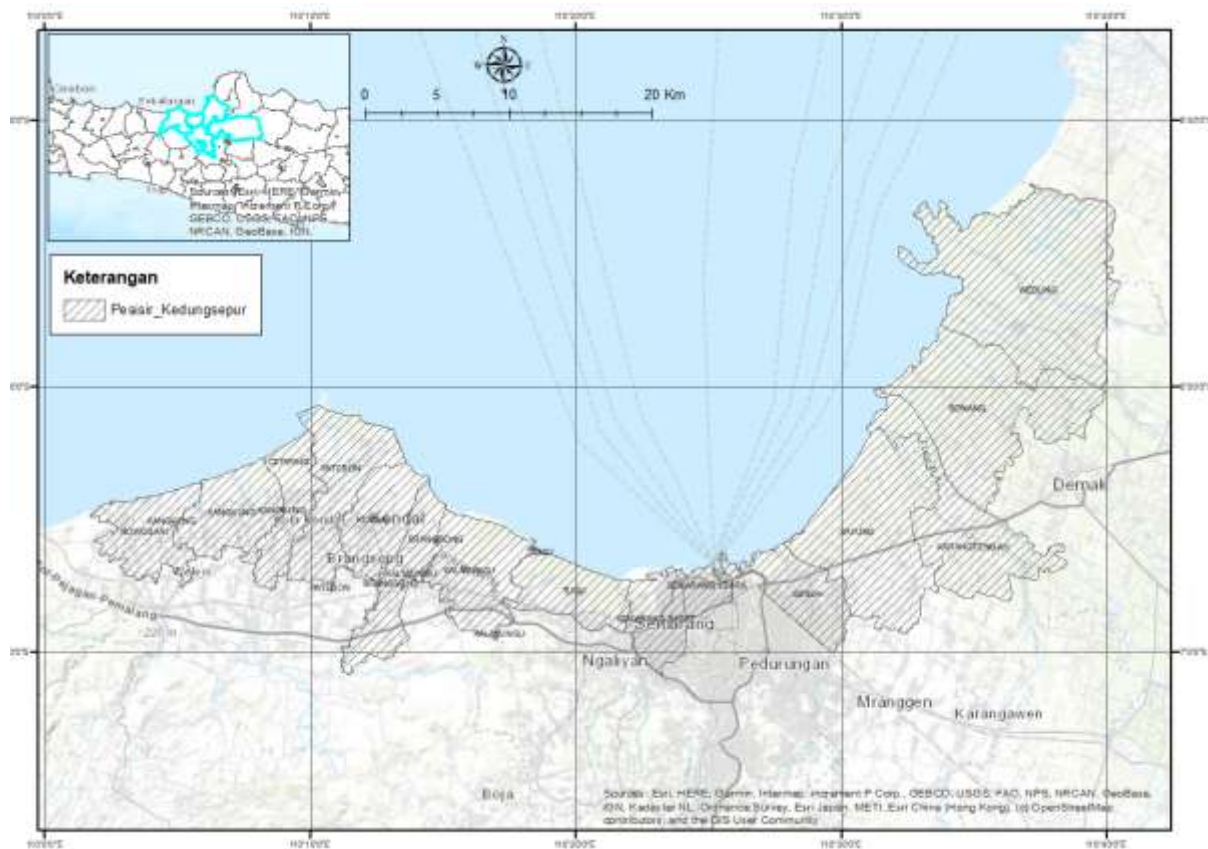
## 2. DATA DAN METODE

### 2.1. Lokasi

Penelitian kompleksitas perubahan hutan mangrove terhadap jasa ekosistem dilaksanakan pada wilayah pesisir Kawasan Strategis Nasional Kedungsepur. Pemilihan ini didasari pada tingginya tekanan ekologi pada wilayah pesisir Kedungsepur yang menyebabkan tekanan terhadap sistem sosial

dan sistem lingkungan. Gambaran lebih lengkap kawasan pesisir Kedungsepur dapat diikuti pada gambar 1.

**Gambar 1.** Kawasan Pesisir KSN Kedungsepur



## 2.2. Data dan Metode

Penelitian ini menggunakan kuantitatif berupa sebaran penduduk, dan data kualitatif berupa tipe dan jenis jasa ekosistem pada wilayah Kedungsepur yang terkait dengan fungsi ekosistem mangrove. Metode pengumpulan data menggunakan metode pengumpulan data sekunder melalui studi pustaka. Metode analisis yang digunakan adalah analisis kualitatif menggunakan diagram simpal kausal.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Kawasan Kedungsepur

Kawasan Kedungsepur merupakan kawasan strategis nasional dalam perspektif kepentingan ekonomi nasional. Kawasan Kedungsepur ditetapkan sebagai kawasan strategis nasional berdasarkan pada Peraturan Pemerintah No 26 Tahun 2007 tentang Rencana Tata Ruang Nasional, dan Peraturan Pemerintah (PP) 13 Tahun 2017 tentang Perubahan atas PP no 26 Tahun 2007. Secara administratif kawasan Kedungsepur merupakan aglomerasi dari 7 daerah otonom di sekitar Kota Semarang yang meliputi Kota Semarang sebagai pusat kawasan, Kabupaten Kendal, Kabupaten Demak, Kabupaten Semarang, Kabupaten Grobogan, dan Kota Salatiga sebagai wilayah penyangga.

Sebagai kawasan strategis nasional kepentingan ekonomi, perkembangan Kawasan Kedungsepur cukup pesat, hal ini ditandai dengan perkembangan berbagai aktivitas ekonomi pada tiap wilayah. Perkembangan aktivitas ekonomi pada wilayah Kedungsepur cukup merata, tidak hanya terkonsentrasi pada wilayah Kota Semarang tetapi menyebar ke seluruh daerah otonom di sekitar Kota Semarang.

Perkembangan aktivitas ekonomi tentu menyebabkan perubahan lingkungan akibat pertambahan penduduk, dan juga permintaan lahan untuk mewadahi berbagai aktivitas ekonomi.

Salah satu kawasan yang mengalami perkembangan yang cukup pesat adalah wilayah pesisir pada kawasan Kedungsepur. Kawasan pesisir Kedungsepur membentang dari Kecamatan Rowosati di sisi barat Kabupaten Kendal, dan Kecamatan Timur di sisi timur laut Kabupaten Demak. Kawasan pesisir Kedungsepur merupakan konsentrasi utama aktivitas industri dan permukiman perkotaan pada wilayah Pantai Utara Jawa Tengah. Perkembangan yang masif dari aktivitas industri dan permukiman perkotaan memberikan tekanan ekologi pada ekosistem pesisir, salah satunya adalah tekanan terhadap ekosistem hutan mangrove.

Berdasarkan hasil pengamatan terdapat beberapa kawasan industri pada kawasan pesisir Kedungsepur antara lain Kawasan Industri Kaliwungu (Kecamatan Kaliwungu), Kawasan Industri Tugu Wijaya Kusuma (Kecamatan Tugu), Kawasan Industri Terboyo (Kecamatan Genuk), dan beberapa kegiatan industri yang berada di sepanjang jalan nasional Semarang-Demak (Kecamatan Sayung). Selain keberadaan aktivitas industri terdapat pula kegiatan ekonomi lainnya yang memiliki potensi dampak lingkungan, antara lain kegiatan pelabuhan Tanjung Emas, Bandara Ahmad Yani di Semarang Barat, dan Pelabuhan Penyeberang Kendal. Keberadaan aktivitas ekonomi penting menjadikan kawasan pesisir menjadi pusat permukiman di Kedungsepur, setidaknya 20% penduduk kawasan Kedungsepur berada pada wilayah pesisir. Kondisi ini tentu akan memberikan tekanan terhadap ekosistem pada wilayah pesisir Kedungsepur.

**Gambar 2.** Sebaran Aktivitas Utama Kegiatan Ekonomi di Kawasan Pesisir KSN Kedungsepur



### Dinamika Hutan Mangrove Pada Kawasan Pesisir Kedungsepur

Perubahan tutupan lahan tidak hanya terjadi pada area pedalaman Kedungsepur, tetapi juga pada area pesisir di wilayah kedungsepur. Perubahan tutupan lahan pada wilayah pesisir Kedungsepur dipicu oleh dua faktor utama yaitu faktor manusia, dan faktor alam. Faktor manusia yang melakukan eksploitasi kawasan pesisir sebagai tambak, kegiatan industri, dan permukiman menyebabkan berkurangnya luasan hutan Mangrove di pesisir Kedungsepur. Sedangkan faktor alam adalah peristiwa abrasi, penurunan muka tanah, peningkatan muka air laut yang menyebabkan semakin meluasnya genangan ke arah daratan. Kondisi ini menyebabkan beberapa tutupan lahan sawah berubah menjadi tubuh air.



Proses identifikasi tanaman mangrove pada pesisir Kedungsepur menggunakan metode indeks vegetasi mangrove. Metode indeks ini membandingkan selisih kanal gelombang pendek infra merah terhadap kanal hijau dibandingkan dengan selisih kanal inframerah dekat dengan kanal warna hijau [61, 62]. Sedangkan untuk mengetahui tingkat kesehatan Mangrove digunakan indeks perbedaan vegetasi yang dinormalkan (Rhyma et al., 2020; Winarso et al., 2023). Metode-metode tersebut sudah banyak digunakan dalam penelitian untuk identifikasi kawasan mangrove dan juga tingkat kesehatan mangrove pada berbagai kawasan pesisir di dunia.

Kondisi hutan mangrove pada kawasan pesisir Kedungsepur pada 2003 memiliki pola yang acak, dan hanya sedikit kumpulan mangrove yang besar. Area hutan mangrove yang masih cukup luas berada di Kecamatan Wedung di sisi timur pesisir Kedungsepur. Adapun gambaran lebih jelas pola distribusi mangrove pada 2003 dapat diikuti pada gambar 3.

**Gambar 3.** Sebaran Mangrove Pada Pesisir Kedungsepur 2003 (Analisis, 2024)

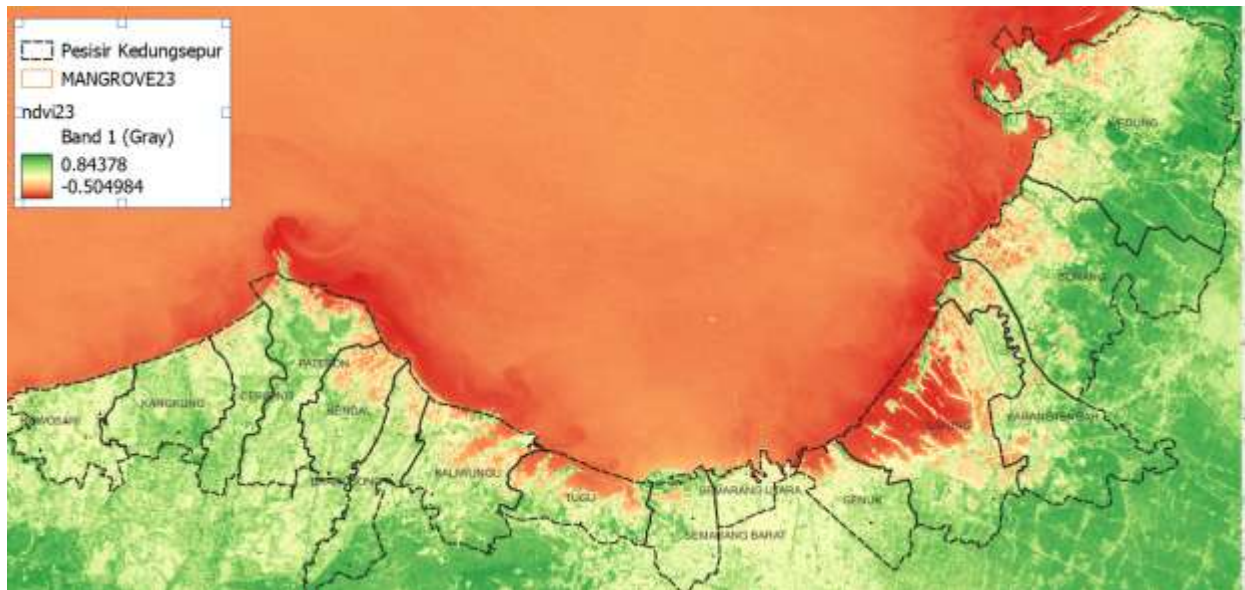


Luas hutan mangrove yang dapat terdeteksi melalui citra resolusi menengah Landsat 7ETM+ seluas 660 Ha yang tersebar dari sisi barat hingga sisi timur. Populasi mangrove terluas terdapat di Kecamatan Wedung dengan total luas 325 Ha atau lebih kurang 50% dari ekosistem mangrove di pesisir Kedungsepur berada di Kecamatan Wedung. Kondisi kesehatan hutan mangrove pada 2003 tergolong rendah dengan nilai NDVI < 0.5. Hal ini menunjukkan bahwa tumbuhan tidak dapat berfotosintesis sempurna. Ketidakmampuan untuk berfotosintesis secara sempurna dipicu oleh kualitas air yang mampu menopang tumbuh kembangnya mangrove di pesisir mengalami penurunan. Tidak sehatnya tanaman mangrove pasti akan berimbas kepada kemampuan untuk menyediakan jasa ekosistem pada kawasan pesisir, kemampuan untuk pengaturan iklim mikro akan berkurang, karena kemampuan tanaman untuk menyerap karbon menurun akibat kesehatan tanaman yang juga menurun. Akibat lainnya tentu akan berimbas pada temperatur permukaan air laut di sekitar populasi hutan mangrove yang lebih tinggi akibat



Tingkat kesehatan hutan mangrove pada pesisir Kedungsepur pada 2023 mengalami peningkatan yang berarti, apabila pada tahun 2003 rerata nilai NDVI < 0,5 maka pada tahun 2023 rerata nilai NDVI kawasan hutan mangrove di pesisir Kedungsepur sudah mencapai 0,76 (gambar 6), atau masuk kategori tanaman mangrove yang sehat.

**Gambar 6.** Nilai NDVI Pada Kawasan Pesisir Kedungsepur 2023 (Analisis, 2024)



Nilai NDVI tertinggi terdapat pada kawasan mangrove di Kecamatan Wedung yang notabene lingkungan masih terjaga dari tekanan aktivitas manusia. Sedangkan nilai NDVI kawasan hutan mangrove di sekitar Genuk-Sayung juga mengalami peningkatan menjadi 0,52 dan sudah masuk dalam kategori pepohonan yang sehat, karena proses fotosintesis tumbuhan berlangsung secara optimal. Sedangkan kondisi kesehatan tumbuhan mangrove pada pesisir Kendal secara umum belum menunjukkan perbaikan kualitas hutan mangrove. Nilai NDVI pada tanaman mangrove pada wilayah Kendal masih dibawah 0,5 atau masuk dalam kategori tanaman dengan tingkat kesehatan menengah. Hasil penilaian NDVI pada kawasan mangrove di pesisir Kedungsepur dengan menggunakan Citra Landsat 8 OLI-TIRS masih sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Safitri *et al* pada 2013, serta Susilo dan Sanjoto pada 2022 yang menemukan kondisi mangrove di Kecamatan Genuk masuk kategori sehat dengan tingkat kepadatan pada area populasi mangrove secara rerata sedang (Safitri *et al.*, 2023; Susilo & Sanjoto, 2022).

Meningkatnya kualitas tanaman mangrove pada wilayah pesisir Kedungsepur tidak terlepas dari upaya pemerintah dan masyarakat di Semarang untuk melakukan perbaikan ekosistem mangrove, dan kesehatan air pada sekitar hutan yang membaik yang kemungkinan disebabkan pasokan air tawar dari sistem sungai yang bermuara ke arah Wedung, Genuk, Tugu. Membaiknya perairan di pesisir juga dimungkinkan oleh semakin membaiknya pengolahan limbah industri di sekitar Genuk, dan juga semakin membaiknya pengolahan limbah domestik, sehingga air limbah yang mengancam kesehatan tanaman mangrove sudah berkurang ancamannya. Disatu sisi perubahan kondisi kesehatan mangrove sangat mengembarikan, tetapi disisi lain berkurangnya luas ekosistem mangrove menjadi satu keprihatian tersendiri. Kerusakan hutan mangrove akan menjadi ancaman serius pada ekosistem pesisir.

### **Model Simpal Kausal Kompleksitas Jasa Ekosistem Pada Kawasan Pesisir Kedungsepur**

Model adalah suatu upaya untuk menggambarkan keadaan dunia nyata dalam bentuk yang lebih mudah dipahami oleh setiap orang. Upaya untuk menjelaskan secara sederhana dapat dilakukan melalui model matematis, model grafis, model keandalan, model prosedural (Jennerjahn *et al.*, 2022). Model dampak perubahan hutan mangrove pada kawasan pesisir Kedungsepur merupakan sebuah upaya untuk memberikan gambaran yang lebih mudah dipahami terkait kompleksitas dampak dari perubahan hutan



mangrove terhadap jasa ekosistem di kawasan pesisir. Pengembangan model dalam kajian ini masih bersifat konseptual dan menggunakan permodelan secara grafis. Model yang akan dikembangkan adalah model simpal kausal yang diharapkan akan mampu menjelaskan hubungan dan pengaruh dari setiap perubahan komponen pada ekosistem mangrove, khususnya perubahan hutan mangrove terhadap jasa ekosistem. Model konseptual ini merupakan elaborasi dari dinamika spatio temporal kawasan hutan mangrove di pesisir Kedungsepur dari periode 2003 hingga 2023 yang cenderung mengalami pengurangan luasan. Konsekuensi dari penurunan luasan maka akan berimbas terhadap kemampuan jasa ekosistem penyediaan, pengaturan, budaya, dan pendukung yang dimiliki oleh ekosistem mangrove di pesisir Kedungsepur.

Hutan mangrove sebagai salah satu komponen dalam ekosistem kawasan pesisir memiliki peran strategis terhadap fungsi jasa lingkungan hidup pada kawasan pesisir. Sebagai bagian dari sebuah sistem yang terbuka keadaan hutan mangrove sangat dipengaruhi oleh berbagai dinamika yang terjadi di sekitarnya, baik dinamika pada kawasan pesisir, maupun dinamika pada kawasan pedalaman. Sebagaimana diuraikan pada bagian-bagian sebelumnya perubahan lingkungan di sekitar kawasan pesisir maupun pada kawasan pedalaman akan mempengaruhi keadaan komponen-komponen lingkungan di kawasan pesisir. Sebagaimana diketahui ekosistem mangrove memiliki empat tipe jasa ekosistem yang sangat berguna bagi manusia, yang mencakup jasa ekosistem penyediaan, jasa ekosistem pengaturan, jasa ekosistem pendukung, dan jasa ekosistem budaya (Mitra, 2020).

Fungsi jasa ekosistem mangrove, dalam hal ini jasa ekosistem penyediaan pangan (ikan, buah), penyediaan serat dan kayu, penyediaan bahan obat herbal akan terpengaruh langsung oleh peristiwa deforestasi yang disebabkan oleh aktivitas manusia untuk pengembangan permukiman ataupun kegiatan pembangunan lainnya. Kemampuan jasa ekosistem penyediaan akan menurun seiring dengan laju kerusakan (deforestasi) mangrove, hal ini tidak terlepas dari fungsi jasa ekosistem penyediaan yang merupakan fungsi dari luasan hutan, dan kesehatan tanaman mangrove. Upaya untuk mengurangi potensi menurunnya jasa ekosistem penyediaan dapat dilakukan melalui serangkaian kebijakan pembangunan pesisir yang ramah lingkungan, dan upaya tindakan reforestasi hutan mangrove, kegiatan budidaya akuakultur yang ramah terhadap mangrove, dan rekayasa pengembangan aktivitas pada pesisir yang lebih ramah terhadap habitat mangrove.

Dari aspek jasa ekosistem pengaturan, perubahan hutan mangrove mengancam fungsi pengaturan untuk perlindungan pesisir dari bahaya abrasi, Tsunami, dan gelombang pasang. Berkurangnya luasan hutan mangrove akan mengurangi kemampuannya untuk menahan abrasi maupun gelombang pasang, yang menyebabkan kerusakan pantai, dan merugikan manusia dengan segala aktivitasnya, sebaliknya apabila hutan mangrove terjaga dan semakin tebal lapisannya akibat proses reboisasi maupun upaya konservasi, maka kemampuan untuk perlindungan pesisir dari bahaya akan meningkat, demikian pula untuk fungsi penyerapan karbon. Ekosistem mangrove memiliki kemampuan tinggi untuk menyerap karbon apabila luas tutupan mangrove terjaga dengan ketebalan lapisan yang mencukupi, sebagaimana hasil penelitian di beberapa ekosistem mangrove pada pesisir tropis (Ali et al., 2025; Alongi, 2015) dan ekosistem mangrove di pesisir Bedono (Putri et al., 2023).

Kapasitas mangrove terhadap jasa ekosistem pendukung juga sangat dipengaruhi oleh luas tutupan hutan dan kesehatan mangrove. Laju deforestasi yang tinggi menyebabkan berkurangnya hutan mangrove secara berarti, dan mengancam keberadaan ekosistem mangrove sebagai pendukung kelangsungan hidup biota laut. Keberadaan hutan mangrove yang baik akan menghasilkan serasah yang akan menjadi nutrisi bagi biota laut yang melakukan pembesaran di ekosistem mangrove, sedangkan akar-akar mangrove akan menjadi tempat pemijahan bagi biota laut. Kerusakan mangrove otomatis akan mengancam proses perkembangbiakan biota laut dan akan mengancam kemampuan penyediaan pangan.

Sedangkan dari aspek jasa ekosistem budaya, kerusakan hutan mangrove akan mengurangi fungsi estetika kawasan, dan juga kualitas lingkungan pesisir, sehingga akan mengancam potensi pengembangan perekonomian berbasis pariwisata alam di kawasan pesisir. Kerusakan hutan mangrove juga berpotensi mengurangi peluang untuk pengembangan pariwisata pendidikan yang akan sangat berguna bagi asupan pengetahuan bagi para pihak agar memiliki komitmen dalam menjaga ekosistem hutan mangrove. Secara





- Alongi, D. M. (2015). The Impact of Climate Change on Mangrove Forests. *Current Climate Change Reports*, 1(1), 30–39. <https://doi.org/10.1007/s40641-015-0002-x>
- Dahuri, R. (2001). Pengelolaan sumber daya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu. In *Pengelolaan sumber daya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu*.
- Dimiyati, M., Umarhadi, D. A., Jamaluddin, I., Awanda, D. & Widyatmanti, W. (2023). Mangrove monitoring revealed by MDPRePost-Net using archived Landsat imageries. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 32, 101041.
- Djunaedi, A. (2002). Perencanaan pengembangan kawasan pesisir. *Jurnal Teknologi Lingkungan BPPT*, 3(3), 146598.
- Jennerjahn, T. C., Ardli, E. R., Boy, J., Heyde, J., Lukas, M. C., Nordhaus, I., Sastranegara, M. H., Máñez, K. S. & Yuwono, E. (2022). 7 - *Mangrove ecosystems under threat in Indonesia: the Segara Anakan Lagoon, Java, and other examples* (T. C. Jennerjahn, T. Rixen, H. E. Irianto, & J. B. T.-S. for the P. of I. C. E. (SPICE) Samiaji (eds.); pp. 251–284). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815050-4.00004-3>
- Mitra, A. (2020). *Ecosystem Services of Mangroves: An Overview BT - Mangrove Forests in India: Exploring Ecosystem Services* (A. Mitra (ed.); pp. 1–32). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-20595-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20595-9_1)
- Nicholls, R. J., Lincke, D., Hinkel, J., Brown, S., Vafeidis, A. T., Meyssignac, B., Hanson, S. E., Merkens, J.-L. & Fang, J. (2021). A global analysis of subsidence, relative sea-level change and coastal flood exposure. *Nature Climate Change*, 11(4), 338–342. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-00993-z>
- Nordhaus, I., Toben, M., Fauziyah, A. & et al. (2019). Impact of deforestation on mangrove tree diversity, biomass and community dynamics in the Segara Anakan lagoon, Java, Indonesia: A ten-year perspective. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 227, 106300.
- Oliveira, B. M., Boumans, R., Fath, B. D. & Harari, J. (2022). Socio-ecological systems modelling of coastal urban area under a changing climate – Case study for Ubatuba, Brazil. *Ecological Modelling*, 468, 109953. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2022.109953>
- Putri, A., Soeprbowati, T., Jumari, J., Hidayat, J. & Muhammad, F. (2023). Spasio-Temporal Kualitas Air dan Indeks Pencemaran pada Kawasan Mangrove di Desa Bedono, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22, 279–288. <https://doi.org/10.14710/jil.22.2.279-288>
- Rhyma, P. P., Norizah, K., Hamdan, O., Faridah-Hanum, I. & Zulfa, A. W. (2020). Integration of normalised different vegetation index and Soil-Adjusted Vegetation Index for mangrove vegetation delineation. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 17, 100280. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.100280>
- Safitri, F., Adrianto, L. & Nurjaya, I. W. (2023). Pemetaan Kerapatan Ekosistem Mangrove Menggunakan Analisis Normalized Difference Vegetation Index di Pesisir Kota Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i2.18173>
- Sari, K. & Soeprbowati, T. R. (2021). The impact of water quality deterioration in mangrove forest in semarang coastal area. *Indonesian Journal of Limnology*, 2(2), 37–48.
- Sarker, S., Krug, L. A., Islam, K. M., Basak, S. C., Huda, A. N. M. S., Hossain, M. S., Das, N., Riya, S. C., Liyana, E. & Chowdhury, G. W. (2024). An integrated coastal ecosystem monitoring strategy: Pilot case in Naf-Saint Martin Peninsula, Bangladesh. *Science of The Total Environment*, 913, 169718. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169718>
- Supriatna, S., Purwadhi, S. H., Purwanto, A. D. & et al. (2018). The spatial dynamics model of mangrove forest changes in Segara Anakan, Cilacap. *AIP Conference Proceedings*, 2023(1), 20189.
- Susilo, B. A. & Sanjoto, T. B. (2022). Analisis Spasial Kerapatan Tajuk Mangrove Kota Semarang Tahun 2021 menggunakan Indeks Vegetasi MRE–SR pada Citra Sentinel 2A. *Geo-Image Journal*, 11(1), 14–26.
- Utami, W., Wibowo, Y. A., Hadi, A. H. & Permadi, F. B. (2021). The impact of mangrove damage on tidal flooding in the subdistrict of Tugu, Semarang, Central Java. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 9(1), 3093–3105. <https://doi.org/https://doi.org/10.15243/jdmlm.2021.091.3093>
- Utomo, D. P., Handayani, T., Susiloningtyas, D. & Mansessa, M. D. M. (2021). The spatial dynamics of mangrove forest in the Alas Purwo Banyuwangi National Park marine tourism area using remote

- sensing images. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 771(1), 12012.
- Ward, R. D., Friess, D. A., Day, R. H. & Mackenzie, R. A. (2016). Impacts of climate change on mangrove ecosystems: a region by region overview. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2(4), e01211. <https://doi.org/10.1002/ehs2.1211>
- Winarso, G., Rosid, M. S., Kamal, M., Asriningrum, W., Margules, C. & Supriatna, J. (2023). Comparison of Mangrove Index (MI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for the detection of degraded mangroves in Alas Purwo Banyuwangi and Segara Anakan Cilacap, Indonesia. *Ecological Engineering*, 197, 107119. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2023.107119>
- Yonvitner, H. A. S., Yuliana, E. & et al. (2019). Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut. *Pengelolaan Wilayah Pesisir Dan Laut (2nd Ed.)*. Universitas Terbuka. [https://Pustaka. Ut. Ac. Id/Lib/Mmpi5104-Pengelolaan-Wilayah-Pesisir-Dan-Laut-Edisi-2](https://Pustaka.Ut.Ac.Id/Lib/Mmpi5104-Pengelolaan-Wilayah-Pesisir-Dan-Laut-Edisi-2).
- Zhao, X., Rivera-Monroy, V. H., Wang, H., Xue, Z. G., Tsai, C.-F., Willson, C. S., Castañeda-Moya, E. & Twilley, R. R. (2020). Modeling soil porewater salinity in mangrove forests (Everglades, Florida, USA) impacted by hydrological restoration and a warming climate. *Ecological Modelling*, 436, 109292. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109292>
- Zheng, W., Yang, Z., Wang, X., Wang, H., Yu, X., Wang, L.-P. & He, B. (2022). Impacts of evaporation and inundation on near-surface salinity at a coastal wetland park. *Marine Pollution Bulletin*, 185, 114373.