

PERUBAHAN KARAKTERISTIK SUBSTRAT PADA KAWASAN HUTAN MANGROVE DESA PASSO SEBAGAI DAMPAK ALIH FUNGSI LAHAN ATAS SERTA PENGELOLAANNYA

(Substrate Characteristics Changes in Mangrove Forests Area as Result of Land Function Shifting and Its Management Effort)

Novianty C. Tuhumury¹ dan Daniel G. Louhenapessy^{2*}

¹ Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura

² Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura

noviantyguhury@gmail.com, d_louhen@yahoo.com

Corresponding author*

ABSTRAK: Permasalahan sedimentasi akibat alih fungsi lahan atas untuk pemukiman di kawasan mangrove Teluk Ambon Dalam telah berlangsung dalam kurun waktu yang panjang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan karakteristik substrat meliputi warna dan ukuran partikel sedimen, serta merekomendasikan arahan pengelolaan pada kawasan hutan mangrove Desa Passo. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2023 di kawasan mangrove Desa Passo, Kota Ambon. Sampel substrat diambil pada sembilan stasiun dengan metode *coring* menggunakan sedimen core sederhana hingga kedalaman 30 cm. Stasiun 1-3 berada di dekat pemukiman, stasiun 4-6 berada sejauh 50 m dari stasiun 1-3 ke arah mangrove, sama halnya dengan stasiun 7-9. Sampel substrat yang diperoleh dibagi menjadi tiga bagian menurut kedalaman masing-masing berukuran 10 cm. Sampel substrat dikeringkan kemudian diayak dan ditimbang untuk dianalisa lebih lanjut. Perubahan warna substrat akan dianalisis secara deskriptif berdasarkan dokumentasi lapangan, sedangkan ukuran partikel sedimen dianalisis dengan menggunakan Skala Wentworth. Arahan pengelolaan dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan pada stasiun 1-3 telah terjadi perubahan substrat meliputi warna dan ukuran partikel, dibandingkan stasiun lainnya. Warna substrat pada stasiun 1-3 cenderung coklat muda, sedangkan stasiun lainnya berwarna hitam. Ukuran partikel sedimen yang mendominasi stasiun 1-3 juga stasiun 4-6 adalah pasir halus (0,025 mm), sedangkan stasiun 7-9 didominasi oleh lumpur (0,063 mm). Mengingat tingginya aktivitas pembukaan lahan untuk pemukiman di daerah Desa Passo dan Lateri, maka perubahan substrat akan terus terjadi secara signifikan. Terdapat empat arahan pengelolaan yaitu: 1) persentase ruang terbuka hijau sebesar 30% harus dipatuhi; 2) penanaman vegetasi penahan erosi di lahan atas; 3) penanaman mangrove; dan 4) melakukan penelitian sebagai upaya monitoring evaluasi.

Kata Kunci: Warna substrat, ukuran butiran, mangrove, alih fungsi lahan, pengelolaan

ABSTRACT: Sedimentation due to the land function shifting in the mangrove area at Inner Ambon Bay has been going on for a long time. This study aims to analyze the changes in substrate characteristics, including the colour and size of sediment particles, and to recommend management directions for the area. This research was conducted in October 2023 in Passo mangrove area in Ambon. Substrate samples were collected from nine stations using the coring method by applying a sediment core 30 cm deep. Stations 1-3 were located near the residential area; stations 4-6 were 50 meters from stations 1-3 towards the forest so were stations 7-9. The



samples from each station were divided into three sections per 10 cm depth. The samples were then dried, sieved, and weighed for further analysis. The changes in substrate colour were descriptively described using field documentation, while the particle sizes of sediments were analyzed using the Wentworth Scale. Furthermore, a descriptive qualitative approach was applied to formulate the management directions. The result shows that substrate colour and particle size at stations 1-3 are altered. The colour at Stations 1-3 is different from other stations, which is light brown, while the others are black. The particle size dominated at Stations 1-6 is fine sand (0.025 mm), whereas the substrates at Stations 7-9 are dominated by silt (0.06 mm). Considering the high activities of land function shifting in Passo and Lateri Villages, the alteration will continue significantly. Therefore, four directions to manage the area are defined as follows: 1) the regulation regarding 30% of the land area assigned for green open space must be obeyed; 2) terrestrial vegetation planting for erosion control; 3) mangroves planting; and 4) continual research for monitoring and evaluation purpose.

Keywords: Substrate colour, particle size, mangroves, land function shifting, management

PENDAHULUAN

Pemenuhan kebutuhan hidup masyarakat semakin meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk di suatu daerah (Khairati&Syahni, 2016; Van Dijk *et al.*, 2021). Kebutuhan agar memperoleh tempat tinggal yang layak merupakan kebutuhan pokok yang harus dipenuhi selain makanan dan pakaian. Pembangunan tempat tinggal berkontribusi positif terhadap pemenuhan kebutuhan hidup masyarakat, namun kegiatan tersebut berdampak negatif bagi lingkungan (Hidayati *et al.*, 2020; JaiSai *et al.*, 2022). Alih fungsi lahan atau konversi lahan menjadi pemukiman pada daerah yang memiliki ketinggian tertentu akan mengakibatkan masalah bagi daerah di bawahnya. Contoh nyata yaitu akan terjadi pencemaran seperti terbawanya sampah dan partikel tanah yang terkikis saat musim hujan ke perairan pesisir (Nampak *et al.*, 2018; Tuahatu&Tuhumury, 2022). Partikel tanah yang terkikis dengan ukuran butiran yang besar akan mengendap di pesisir. Seperti diketahui, pada perairan pesisir terdapat tiga ekosistem penting yaitu mangrove, lamun dan terumbu karang. Ketiga ekosistem tersebut memiliki potensi sumberdaya dan jasa lingkungan yang berkontribusi terhadap peningkatan pendapatan masyarakat sebagai pengguna sumberdaya tersebut (Triyanti&Susilowati, 2022). Namun kenyataan yang terjadi ketiga ekosistem pesisir ini mendapat tekanan ekologis sehingga menyebabkan degradasi sumberdaya dan

penurunan kualitas lingkungan pesisir (Asyiwati&Akliyah, 2014; Pranoto *et al.*, 2018)

Ekosistem mangrove memiliki peran penting baik secara ekologis maupun ekonomis (Serosero *et al.*, 2020). Mangrove dan sumberdayanya merupakan ekosistem yang dekat dengan aktivitas manusia. Pemukiman penduduk yang dibangun di pesisir sering mengorbankan hutan mangrove, selain itu secara tidak langsung hutan mangrove akan mendapat tekanan akibat pembukaan lahan atas untuk pemukiman. Hal tersebut nyata terlihat pada daerah pesisir Desa Passo dan Lateri dalam kurun waktu kurang lebih lima belas tahun terakhir (Tuhumury *et al.*, 2007; Tuhumury&Louhenapessy, 2012). Saat musim hujan berlangsung selama 12 hari, total limpasan sedimen yang masuk ke perairan sebesar 27.361 kg di pesisir Lateri (Tuhumury *et al.*, 2007). Pengendapan partikel tanah yang terjadi di hutan mangrove yang berasal dari lahan atas akan mengubah kondisi substrat baik dari warna maupun ukuran butiran. Pertumbuhan mangrove sangat bergantung pada faktor lingkungan yaitu kondisi substrat, pasang surut dan salinitas (Tefarani, *et al.*, 2019).

Sedimentasi di mangrove bukan hanya mempengaruhi pertumbuhan mangrove tetapi juga sumberdaya yang berasosiasi dengan mangrove. Sumberdaya moluska yang hidup berasosiasi dengan hutan mangrove sangat bergantung pada kondisi substrat. Menurut Desmarina *et al.* (2022), tipe sedimen berlumpur memiliki kandungan bahan organik yang tinggi

sehingga memungkinkan gastropoda mendapat suplai makanan dibandingkan dengan tipe sedimen berpasir. Hal ini didukung dengan penelitian Mustofa *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa kelimpahan tertinggi gastropoda ditemukan pada fraksi berlumpur. Kondisi substrat sangat berpengaruh terhadap keberlanjutan ekosistem mangrove. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan karakteristik substrat meliputi warna dan ukuran partikel sedimen, serta merekomendasikan arahan pengelolaan pada kawasan hutan mangrove Desa Passo, Ambon.

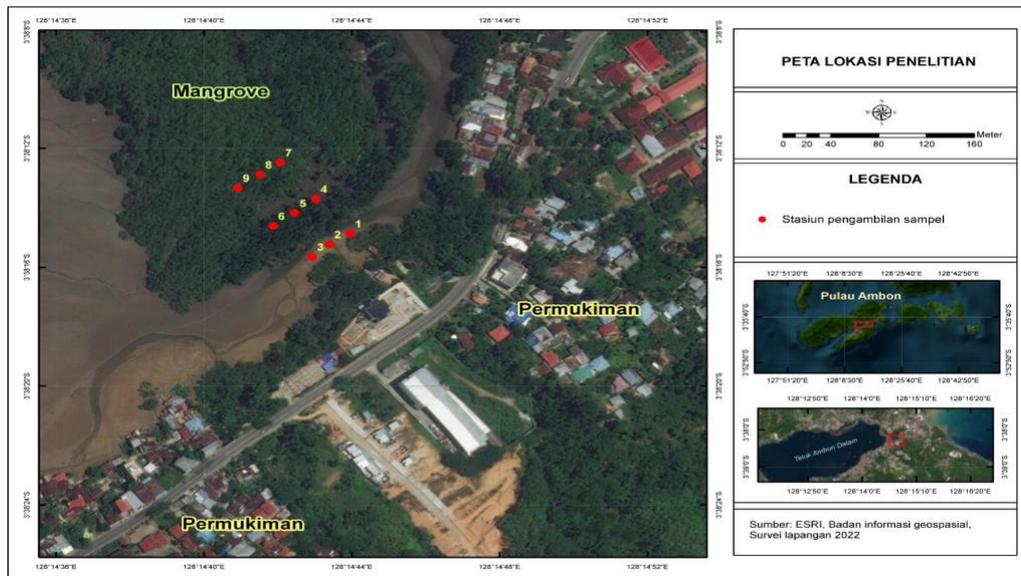
METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlangsung pada bulan Oktober 2022 di hutan mangrove Desa Passo, Kota Ambon (Gambar 1). Sampel substrat di kawasan mangrove diambil dengan metode *coring* yaitu menggunakan *sedimen core* sederhana yang terbuat dari pipa paralon. Pada bagian atas pipa ditutup sehingga dapat mengangkat bagian substrat yang telah masuk ke dalam pipa. Sampel substrat diambil pada sembilan stasiun, stasiun 1-3 merupakan stasiun yang berada dekat dengan pemukiman, atau dengan kata lain ketiga stasiun ini mendapat dampak pertama akibat perubahan lahan atas khususnya ketika berlangsungnya hujan. Stasiun 4-6 berada 50 m dari stasiun 1-3 ke arah mangrove, begitupula stasiun 7-9 berjarak 50 m dari stasiun sebelumnya. Pengelompokan stasiun tersebut ditujukan untuk mengetahui seberapa jauh dampak yang ditimbulkan akibat pembukaan lahan atas berdasarkan warna dan ukuran partikel sedimen. Pengambilan sampel substrat untuk setiap stasiun dilakukan pada kedalaman hingga 30 cm. Sebelum dimasukkan ke dalam plastik sampel, substrat dibagi menjadi tiga bagian masing-masing dengan ukuran 10 cm. Hal ini bertujuan untuk melihat perubahan warna dan ukuran butiran secara vertikal pada lapisan permukaan hingga kedalaman 30 cm. Penelitian yang sama pernah dilakukan pada tahun 2014, dengan jarak antar stasiun 20 meter (Siahainenia, *et al.*, 2014). Berbeda dengan penelitian saat ini, pada penelitian tersebut

sampel substrat tidak dibagi menjadi tiga bagian setiap 10 cm. Sampel substrat yang telah diperoleh kemudian dibawa ke Laboratorium Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pattimura untuk dikeringkan dengan menggunakan oven. Setelah kering, sampel substrat diayak dan ditimbang untuk dianalisa lebih lanjut. Perubahan warna substrat akan dianalisis secara deskriptif berdasarkan dokumentasi lapangan, sedangkan ukuran butiran sedimen dianalisis dengan menggunakan Skala Wentworth. Arahan pengelolaan dianalisis secara deskriptif kualitatif. Pada penelitian ini juga ditampilkan perubahan lahan yang terjadi di lahan atas sebagai informasi pendukung. Seperti diketahui, proses sedimentasi yang terjadi di hutan mangrove Desa Passo dipengaruhi oleh pembukaan lahan atas menjadi pemukiman di Desa Passo dan Lateri. Gambaran perubahan lahan diperoleh dari aplikasi Google Earth untuk tahun 2010, 2017 dan 2022.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, secara visual, warna substrat pada stasiun 1-3 cenderung coklat muda (Tabel 1). Berbeda dengan penelitian sebelumnya (Siahainenia *et al.*, 2014), ketiga stasiun tersebut masih didominasi oleh warna coklat tua. Letak stasiun 1-3 bukan hanya dekat dengan pemukiman namun merupakan stasiun yang mendapat dampak pertama dari masuknya aliran air yang membawa partikel tanah. Walaupun tidak dapat dikatakan sebagai sungai, namun terdapat beberapa aliran air tawar yang mengalir ke ketiga stasiun tersebut saat berlangsungnya musim hujan. Aliran air berasal dari sungai yang tergolong sungai episodik, sungai yang pada musim kemarau kering dan pada musim hujan terdapat air dalam jumlah banyak. Pengamatan di lapangan menemukan ketika berlangsungnya hujan, ada aliran air yang mengarah ke daerah mangrove (stasiun 1-3) yang berasal dari pemukiman lahan atas. Hal ini ditunjukkan dengan perubahan warna air di wilayah perairan teluk menjadi coklat muda akibat adanya kandungan partikel tanah.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Secara keseluruhan, kategori pasir halus (0,250 mm) mendominasi ukuran partikel sedimen pada stasiun 1-3 untuk tiap kedalaman. Khususnya pada stasiun 1 bagian permukaan (0-10 cm) berat pasir halus tertinggi dibandingkan stasiun lainnya yaitu sebesar 112,9 gr atau 49,7%, kemudian diikuti dengan berat pasir halus pada stasiun 2 sebesar 105,1 gr atau 40,1%. Berbeda dengan stasiun 1 dan 2, berat ukuran partikel sedimen kategori kerikil di stasiun 3 lebih tinggi khususnya pada kedalaman 0-10 cm yaitu sebesar 75,9 gr atau 33,9%. Sedangkan untuk kedalaman 10-20 cm dan 20-30 cm pada stasiun 1-3 didominasi oleh ukuran partikel kategori pasir halus. Ukuran partikel sedimen lempung (<0,038 cm) pada stasiun 3 memiliki berat terkecil dibandingkan stasiun lainnya yaitu masing-masing 2,5 gr (0-10 cm), 3,7 gr (10-20 cm) dan 3,7 gr (20-30 cm). Hal ini menunjukkan bahwa di stasiun 3 telah terjadi perubahan substrat pada permukaan. Masuknya partikel dari lahan atas ke daerah mangrove dengan ukuran partikel yang besar akan mengendap sehingga sulit terbawa oleh arus pasang surut.

Walaupun dalam penelitian ini tidak dianalisis jenis mangrove, namun secara visual jenis mangrove yang mendominasi pada stasiun 1-3 yaitu *Sonneratia* sp. Menurut Noor *et al.* (2006), jenis *Sonneratia* sp merupakan jenis pionir serta menyukai jenis tanah yang bercampur lumpur dan pasir, terkadang dapat juga tumbuh

pada batuan dan karang. Penelitian membuktikan jenis mangrove ini dapat tumbuh pada substrat pasir sedang, pasir halus dan pasir sangat halus (Lewerissa *et al.*, 2018), bahkan semua jenis substrat (Prinasti *et al.*, 2020).

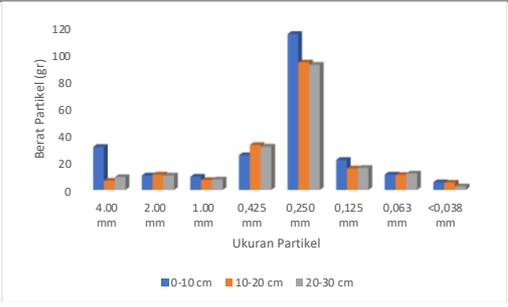
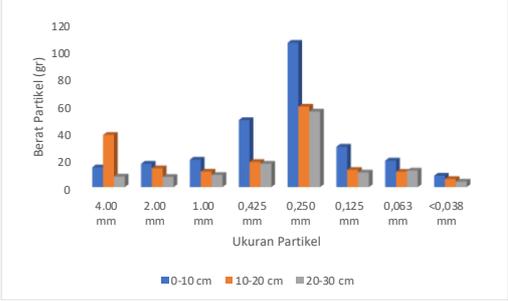
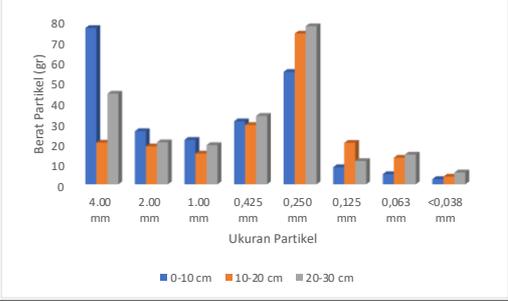
Berdasarkan hasil penelitian, stasiun 4-6 yang berjarak 50 m dari ketiga stasiun sebelumnya memiliki warna substrat yang cenderung hitam (Tabel 2). Warna substrat yang paling sering ditemui di daerah mangrove yaitu coklat muda hingga hitam (Hapsari *et al.*, 2017). Kandungan bahan organik yang tinggi umumnya akan menghasilkan warna gelap. Riyanto *et al.* (2012) menyatakan warna hitam pada sedimen mengindikasikan bahwa terdapat kandungan bahan organik meliputi residu tanaman dan humus. Ukuran partikel sedimen dengan berat tertinggi ditemukan pada pasir halus (0,250 mm) pada ketiga stasiun untuk setiap kedalaman. Kategori kerikil (4 mm) ditemukan dalam jumlah yang kecil dibandingkan stasiun 1-3, Khususnya pada stasiun 5 tidak ditemukan kerikil pada setiap kedalaman. Pada ketiga stasiun ini juga nilai ukuran partikel sedimen lempung (<0,038 cm) ditemukan dengan berat yang lebih besar dari stasiun sebelumnya. Secara visual, jenis mangrove yang dominan di stasiun 4-6 yaitu *Rhizophora* sp. Jenis mangrove ini cenderung menyukai substrat tanah berlumpur dan halus (Hapsari *et al.*, 2017). Substrat mangrove yang didominasi oleh lanau atau lumpur memiliki

ukuran partikel sedimen yang kecil dan halus sehingga memudahkan proses penyerapan nutrisi pada akar mangrove. Seperti diketahui nutrisi sangat penting bagi pertumbuhan tanaman termasuk tanaman pesisir seperti mangrove.

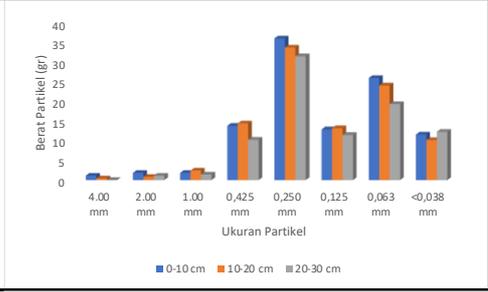
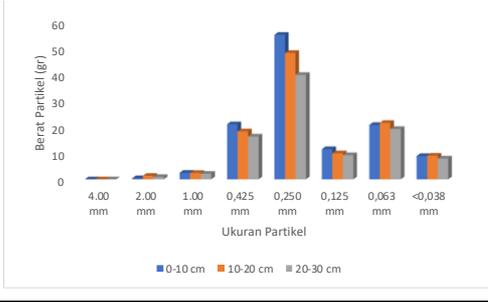
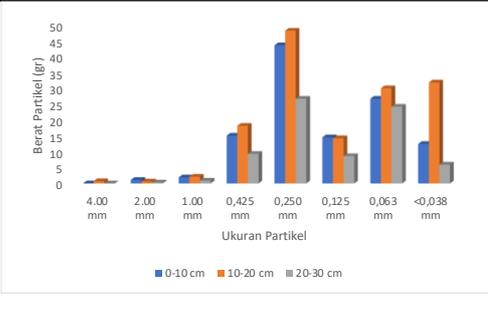
Seperti halnya stasiun 4-6, substrat pada stasiun 7-9 memiliki warna hitam (Tabel 3). Pada stasiun 9, ukuran partikel 4 mm atau kerikil tidak ditemukan untuk setiap kedalaman. Jika dibandingkan dengan stasiun 1-6, partikel lumpur mendominasi jenis substrat di stasiun 7-9. Pada stasiun 8 dan 9, ukuran partikel 0,063 mm atau lumpur memiliki nilai berat tertinggi. Pada stasiun 8, berat atau persentase lumpur masing-masing sebesar 45,3 gr atau 35,9% (0-10 cm), 41,9 gr atau 28,5% (10-20 cm), dan 45,6 gr atau 33,6% (20-30 cm). Sedangkan pada stasiun

9 masing-masing sebesar 40,3 gr atau 26,6% (0-10 cm), 50,1 gr atau 30,6% (10-20 cm), dan 37,7 gr atau 28% (20-30 cm). Tekstur sedimen berupa *silt* atau lumpur dapat disebabkan oleh letak lokasi kawasan mangrove yang tidak langsung dekat dengan pantai yang memiliki arus dan gelombang tinggi (Aini *et al.*, 2016). Lebih lanjut dikatakan padatnya vegetasi mangrove menyebabkan produksi serasah yang tinggi dan kemampuan akar mangrove tersebut dalam mengikat lumpur. Tingkat ketebalan mangrove sangat berpengaruh terhadap tekstur tanah di kawasan mangrove. Menurut Setiawan (2013), tingkat ketebalan mangrove yang tinggi memiliki tekstur tanah lempung liat berdebu, untuk ketebalan mangrove sedang memiliki tekstur tanah liat berdebu, sedangkan untuk daerah tanpa mangrove didominasi oleh tekstur pasir.

Tabel 1. Gambaran stasiun dan kondisi substrat stasiun 1-3

Stasiun	Gambaran Stasiun	Warna substrat	Berat Ukuran Partikel Sedimen
1			
2			
3			

Tabel 2. Gambaran stasiun dan kondisi substrat stasiun 4-6

Stasiun	Gambaran Stasiun	Warna Substrat	Berat Ukuran Partikel Sedimen
4			
5			
6			

Berdasarkan uraian tersebut menunjukkan bahwa pengaruh pembukaan lahan atas terhadap substrat mangrove Desa Passo memberikan dampak besar pada stasiun 1-3. Walaupun dampak perubahan substrat meliputi warna dan ukuran butiran terlihat hanya pada stasiun 1-3, namun mengingat tingginya aktivitas pembukaan lahan atas untuk pemukiman telah terjadi selama kurun waktu yang panjang baik di Passo maupun Lateri (Gambar 2), maka tentunya beberapa tahun ke depan dapat terjadi perubahan yang signifikan. Seperti yang diketahui, berdasarkan beberapa hasil penelitian diperoleh bahwa konversi hutan menjadi pemukiman akan mengakibatkan pengikisan tanah di lahan atas (Hisyam&Shodiq, 2019). Proses pengikisan tersebut berlangsung saat musim hujan. Gempuran butiran hujan yang jatuh mengenai tanah akan membuat lubang kecil ditambah lagi ketika aliran permukaan mengalir maka akan membawa partikel tanah tersebut ke bagian lebih

rendah dan akan mengendap. Jika proses pengikisan itu berlangsung pada wilayah dengan kemiringan diatas 45 derajat maka partikel tanah akan terkikis dalam jumlah yang banyak. Banyaknya partikel tanah yang terbawa akan mengendap pada permukaan substrat di mangrove.

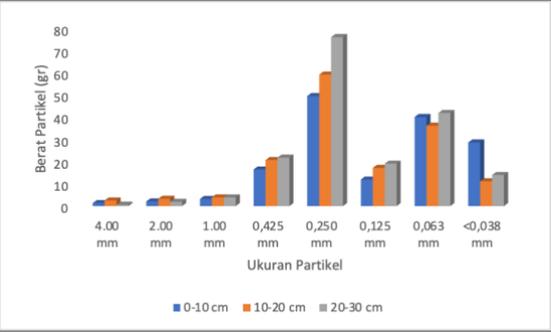
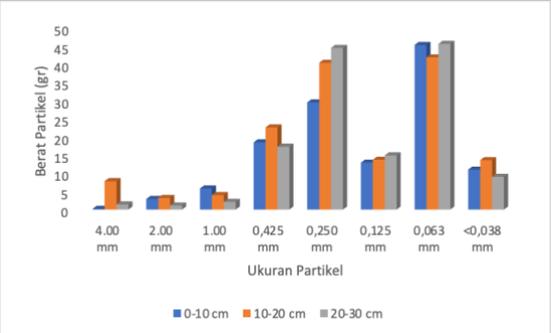
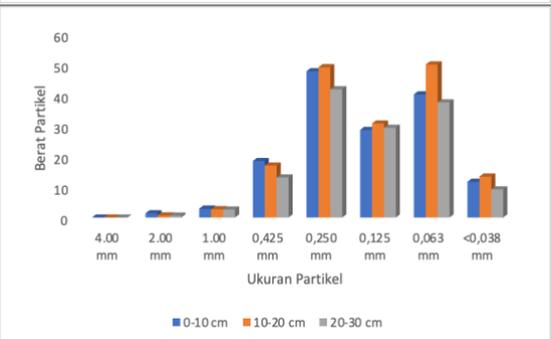
Permasalahan yang terjadi di lahan atas akan berdampak ke lahan di bawahnya. Pengelolaan sumberdaya tanah yang ditumbuhi dengan vegetasi tidak terlepas dari sumberdaya air (Gavrilescu, 2021). Konsep dasar pengelolaan sumberdaya tanah dan air difokuskan pada siklus hidrologi yang terjadi di alam. Siklus ini menggambarkan tentang perubahan air mulai dari jatuh ke bumi hingga mengalami evaporasi. Siklus hidrologi tidak dapat dirubah namun dapat terganggu akibat ulah manusia. Siklus hidrologi sangat bergantung pada keberadaan vegetasi di alam dalam hal ini kondisi hutan (Sun *et al.*, 2017). Hutan berperan

penting dalam menghubungkan siklus air dengan fungsi tanah. Dalam siklus hidrologi, hutan berperan untuk menyeimbangkan air (Sheil, 2018), artinya air akan disimpan dalam tanah melalui akar-akarnya saat musim hujan tiba (Liu *et al*, 2021), dan akan melepaskannya saat musim kemarau berlangsung. Penjelasan ini membuktikan bahwa kehilangan hutan di lahan atas berhubungan erat dengan proses pengikisan yang membawa partikel tanah mengendap di lahan bawah atau daerah pesisir (Shah *et al*, 2022).

Pemenuhan kebutuhan masyarakat seyogyanya tidak mengorbankan lingkungan. Sedimentasi bukan hanya merusak komunitas mangrove namun ekosistem mangrove secara keseluruhan. Ketika ukuran partikel substrat berubah maka proses pengeboran oleh biota untuk mendapatkan sumber makanan akan

terganggu, khususnya bagi gastropoda yang hidupnya terbenam dalam tanah, Terdapat korelasi erat antara kehidupan moluska dengan tekstur sedimen (Shalihah *et al.*, 2017) Selain itu yang utama adalah pada substrat berlumpur sangat kaya dengan detritus yang merupakan rantai makanan pertama di mangrove. Detritus yang berada dalam tanah tersebut dapat dikosumsi oleh biota moluska. namun jika kondisi substrat mengalami perubahan cenderung ke pasir dan kerikil, maka akan mengganggu proses mendapatkan makanan dari biota moluska yang nantinya akan mengganggu pertumbuhan biota tersebut. Tidak dapat dipungkiri bahwa permasalahan alih fungsi lahan atas selalu membawa dampak negatif terhadap lingkungan khususnya wilayah pesisir dan laut (Neldner *et al*, 2017).

Tabel 3. Gambaran stasiun dan kondisi substrat stasiun 7-9

Stasiun	Gambaran Stasiun	Warna Substrat	Berat Ukuran Partikel Sedimen
7			
8			
9			



Sumber: (Google Earth)

Gambar 2. Alih fungsi lahan atas menjadi pemukiman tahun 2010 dan 2022

Arahan pengelolaan yang dapat direkomendasikan berdasarkan hasil penelitian ini sebagai berikut: *Pertama*, sesuai dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang menjelaskan bahwa ruang terbuka hijau (RTH) pada wilayah kota oaling sedikit 30% dari luas kota. Ruang terbuka hijau adalah area memanjang/jalur dan/atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Artinya

bahwa kegiatan pembukaan lahan untuk pemukiman juga harus mempertimbangkan ruang terbuka hijau yang dapat berfungsi sebagai daerah resapan air dan meminimkan proses pengikisan tanah di lahan atas. *Kedua*, perlu adanya upaya penanaman vegetasi dengan perakaran yang kuat sehingga dapat mengurangi proses pengikisan tanah di lahan atas. *Ketiga*, perlu dilakukan upaya penanaman mangrove dengan jenis yang dapat bertahan pada kondisi saat ini. Upaya penanaman mangrove memang telah dilakukan sebelumnya, namun beberapa

anakan mangrove khususnya yang berada di sekitar stasiun 1-3 tidak dapat bertumbuh dengan baik. Walaupun demikian, upaya ini sangat penting dilakukan untuk mengembalikan fungsi mangrove sebagai penahan sedimen. *Keempat*, perlu dilakukan penelitian secara kontinyu sebagai upaya monitoring dan evaluasi mengingat konversi lahan untuk pemukiman terus berlangsung.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa warna substrat hutan mangrove khususnya pada stasiun 1-3 di kedalaman 0-10 cm telah berubah menjadi coklat muda, sedangkan pada stasiun 4-9 warna substrat adalah hitam. Ukuran partikel sedimen pada stasiun 1-3 didominasi oleh pasir halus (0,025 mm), selain itu kerikil (4 mm) juga mendominasi ukuran partikel pada ketiga stasiun ini khususnya di kedalaman 0-10 cm. Ukuran partikel sedimen kategori pasir halus mendominasi pada stasiun 4-6, sedangkan untuk ukuran partikel besar cenderung tidak ditemukan. Pada stasiun 7-9, ukuran partikel yang mendominasi yaitu lumpur (0,063 mm) khususnya untuk stasiun 8-9. Terdapat empat arahan pengelolaan yang dapat direkomendasikan yaitu proporsi ruang terbuka hijau pada wilayah pemukiman harus disesuaikan dengan aturan yang berlaku sebesar 30%, penanaman vegetasi dengan perakaran yang kuat guna menahan erosi di lahan atas, penanaman mangrove, serta melakukan penelitian secara kontinyu sebagai upaya monitoring dan evaluasi mengingat konversi lahan terus berlangsung. Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengevaluasi pengaruh perubahan substrat akibat konservasi lahan atas menjadi pemukiman terhadap ekosistem mangrove khususnya biota yang berasosiasi dengan mangrove.

DAFTAR PUSTAKA

Aini, H.R., Suryanto, A., Hendarto, B. 2016. Hubungan Tekstur Sedimen Dengan Mangrove di Desa Mojo Kecamatan Ulujami

- Kabupaten Pemalang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)* 5(4): 209-215. <https://doi.org/10.14710/marj.v5i4.14409>
- Asyiwati, Y. dan Akliyah, L.S. 2014. Identifikasi Dampak Perubahan Fungsi Ekosistem Pesisir Terhadap Lingkungan di Wilayah Pesisir Kecamatan Muaragembong. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota* 14(1): 1-13.
- Desmarina, Y., Zulkifli, Nasution, S. 2022. Diversity and Distribution of Gastropoda (Molusca) in The Mangrove Ecosystem of Apar Village, Pariaman City, West Sumatera Province. *Journal of Coastal and Ocean Sciences* 3(2): 132-143.
- Gavrilescu, M. 2021. Water, Soil, and Plants Interactions in a Threatened Environment. *Water* 13(9): 1-25. <https://doi.org/10.3390/w13192746>
- Hapsari, R.W., Hendarto, B., Muskananfolo, M.R. 2017. Pemetaan Karakteristik Fisik Sedimen di Pantai Bermangrove di Pesisir Desa Timbulloko, Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)* 6(3): 283-292. <https://doi.org/10.14710/marj.v6i3.20587>
- Hidayati, N., Putra, A., Dewita, M., Framujiastri, N.E. 2020. Dampak Dinamika Kependudukan Terhadap Lingkungan. *Jurnal Kependudukan dan Pembangunan Lingkungan* 1(2): 80-89.
- Hisyam, E.S. dan Shodiq, F. 2019. Kajian Erosi dan Sedimentasi Pada Daerah Aliran Sungai Deniang Kabupaten Bangka. *Jurnal Fropil* 7(1): 9-21.
- JaiSai, T., Grover, S., Ashwath, S. 2022. An Evaluation of Environmental Impact of Real Estate Projects. *EPRA International Journal of Environmental Economics, Commerce and Educational Management* 9(3): 15-20. <https://doi.org/10.36713/epra9724>
- Khairati, R. dan Syani, R. 2016. Respons Permintaan Pangan Terhadap Pertambahan Penduduk di Sumatera Barat. *Jurnal Pembangunan Nagari* 1(2): 19-36.
- Lewerissa, Y.A., Sangaji, M., Latumahina, M.B. 2018. Pengelolaan Mangrove Berdasarkan Tipe Substrat di Perairan Negeri Ihamahu Pulau Saparua. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan* 14(1): 1-9.
- Liu, Z., Liu, Q., Wei, Z. Yu, X., Jia, G., Jiang. 2021. Partitioning Tree Water Usage Into Storage and Transpiration in a Mixed Forest Ecosystems 8(72): 1-13. <https://doi.org/10.1186/s40663-021-00353-5>

- Mustofa, V.M., Soenardjo, N., Pratikto, I. 2023. Analisis Tekstur Sedimen Terhadap Kelimpahan Gastropoda di Ekosistem Mangrove Desa Pasar Banggi, Rembang. *Journal of Marine Research* 12(1): 137-143.
- Nampak, H., Pradhan, B., Rizzei, H.M., Park, Hyuck-Jin. 2018. Assessment of Land Cover and Land Use Change Impact on Soil Loss in A Tropical Catchment by Using Multitemporal SPOT-5 Satellite Images and Revised Universal Soil Loss Equation Model. *Land Degradation & Development* 29(10): 3440-3455. <https://doi.org/10.1002/ldr.3112>
- Neldner, V.J., Laidlaw, M.J., McDonald, K.R., Mathieson, M.T., Melzer, R.I., Seaton, R., McDonald, W.J.F., Hobson, R., and Limpus, C.J. 2017. *Scientific Review of The Impacts of Land Clearing on Threatened Species in Queensland*. Queensland Government, Brisbane. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.27796.40326>
- Noor, Y.R., Khazali, M., Suryadiputra, I.N.N. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. PHKA/WI-IP, Bogor. ISBN: 979-95899-0-8.
- Pemerintah Indonesia. 2007. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang*.
- Pranoto, A.K., Haryani E.B.S., Amdani, Tanjung, A. 2019. The Impact of Coastal Degradation on Mangrove Ecosystem in North Karawang Coastal Area. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 278:012061. doi:10.1088/1755-1315/278/1/012061
- Prinasti, Ni K.D., Dharma I.G. B.S., Suteja, Y. 2020. Struktur Komunitas Vegetasi Mangrove Berdasarkan Karakteristik Substrat di Taman hutan Raya Ngurah Rai, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science* 6(1): 90-99.
- Riyanto, B., A. Maddu, dan Y. Firmansyah. 2012. Degradasi Bahan Organik dan Pemanfaatan Arus Listrik pada Sedimen Tambak Udang Tradisional Melalui *Microbial Fuel Cell*. *JPHPI* 12(3): 183-192.
- Serosero, R.H., Abubakar, S., Hasan, S. 2020. Distribution and Community Structure of Mangrove in Donrotu, Guratu and Manomadehe Island, West Halamahera District, North Maluku. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan* 12(1): 151-166. DOI: <http://doi.org/10.29244/jitkt.v12i1.26929>
- Setiawan, H. 2013. Status Ekologi Hutan Mangrove Pada Berbagai Tingkat Ketebalan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* 2(2): 104-120.
- Shah, N.W., Baillie, B.r., Bishop, K., Ferraz, S., Högbom, L., Nettles, J. 2022. The Effects of Forest Management on Water Quality. *Forest Ecology and Management* 522:1-23. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120397>
- Shalihah, H.N., Purnomo, P.W., Widyorini, N. 2017. Keanekaragaman Moluska Berdasarkan Tekstur Sedimen dan Kadar Bahan Organik Pada Muara Sungai Betahwalang, Kabupaten Demak. *Saintek Perikanan* 13(1): 58-64.
- Sheil, D. Forest, Atmospheric Water and an Uncertain Future: The New Biology of The Global Water Cycle. *Forest Ecosystems* 5(19): 1-22. <https://doi.org/10.1186/s40663-018-0138-y>
- Siahainenia, L., Tuahatu, J.W., Tuhumury, N.C., Ningkeula, S. 2014. Perubahan Warna Substrat Pada Daerah Hutan Mangrove Desa Passo. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan* 10(2): 85-90.
- Sun, L., Yang, L., Hao, L., Fang, D., Jin, K., Huang X. 2017. Hydrological Effects of Vegetation Cover Degradation and Environmental Implications in a Semiarid Temperate Steppe, China. *Sustainability* 9(2): 1-20. <https://doi.org/10.3390/su9020281>
- Tefarani, R., N. K. T. Martuti, S. Ngabekti. 2019. Keanekaragaman Spesies Mangrove dan Zonasi di Wilayah Kelurahan Mangunharjo Kecamatan Tugu Kota Semarang. *Life Science* 8(1): 41-53.
- Triyanti, R. dan Susilowati, I. 2022. Estimasi Nilai Ekonomi Pelestarian Kawasan Pesisir di Kabupaten Gunungkidul Menggunakan *Contingent Valuation Method*. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan* 17(2): 137-157. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jsekp.v17i2.11464>
- Tuahatu, J.W. dan Tuhumury, N.C. 2022. Sampah Laut yang Terdampar di Pesisir Pantai Hative Besar Pada Musim Peralihan I. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan* 18(1): 47-54. <https://doi.org/10.30598/TRITONvol18issue1page47-54>
- Tuhumury, N.C., Sahetapy, J.M.F., Louhenapessy, D.G. 2007. Permasalahan Sedimentasi dan Pengelolaannya di Pesisir Lateri Kota Ambon. *Ichthyos Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Perikanan dan Kelautan* 6(1): 17-22.
- Tuhumury, N.C. dan Louhenapessy, D.G. 2012. Analisis Perubahan Tutupan Lahan Kota Ambon Dengan Menggunakan Citra Satelit Landsat. *TRITON: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan* 8(2): 44-50.

Van Dijk, M., Morley, T., Rau, M.L., Saghai, Y. 2021. A Meta-Analysis of Projected Global Food Demand and Population at Risk of

Hunger for The Period 2010–2050. *Nature Food* 2: 494–501.
<https://doi.org/10.1038/s43016-021-00322-9>