

Pengaruh Kerapatan Mangrove Terhadap Laju Transpor Sedimen di Kawasan Ekowisata Mangrove Oesapa Barat, Kota Kupang

Mariana Naduasti Peny¹, Beatrix Maureen Rehatta^{2*}, Yohanes Merryanto²,
Wilson Lodewik Tisera², Anthoinette Rosaline Fransisca Anakotta²

¹Alumi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Kristen Artha Wacana

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Kristen Artha Wacana Kupang

Jl. Adisucipto, No. 147, Oesapa Kupang, 85361 Nusa Tenggara Timur

Corresponding author, e-mail: beatrix@ukaw.ac.id

ABSTRAK: Penelitian mengenai hubungan kerapatan mangrove terhadap laju transpor sedimen di kawasan ekowisata mangrove kelurahan Oesapa Barat telah dilaksanakan pada bulan Mei – Juni 2022. Penelitian bertujuan untuk mengetahui hubungan kerapatan mangrove terhadap laju transpor sedimen menggunakan metode purposive sampling pada dua stasiun yang mewakili kerapatan tinggi dan kerapatan rendah. Setiap stasiun memiliki tiga transek dan sembilan plot pengamatan dengan ukuran plot 2x2 meter untuk semai, 5x5 meter untuk pancang dan 10x10 meter untuk pohon. Hasil identifikasi pada lokasi pengamatan menemukan empat jenis mangrove, yaitu *Avicennia alba* dari famili Avicenniaceae, *Lumnitzera racemosa* dari famili Combretaceae, *Rhizophora mucronata* dari famili Rhizophoraceae dan *Sonneratia alba* dari famili Sonneratiaceae. Kerapatan pada stasiun 1 sebesar 355,56 ind/ha memiliki laju transpor sedimen sebesar 0,0114 gbk/cm²/hari, sedangkan pada stasiun 2 nilai kerapatan sebesar 266,66 ind/ha dengan laju transpor sedimen 0,0230 gbk/cm²/hari. Hasil analisis Pearson untuk hubungan kerapatan mangrove terhadap laju transpor sedimen senilai -1 yang berarti kerapatan yang semakin tinggi menyebabkan laju transpor semakin rendah dan sebaliknya.

Kata kunci: Kerapatan mangrove; laju transpor sedimen; ekowisata; Oesapa Barat

Analysis of the Relationship between Mangrove Density and Sediment Transport Rate in West Oesapa Ecotourism Area, Kupang City

ABSTRACT: Research about the relation of mangrove density to sediment transport rate in the mangrove ecotourism area of Oesapa Barat village was conducted in May - June 2022. The purpose of the research was to determine the relation of mangrove density to sediment transport rate using purposive sampling method at two stations that represent high and low density. Each station has three transects and nine observation plots with a plot size of 2x2 meters for seedlings, 5x5 meters for saplings and 10x10 meters for trees. The identification results at the observation site found four types of mangroves, which are *Avicennia alba* from the Avicennia family, *Lumnitzera racemosa* from the Combretaceae family, *Rhizophora mucronata* from the Rhizophoraceae family and *Sonneratia alba* from the Sonneratiaceae family. The density at station 1 of 355.56 ind/ha and the sediment transport rate was 0.0114 gbk/cm²/day, while at station 2 the density value was 266.66 ind/ha and the sediment transport rate was 0.0230 gbk/cm²/day. The results of Pearson analysis for the relation of mangrove density to sediment transport rate was -1, which means that the higher density will cause the lower transport rate and vice versa

Keywords: Mangrove density; sediment transport rate; ecotourism; Oesapa Barat

PENDAHULUAN

Mangrove adalah tumbuhan unik yang mampu hidup di daerah pesisir, yang merupakan peralihan antara wilayah darat dan laut. Mangrove hidup dengan baik pada daerah yang terendam

air laut dengan salinitas yang cukup tinggi (Alongi, 2014). Ekosistem mangrove memiliki berbagai manfaat, antara lain sebagai daerah asuhan dan mencari makanan bagi biota laut, mencegah perembesan air laut ke darat, serta membantu meredam gelombang (Lee *et al.*, 2014). Selain itu, keberadaan mangrove juga dapat mengendalikan pergerakan sedimen atau yang dikenal dengan sebutan transpor sedimen (Lovelock *et al.*, 2015).

Transpor sedimen adalah proses pergerakan partikel sedimen yang dapat disebabkan oleh arus, gelombang, serta pasang surut. Dalam ekosistem pesisir, mangrove memainkan peran penting dalam mengendalikan proses ini. Sistem akar mangrove yang padat dan rumit dapat memperlambat laju aliran air dan mengendapkan partikel sedimen, yang selanjutnya dapat meningkatkan stabilitas substrat dan mengurangi erosi pantai (Sandilyan & Kathiresan, 2015). Dengan menurunkan energi gelombang dan kecepatan arus, mangrove dapat meningkatkan deposisi sedimen, yang pada gilirannya membantu pembentukan tanah baru dan menstabilkan garis pantai (Marois & Mitsch, 2015).

Keberhasilan ekosistem mangrove dalam mengendalikan transpor sedimen sangat dipengaruhi oleh kerapatan vegetasi. Kerapatan mangrove yang tinggi menunjukkan lebih banyak akar yang dapat menangkap sedimen dan mengurangi kecepatan air. Studi menunjukkan bahwa wilayah dengan kerapatan mangrove yang lebih tinggi cenderung memiliki tingkat sedimentasi yang lebih besar dan lebih stabil dibandingkan dengan wilayah dengan kerapatan yang lebih rendah (Lovelock *et al.*, 2015). Dengan demikian, memahami hubungan antara kerapatan mangrove dan laju transpor sedimen penting untuk pengelolaan dan konservasi ekosistem mangrove, terutama di daerah-daerah yang rentan terhadap erosi.

Kelurahan Oesapa Barat merupakan salah satu kelurahan yang terletak di wilayah pesisir Taman Wisata Alam Laut Teluk Kupang. Wilayah ini memiliki ekosistem mangrove yang berfungsi penting dalam melindungi garis pantai dan mendukung biodiversitas lokal. Vegetasi mangrove di daerah ini bervariasi dalam hal kerapatan dan spesies, yang memberikan kesempatan untuk mempelajari bagaimana variasi ini mempengaruhi dinamika transpor sedimen.

Dengan pemukiman yang cukup padat dan berbagai jenis usaha masyarakat yang berada di daerah pesisir, termasuk budidaya ikan, tambak garam dan pariwisata, wilayah ini rentan terhadap perubahan lingkungan, termasuk erosi pantai dan kehilangan habitat. Selain pengendalian transpor sedimen, kerapatan mangrove juga mempengaruhi kualitas air di wilayah pesisir. Sistem akar yang padat membantu menyaring polutan dan nutrisi berlebih yang dapat berasal dari aktivitas manusia, seperti pertanian dan industri. Dengan menyaring polutan ini, mangrove membantu menjaga kualitas air dan kesehatan ekosistem laut yang lebih luas, termasuk terumbu karang dan padang lamun (Lovelock & Reef, 2020). Kerapatan mangrove yang tinggi dapat meningkatkan kapasitas penyaringan ini, yang berarti mangrove dapat memainkan peran penting dalam mitigasi pencemaran air.

Kawasan ekowisata mangrove di Kelurahan Oesapa Barat menawarkan peluang unik untuk menggabungkan konservasi lingkungan dengan pembangunan ekonomi. Ekowisata mangrove dapat menjadi sumber pendapatan penting bagi masyarakat lokal, sekaligus meningkatkan kesadaran tentang pentingnya ekosistem mangrove. Namun, keberhasilan ekowisata tergantung pada kesehatan ekosistem mangrove itu sendiri. Oleh karena itu, memahami hubungan antara kerapatan mangrove dan laju transpor sedimen sangat penting untuk memastikan bahwa ekosistem ini tetap sehat dan produktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana perbedaan kerapatan mempengaruhi laju transpor sedimen.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bahan utama berupa sedimen dan vegetasi mangrove di kawasan Ekowisata Mangrove Kelurahan Oesapa Barat. Sedimen merupakan komponen penting untuk menilai laju transpor sedimen, sedangkan vegetasi mangrove menjadi fokus utama dalam memahami hubungan antara kerapatan mangrove dan dinamika sedimentasi. Alat-alat penelitian yang digunakan meliputi: *sediment trap*, meter rol, tali rafia, pita ukur, bola duga, termometer, tongkat berskala, oven, timbangan dan kamera.

Penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* untuk menentukan stasiun pengamatan yang dipilih berdasarkan kriteria kerapatan vegetasi mangrove. Dua stasiun

pengamatan dipilih untuk mewakili kondisi kerapatan yang berbeda, yaitu stasiun dengan kerapatan mangrove tinggi dan stasiun dengan kerapatan mangrove rendah.

Pada setiap stasiun pengamatan, tiga transek dibuat tegak lurus terhadap garis pantai menuju darat. Jarak antar transek ditetapkan sebesar 50 meter untuk memastikan variasi kondisi lingkungan di sepanjang garis pantai terwakili. Setiap transek memiliki tiga jenis plot pengamatan dengan ukuran yang berbeda sesuai dengan tingkat pertumbuhan mangrove: (1) Plot untuk Pohon: Ukuran plot adalah 10 x 10 meter. Plot ini digunakan untuk mengukur dan mengamati pohon mangrove dewasa, mencatat spesies, tinggi pohon, diameter batang, dan kerapatan. (2) Plot untuk Pancang: Ukuran plot adalah 5 x 5 meter. Plot ini digunakan untuk mengamati pancang atau anakan mangrove yang lebih muda dengan diameter batang lebih kecil dari pohon dewasa. (3) Plot untuk Semai: Ukuran plot adalah 2 x 2 meter. Plot ini difokuskan untuk mengamati bibit mangrove yang baru tumbuh dari biji, mencatat jumlah dan kondisi semai (Onrizal, 2008).

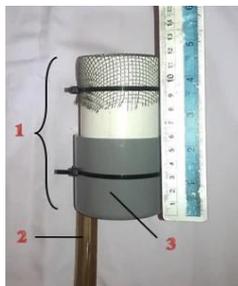
Pengumpulan data sedimen dilakukan dengan menggunakan sediment trap yang diletakkan di bagian depan, tengah, dan belakang setiap stasiun pengamatan. Sediment trap ditempatkan di setiap titik transek untuk menangkap sedimen yang terangkut oleh arus air selama periode pengamatan. Proses penempatan sediment trap dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan bahwa trap terpasang kokoh di dasar perairan dan mampu menangkap sedimen yang terbawa oleh arus.

Sediment trap diambil setelah periode pengamatan tertentu, dan sedimen yang tertangkap dikumpulkan dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis. Sedimen dari setiap trap dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105 °C hingga berat konstan tercapai. Setelah itu, sedimen kering ditimbang menggunakan timbangan digital untuk menentukan massa sedimen kering. Data massa sedimen ini digunakan untuk menghitung laju sedimentasi dalam satuan gram kering per sentimeter persegi per hari (gbk/cm²/hari).

Parameter lingkungan yang diukur dalam penelitian ini meliputi suhu perairan, kecepatan arus, dan kedalaman perairan. Suhu perairan diukur menggunakan termometer yang ditempatkan di berbagai titik transek untuk mendapatkan variasi suhu di berbagai kedalaman. Kecepatan arus diukur menggunakan bola duga yang dilepaskan di permukaan air, dan waktu tempuhnya diukur untuk menghitung kecepatan arus. Kedalaman perairan diukur menggunakan tongkat berskala, mencatat perubahan kedalaman di sepanjang transek untuk memahami pola distribusi sedimen.

Analisis Data

Data yang dikumpulkan dianalisis untuk mengevaluasi hubungan antara kerapatan mangrove dan laju transpor sedimen. Analisis statistik dilakukan untuk mengidentifikasi korelasi antara kerapatan vegetasi, parameter lingkungan, dan laju sedimentasi. Data kerapatan mangrove digunakan untuk mengidentifikasi spesies dominan, distribusi kerapatan, serta struktur komunitas di setiap stasiun. Hasil analisis ini kemudian dibandingkan dengan data sedimentasi untuk mengevaluasi bagaimana kerapatan mangrove mempengaruhi proses sedimentasi di kawasan tersebut. *Sediment trap* yang digunakan terbuat dari pipa PVC berukuran diameter 2 inci atau 5 cm dan tinggi 11,5 cm (Gambar 1). Bagian atas *sediment trap* dipasang sekat sebagai tempat masuknya sedimen dan pada bagian bawah diberi penutup (English *et al.*, 1994).



Gambar 1. *Sediment trap*

Keterangan: 1 = *Sediment trap* (t = 11,5 cm; Ø = 5 cm); 2 = Tiang bambu penyangga; 3 = Penutup pipa PVC Ø = 5 cm

Pada setiap stasiun terdapat tiga buah *sediment trap* yang diletakkan di bagian depan, tengah dan belakang kawasan mangrove. Pemasangan *sediment trap* seperti yang dikemukakan Petra *et al.*, (2012) bahwa *sediment trap* diikatkan pada besi, kemudian ditancapkan pada dasar perairan dengan posisi *sediment trap* berada 20 cm dari dasar perairan dan ditinggalkan selama dua minggu. Setelah dua minggu kemudian sampel sedimen diambil untuk dianalisis. Sampel sedimen dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 24 jam lalu ditimbang untuk mendapatkan berat kering sedimen dalam satuan gram. Laju transpor sedimen dinyatakan dalam satuan gbk/cm²/hari.

Analisis kerapatan vegetasi mangrove yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Kerapatan jenis (K)

$$K(\text{pohon/ha}) = \frac{\text{Jumlah pohon suatu jenis}}{\text{Luas total area pengamatan}}$$

Kerapatan relatif (KR)

$$KR (\%) = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$$

Barus *et al.* (2018) menyatakan bahwa perhitungan laju sedimentasi dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$LS = \frac{BS}{n \times \pi \times r^2}$$

Keterangan: LS = Laju transpor sedimen (gbk/cm²/hari); BS = Berat kering sedimen (gbk); N = Jumlah hari; π = Konstanta (3,14); r = Jari-jari lingkaran *sediment trap* (cm).

Analisis korelasi Pearson digunakan untuk mengukur hubungan antara kerapatan mangrove dan laju transpor sedimen. Nilai korelasi yang diperoleh menunjukkan koefisien antara -1 hingga 1, yang mengindikasikan hubungan negatif sempurna pada -1, tidak ada hubungan pada 0, dan hubungan positif sempurna pada 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada ekosistem mangrove di Kelurahan Oesapa Barat, ditemukan empat spesies dominan, yaitu *Avicennia alba*, *Lumnitzera racemosa*, *Rhizophora mucronata*, dan *Sonneratia alba*. Setiap spesies memiliki adaptasi morfologi dan ekofisiologis yang berbeda, yang memungkinkan mereka bertahan di lingkungan pesisir yang dinamis.

Avicennia alba adalah spesies mangrove umum di daerah pasang surut dengan substrat berlumpur (Gambar 2). Spesies ini memiliki adaptasi akar napas berupa pneumatofora untuk bertukar gas di lingkungan miskin oksigen dan dapat mencapai tinggi 25 meter. Kehadirannya mendominasi karena kondisi lingkungan yang mendukung, seperti substrat berlumpur dan stabilitas pasang surut (Noor *et al.*, 2006; Duke *et al.*, 2014). *Lumnitzera racemosa* adalah pohon kecil dengan tinggi maksimal sekitar 8 meter (Gambar 3), yang memiliki daun tebal untuk mengatasi penguapan tinggi. Meskipun tidak memiliki akar napas, spesies ini berperan dalam menjaga stabilitas ekosistem dan mencegah erosi, serta mendukung siklus nutrisi melalui dedaunannya yang lebat (Noor *et al.*, 2006).

Rhizophora mucronata dikenal dengan akar tunjang dan akar udara yang kuat, yang berfungsi untuk pertukaran gas di lingkungan pasang surut (Gambar 4). Spesies ini dapat tumbuh hingga 27 meter, memainkan peran penting dalam stabilisasi garis pantai dan menyediakan habitat bagi ikan dan invertebrata. Akar tunjangnya efektif dalam menangkap sedimen dan mengurangi erosi (Noor

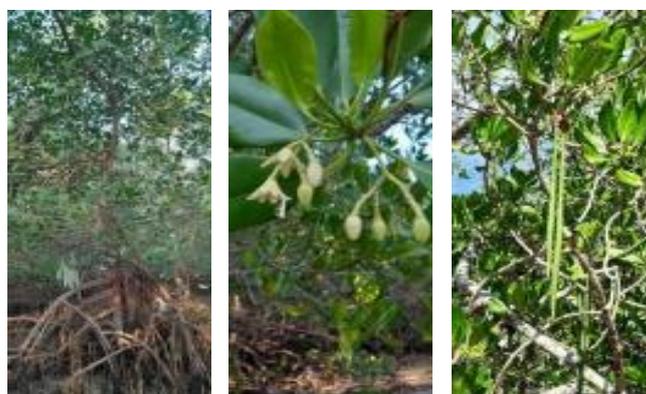
et al., 2006; Ouyang *et al.*, 2017). *Sonneratia alba* dapat mencapai ketinggian hingga 15 meter dengan akar napas berbentuk kerucut (Gambar 5). Akar ini meningkatkan kemampuan beradaptasi dengan kondisi anaerobik dan membantu pertukaran gas. Selain itu, spesies ini berperan dalam stabilisasi sedimen dan menyediakan habitat bagi burung serta serangga. (Noor *et al.*, 2006; Friess *et al.*, 2016).



Gambar 2. Bentuk pohon dan daun *Avicennia alba*



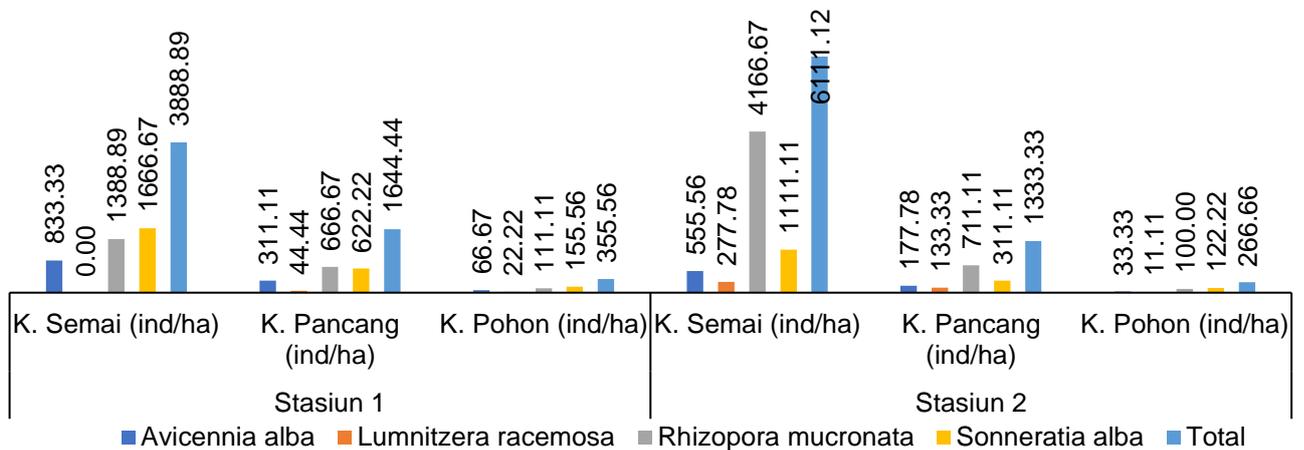
Gambar 3. Bentuk pohon dan daun *Lumnitzera racemosa*



Gambar 4. Bentuk pohon, bunga dan hipokotil *Rhizophora mucronate*



Gambar 5. Bentuk pohon, buah dan bunga *Sonneratia alba*



Gambar 6. Kerapatan vegetasi mangrove per stasiun
Keterangan: K = Kerapatan

Kerapatan Mangrove

Kerapatan vegetasi mangrove adalah indikator utama kesehatan ekosistem mangrove. Kerapatan yang tinggi menunjukkan ekosistem yang lebih sehat, mampu menyediakan habitat lebih baik untuk kehidupan liar, dan efektif dalam melindungi garis pantai dari erosi. Pada tingkat semai, stasiun 1 memiliki total kerapatan sebesar 3.888,89 ind/ha. Spesies *Lumnitzera racemosa* tidak ditemukan pada stasiun ini, sementara spesies lainnya seperti *Avicennia alba*, *Sonneratia alba*, dan *Rhizophora mucronata* menunjukkan kerapatan masing-masing sebesar 833,33 ind/ha, 1.666,67 ind/ha, dan 1.388,89 ind/ha. Ketiadaan *Lumnitzera racemosa* dapat disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk preferensi habitat dan kompetisi dengan spesies lain yang lebih dominan.

Stasiun 2 menunjukkan total kerapatan semai yang lebih tinggi, yaitu 6.111,11 ind/ha, dengan *Rhizophora mucronata* mendominasi pada 4.166,67 ind/ha. Tingginya kerapatan semai *Rhizophora mucronata* pada stasiun 2 dapat dikaitkan dengan upaya rehabilitasi yang intensif serta kondisi lingkungan yang menguntungkan, seperti masukan air tawar dari sungai terdekat (Sasmitho *et al.*, 2016). Lokasi stasiun 2 yang dekat dengan muara sungai menyediakan kondisi optimal untuk pertumbuhan *Rhizophora mucronata* karena menyediakan keseimbangan antara air tawar dan air asin, yang penting bagi perkecambahan dan pertumbuhan semai (Sandilyan & Kathiresan, 2015).

Pada tingkat pancang, stasiun 1 memiliki total kerapatan 1.644,44 ind/ha, sementara stasiun 2 memiliki kerapatan lebih rendah sebesar 1.333,33 ind/ha. *Rhizophora mucronata* dan *Sonneratia alba* menunjukkan kerapatan yang tinggi pada stasiun 1, masing-masing sebesar 666,67 ind/ha dan 622,22 ind/ha. Hal ini menunjukkan bahwa kedua spesies ini memiliki kemampuan yang baik untuk bertahan di area yang kurang terpengaruh oleh aktivitas manusia, memungkinkan pertumbuhan yang stabil dan penyebaran yang lebih merata.

Sebaliknya, stasiun 2 menunjukkan dominasi *Rhizophora mucronata* dengan kerapatan 711,11 ind/ha, yang juga merupakan hasil dari aktivitas rehabilitasi yang signifikan. Aktivitas rehabilitasi yang berfokus pada spesies ini kemungkinan besar disebabkan oleh toleransi yang tinggi dari *Rhizophora mucronata* terhadap kondisi lingkungan yang bervariasi, termasuk salinitas dan perubahan air pasang (Lee *et al.*, 2014). Lokasi stasiun 2 dekat dengan muara sungai menyediakan masukan nutrisi yang berkelanjutan, yang mendukung pertumbuhan pancang yang lebih baik dibandingkan dengan spesies lain yang mungkin memerlukan kondisi lingkungan yang lebih khusus.

Kerapatan vegetasi mangrove pada tingkat pohon menunjukkan pola yang serupa dengan tingkat pancang dan semai. Stasiun 1 memiliki kerapatan pohon sebesar 355,56 ind/ha, sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 2 yang memiliki 266,67 ind/ha. *Sonneratia alba* mendominasi kedua stasiun, dengan kerapatan 155,56 ind/ha pada stasiun 1 dan 122,22 ind/ha pada stasiun 2. Dominasi *Sonneratia alba* ini dapat dijelaskan oleh kemampuan adaptasinya yang baik terhadap kondisi garis pantai, di mana sering terjadi penggenangan air pasang dan fluktuasi salinitas (Bryan-Brown *et al.*, 2020).

Berdasarkan kriteria baku kerusakan mangrove menurut Kepmen LH. No. 201 Tahun 2004, kondisi vegetasi di kedua stasiun ini digolongkan dalam kategori rusak. Kerapatan pohon yang rendah menunjukkan tekanan lingkungan yang signifikan, termasuk dari aktivitas manusia dan perubahan lingkungan alami (Spalding & Parrett, 2019). Ini menunjukkan perlunya intervensi konservasi yang lebih efektif untuk memulihkan ekosistem mangrove di area ini.

Pada stasiun 1, kerapatan mangrove tertinggi ditemukan pada spesies *Avicennia alba* (1.666,67 ind/ha) dan *Sonneratia alba* (1.388,89 ind/ha). Sementara itu, stasiun 2 memiliki dominasi *Rhizophora mucronata* pada semua tingkat pertumbuhan, terutama pada semai (4.166,67 ind/ha). Perbedaan kerapatan ini dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan aktivitas rehabilitasi yang dilakukan di stasiun 2 (Lovelock *et al.*, 2015 ; Nagelkerken *et al.*, 2008).

Di stasiun 2, *Sonneratia alba* tetap mendominasi pada tingkat pohon dengan kerapatan relatif sebesar 46%, mirip dengan yang ditemukan di stasiun 1. Ini menunjukkan bahwa *Sonneratia alba* adalah spesies kunci dalam struktur hutan mangrove di Oesapa Barat, yang mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan. Kehadiran *Sonneratia alba* yang konsisten pada kedua stasiun mengindikasikan bahwa spesies ini memiliki toleransi yang luas terhadap berbagai kondisi habitat, menjadikannya spesies yang penting untuk konservasi dan pengelolaan mangrove di wilayah ini (Lovelock & Reef, 2020).

Namun, pada tingkat pancang dan semai di stasiun 2, *Rhizophora mucronata* mendominasi dengan kerapatan relatif sebesar 54% dan 68% masing-masing. Dominasi *Rhizophora mucronata* pada tingkatan pertumbuhan ini mencerminkan keberhasilan spesies ini dalam regenerasi, yang dapat dikaitkan dengan aktivitas rehabilitasi yang fokus pada penanaman *Rhizophora* serta kondisi lingkungan yang mendukung. *Rhizophora mucronata* dikenal memiliki kemampuan adaptasi yang kuat terhadap kondisi pasang surut dan sering digunakan dalam proyek-proyek restorasi mangrove karena keberhasilannya dalam memperbaiki ekosistem pesisir yang terdegradasi (Friess *et al.*, 2016).

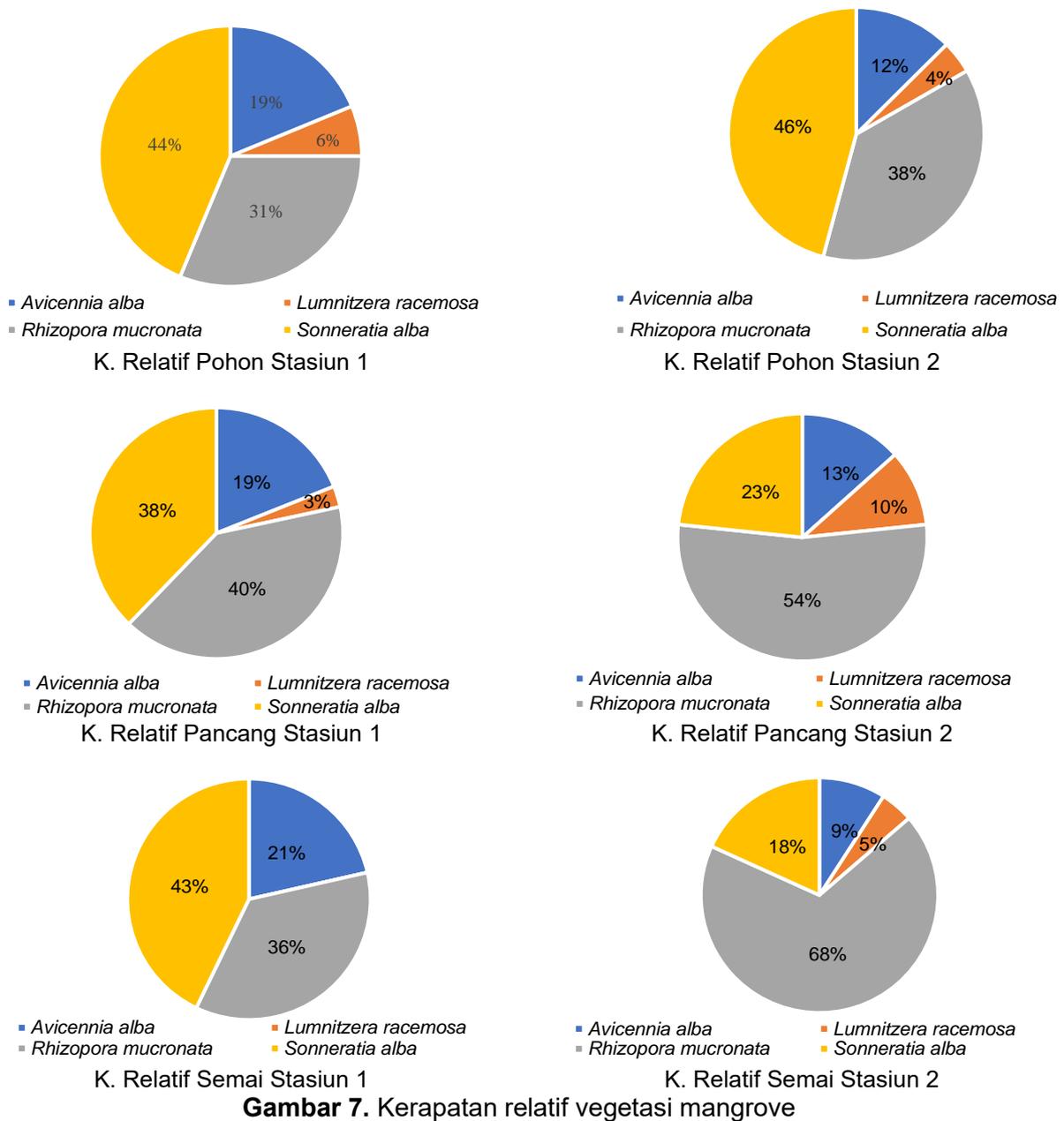
Perbedaan dominasi spesies antara stasiun 1 dan stasiun 2 menunjukkan adanya variasi kondisi lingkungan dan pengaruh manusia di kedua lokasi. Stasiun 1 tampaknya lebih stabil dan kurang terpengaruh oleh aktivitas manusia, memungkinkan spesies seperti *Sonneratia alba* untuk mendominasi. Sebaliknya, stasiun 2, yang lebih terpengaruh oleh aktivitas rehabilitasi, menunjukkan dominasi *Rhizophora mucronata*, yang mencerminkan intervensi manusia dalam komposisi spesies. Hal ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan dinamika alami serta intervensi manusia dalam pengelolaan mangrove (Bayraktarov *et al.*, 2016).

Dominasi *Sonneratia alba* dan *Rhizophora mucronata* menunjukkan bahwa kedua spesies ini memainkan peran penting dalam stabilitas ekosistem dan fungsi ekologis di Kelurahan Oesapa

Barat. *Sonneratia alba*, dengan akar napas yang efektif untuk pertukaran gas di lingkungan anaerobik, membantu meningkatkan kualitas udara tanah dan menyediakan habitat yang cocok untuk banyak organisme bentik. Sementara itu, *Rhizophora mucronata* dengan akar tunjangnya yang kuat mampu menahan sedimen dan mengurangi erosi, yang sangat penting untuk perlindungan garis pantai (Sasmito *et al.*, 2016).

Parameter Lingkungan dan Laju Transpor Sedimen

Parameter lingkungan seperti suhu, kecepatan arus, dan kedalaman mempengaruhi proses sedimentasi di ekosistem mangrove. Suhu yang lebih tinggi dapat meningkatkan laju sedimentasi karena meningkatkan viskositas air. Kecepatan arus yang lebih tinggi memungkinkan transportasi sedimen lebih jauh sebelum pengendapan, sementara kedalaman yang lebih besar cenderung mengurangi pengendapan karena partikel sedimen tetap tersuspensi. Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran parameter lingkungan dan laju transport sedimen pada setiap lokasi pengamatan.



Tabel 1. Hasil pengukuran parameter lingkungan dan laju transpor sedimen

Parameter		Suhu Perairan (°C)	Kecepatan Arus (m/s)	Kedalaman (m)	Laju Transpor Sedimen (grk/cm ² /hari)
Depan	Stasiun 1	28	0,0109	1,60	0,0107
	Stasiun 2	29	0,0112	1,70	0,0197
Tengah	Stasiun 1	28	0,0085	1,10	0,0133
	Stasiun 2	28	0,0103	1,40	0,0261
Belakang	Stasiun 1	27	0,0074	0,30	0,0101
	Stasiun 2	28	0,0090	0,30	0,0233
Rata-rata	Stasiun 1	27,67	0,0089	1,00	0,0114
	Stasiun 2	28,33	0,0102	1,13	0,0230

Suhu perairan adalah salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi metabolisme, pertumbuhan, dan distribusi organisme mangrove. Studi ini menemukan bahwa suhu rata-rata di stasiun 1 adalah 27,67 °C, sedikit lebih rendah dibandingkan dengan stasiun 2 yang memiliki rata-rata suhu 28,33 °C. Kisaran suhu ini masih berada dalam kisaran yang dianggap ideal untuk pertumbuhan mangrove, yaitu antara 28-32 °C (Kepmen LH No. 51 Tahun 2004). Suhu yang lebih rendah di stasiun 1 dapat disebabkan oleh kerapatan mangrove yang lebih tinggi, yang mengurangi penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan, seperti yang dikonfirmasi oleh Poedjiraharjoe *et al.*, (2017). Vegetasi mangrove yang rapat bertindak sebagai penghalang fisik yang mengurangi intensitas sinar matahari langsung ke air, sehingga menurunkan suhu.

Penelitian menunjukkan bahwa suhu air yang lebih tinggi dapat mempengaruhi kemampuan mangrove untuk menangkap sedimen dengan memodifikasi viskositas air dan kemampuan angkut partikel sedimen (Lee *et al.*, 2014). Di daerah dengan suhu air yang lebih tinggi, laju pengendapan sedimen dapat meningkat karena partikel menjadi lebih tersuspensi di dalam air yang lebih hangat dan lebih cepat mengendap ketika arus melambat.

Kecepatan arus merupakan faktor penting yang mempengaruhi proses transpor dan deposisi sedimen. Arus yang kuat dapat mengangkut lebih banyak sedimen, sementara arus yang lebih lambat memungkinkan sedimen mengendap. Data menunjukkan bahwa kecepatan arus rata-rata di stasiun 1 adalah 0,0089 m/s, lebih rendah dibandingkan dengan stasiun 2 yang memiliki kecepatan rata-rata 0,0102 m/s. Arus yang lebih lambat di stasiun 1 mungkin disebabkan oleh kerapatan mangrove yang lebih tinggi, yang berfungsi sebagai penghalang fisik yang mengurangi kecepatan arus (Sandilyan & Kathiresan, 2015).

Bagian depan stasiun 2 memiliki kecepatan arus tertinggi (0,0112 m/s), yang dapat dikaitkan dengan kondisi perairan terbuka di dekat muara Teluk Kupang. Arus yang lebih cepat di bagian depan ini memungkinkan transportasi sedimen yang lebih efisien ke bagian tengah dan belakang kawasan mangrove, di mana arus melambat dan sedimen mengendap. Seperti yang dinyatakan oleh (Hidayat *et al.*, 2014), kecepatan arus yang lebih tinggi di bagian depan stasiun 2 juga dapat dihubungkan dengan tingkat sedimentasi yang lebih tinggi di area ini, karena partikel sedimen yang dibawa oleh arus lebih cepat mengendap saat arus melambat.

Kedalaman air juga memainkan peran penting dalam proses sedimentasi. Bagian depan kawasan mangrove, yang berhadapan langsung dengan perairan terbuka, menunjukkan kedalaman yang lebih besar (1,60 m di stasiun 1 dan 1,70 m di stasiun 2) dibandingkan dengan bagian tengah dan belakang. Kedalaman yang lebih besar dapat mengurangi pengendapan sedimen karena partikel lebih tersuspensi di kolom air (Borang, 2022). Sebaliknya, di bagian belakang, di mana kedalaman lebih dangkal (0,30 m), lebih banyak sedimen yang terperangkap karena partikel lebih mudah mencapai dasar perairan.

Perbedaan variasi kedalaman air juga mempengaruhi distribusi dan ukuran partikel sedimen yang mengendap. Di area yang lebih dangkal, sedimen yang lebih halus cenderung mengendap,

sedangkan di area yang lebih dalam, sedimen yang lebih kasar dapat terangkut lebih jauh sebelum akhirnya mengendap (Lovelock *et al.*, 2015). Ini relevan di stasiun 1 dan 2, di mana variasi kedalaman berpengaruh pada distribusi laju sedimentasi.

Jenis mangrove seperti *Rhizophora mucronata* dengan akar tunjang dan akar udara memainkan peran penting dalam mengurangi kecepatan arus dan meningkatkan pengendapan sedimen. Struktur akar ini menciptakan hambatan fisik yang memperlambat arus, memungkinkan partikel sedimen mengendap. Studi menunjukkan bahwa akar tunjang *Rhizophora mucronata* dapat mengurangi energi kinetik arus hingga 50%, meningkatkan pengendapan sedimen (Rizal & Anna, 2020).

Selain itu, *Sonneratia alba* dan *Avicennia alba*, dengan akar napas yang muncul ke permukaan, juga berkontribusi dalam proses sedimentasi. Akar napas *Sonneratia alba*, yang lebih besar dan berbentuk kerucut, memberikan hambatan yang signifikan terhadap aliran air, meningkatkan deposisi sedimen di sekitar area akar. Sementara itu, akar napas *Avicennia alba*, yang lebih kecil dan berbentuk pensil, juga membantu dalam memperlambat arus tetapi mungkin memiliki efek yang lebih rendah dibandingkan dengan akar tunjang *Rhizophora* (Lee *et al.*, 2014).

Hubungan Kerapatan Mangrove terhadap Laju Transpor Sedimen

Laju transpor sedimen adalah indikator penting yang menggambarkan dinamika ekosistem mangrove, menunjukkan seberapa banyak sedimen yang diangkut oleh arus dan kemudian diendapkan di berbagai bagian ekosistem. Data yang diperoleh dari penelitian di Kelurahan Oesapa Barat menunjukkan perbedaan signifikan antara stasiun 1 dan stasiun 2 dalam hal laju sedimentasi. Stasiun 1 menunjukkan laju sedimentasi rata-rata sebesar 0,0114 gbk/cm²/hari, sedangkan stasiun 2 memiliki laju yang lebih tinggi, yaitu 0,0230 gbk/cm²/hari. Perbedaan ini menunjukkan adanya pengaruh kuat dari kerapatan mangrove terhadap proses sedimentasi.

Kerapatan mangrove yang lebih tinggi di stasiun 1 berfungsi sebagai penyaring alami yang mengurangi jumlah sedimen yang terbawa arus. Mangrove dengan kerapatan tinggi memiliki sistem perakaran yang padat dan kompleks, yang memperlambat arus air, menyebabkan partikel sedimen mengendap di antara akar-akar tersebut sebelum mencapai bagian dalam ekosistem (Lee *et al.*, 2014). Akar tunjang *Rhizophora mucronata*, misalnya, menciptakan hambatan fisik yang signifikan terhadap aliran air, meningkatkan deposisi sedimen di sekitar area akar (Rizal & Anna, 2020). Hal ini menyebabkan laju sedimentasi yang lebih rendah di stasiun 1 dibandingkan dengan stasiun 2.

Sebaliknya, stasiun 2 dengan kerapatan mangrove yang lebih rendah memungkinkan arus air untuk mengangkut lebih banyak sedimen ke dalam ekosistem. Kurangnya hambatan dari akar mangrove menyebabkan arus tetap kuat, membawa partikel sedimen lebih jauh sebelum akhirnya diendapkan saat kecepatan arus melambat. Kondisi ini menyebabkan laju sedimentasi yang lebih tinggi di stasiun 2, seperti yang diamati di bagian tengah kawasan ini, di mana laju sedimentasi mencapai 0,0261 gbk/cm²/hari. Ini sejalan dengan temuan dari Borang, (2022), yang menunjukkan bahwa laju sedimentasi cenderung lebih tinggi di daerah dengan kedalaman lebih besar karena kemampuan perairan untuk menahan lebih banyak sedimen sebelum diendapkan.

Nilai korelasi antara kerapatan mangrove dan laju sedimentasi sebesar -1 menunjukkan adanya hubungan negatif sempurna antara kedua variabel ini. Artinya, semakin tinggi kerapatan mangrove, semakin rendah laju sedimentasi yang terjadi (Safitri *et al.*, 2017). Hubungan ini dapat dijelaskan oleh kemampuan mangrove dengan kerapatan tinggi untuk memodifikasi karakteristik fisik dari arus air. Vegetasi mangrove yang padat meningkatkan turbulensi lokal, mengurangi kecepatan arus dan meningkatkan deposisi partikel sedimen di antara akar-akar mangrove (Sasmito *et al.*, 2016). Ini berarti bahwa mangrove berperan penting dalam menstabilkan sedimen di ekosistem pesisir, yang berkontribusi pada perlindungan garis pantai dan pembentukan tanah baru (Huliselan *et al.*, 2023).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kerapatan mangrove memiliki pengaruh signifikan terhadap laju transpor sedimen di kawasan Ekowisata Mangrove Kelurahan Oesapa Barat. Kerapatan

mangrove yang lebih tinggi bertindak sebagai penyaring alami, mengurangi kecepatan arus, dan meningkatkan deposisi sedimen di antara akar-akar mangrove, yang mengakibatkan laju sedimentasi yang lebih rendah. Sebaliknya, di area dengan kerapatan mangrove yang lebih rendah, arus air lebih kuat dan membawa lebih banyak sedimen, yang diendapkan saat kecepatan arus melambat, menghasilkan laju sedimentasi yang lebih tinggi. Hasil penelitian ini mengungkapkan adanya hubungan negatif sempurna antara kerapatan mangrove dan laju sedimentasi, di mana peningkatan kerapatan mangrove menyebabkan penurunan laju transpor sedimen. Selain itu, variasi parameter lingkungan seperti suhu perairan, kecepatan arus, dan kedalaman juga berkontribusi pada pola sedimentasi yang diamati, menekankan pentingnya pengelolaan yang holistik dan adaptif untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan keberlanjutan wilayah pesisir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alongi, D.M., 2014. Carbon Cycling and Storage in Mangrove Forests. *Annual review of marine science*, 6(1):195–295. DOI: 10.1146/annurev-marine-010213-135020
- Barus, B.S., Prartono, T., & Soedarma, D., 2018. Keterkaitan sedimentasi dengan persen tutupan terumbu karang di perairan Teluk Lampung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(1): 49-57. DOI: 10.29244/JITKT.V10I1.18719
- Bayraktarov, E., Saunders, M.I., Abdullah, S., Mills, M., Beher, J., Possingham, H.P., Mumby, P.J. & Lovelock, C.E., 2016. The cost and feasibility of marine coastal restoration. *Ecological Applications*, 26(4): 1055-1074.
- Borang, L., 2022. The Impact of Water Depth on Sedimentation Rates in Coastal Mangrove Ecosystems. *Journal of Coastal Research*, 38(4):912-920.
- Bryan-Brown, D.N., Connolly, R.M., Richards, D.R., Adame, M.F., Friess, D.A., Brown, C.J., & Lewis, R.R., 2020. Global trends in mangrove forest fragmentation. *Scientific Reports*, 10(1): p.7117.
- English, S., Wilkinson, C. & Barker, V., 1994. Survey Manual for Tropical Marine Resources. ASEAN-Australian Marine Project, Australia
- Hidayat, M., Ruswahyuni, & Widyorini, N., 2014. Analisis Laju Sedimentasi di Daerah Padang Lamun Dengan Tingkat Kerapatan Berbeda di Pulau Panjang, Jepara. *Jurnal of Maquares*, 3(3): 73–79. DOI: 10.14710/marj.v3i3.5624
- Huliselan, N.V., Tuapattinaja, M.A., Mamesah, J.A., & Tetelepta, J.M., 2023. Konektivitas Kawasan Konservasi (Terumbu Karang, Mangrove Dan Lamun) Dan Sumber Daya Ikan. *Blue*, 101: p. 6145.
- Kepmen LH. No. 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove. Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Kepmen LH. No. 51 Tahun 2004 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan. Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Lee, S. Y., Primavera, J. H., Dahdouh-guebas, F., Mckee, K., Bosire, J. O., Cannicci, S., Diele, K., Fromard, F., Koedam, N., Marchand, C., Mendelssohn, I., Nibedita, M., & Sydne, R., 2014. Ecological Role and Services of Tropical mangrove Ecosystems: a Reassessment. *Global Ecology and Biogeography*, pp. 1–18. DOI: 10.1111/geb.12155
- Lovelock, C.E., & Reef, R., 2020. Variable impacts of climate change on blue carbon. *One Earth*, 3(2): 195-211. DOI: 10.1016/j.oneear.2020.07.010
- Lovelock, C.E., Reef, R., Raven, J.A., & Pandolfi, J.M., 2020. Regional variation in $\delta^{13}\text{C}$ of coral reef macroalgae. *Limnology and Oceanography*, 65(10):2291-2302. DOI: 10.1002/lno.11453
- Marois, D.E., & Mitsch, W.J., 2015. Coastal Protection From Tsunamis and Cyclones Provided By Mangrove Wetlands – a Review. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 11(1): 71–83.
- Nagelkerken, I.S.J.M., Blaber, S.J.M., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L.G., Meynecke, J.O., Pawlik, J., Penrose, H.M., Sasekumar, A. and Somerfield, P.J., 2008. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: a review. *Aquatic botany*, 89(2): 155-185. DOI: 10.1016/j.aquabot.2007.12.007
- Noor, Y.R., Khazali, M., & Suryadiputra, I.N.N., 2006. Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. Bogor: PHKA/WI-IP.

- Onrizal., 2008. Panduan Pengenalan dan Analisis Vegetasi Hutan Mangrove. Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Ouyang, X., Lee, S.Y., & Connolly, R.M., 2017. Earth-Science Reviews The Role of Root Decomposition in Global Mangrove and Saltmarsh Carbon Budgets. *Earth-Science Reviews*, 166: 53–63. DOI: 10.1016/j.earscirev.2017.01.004
- Petra, J.L., Sastrawibawa, S. & Riyantini, I., 2012. Pengaruh Kerapatan Mangrove Terhadap Laju Sedimen Transpor di Pantai Karangsong Kabupaten Indramayu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(3): 329-337.
- Poedjirahajoe, E., Marsono, D., & Wardhani, F.K., 2017. Penggunaan principal component analysis dalam distribusi spasial vegetasi mangrove di Pantai Utara Pematang. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 11(1): 29-42. DOI: 10.22146/jik.24885
- Rizal, A., & Anna, Z., 2020. The Effect on Mangrove Density with Sediment Transport Rate in Sikakap Coastal Area of Mentawai Island District , West Sumatera Province , Indonesia. *Internasional Scientific Journal*, 146, 202–214.
- Safitri, Y., Saputro, S., & Hariadi, H., 2017. Hubungan Laju Sedimentasi Terhadap Kerapatan Mangrove di Pantai Pasar Banggi Kabupaten Rembang. *Journal of Oceanography*, 6(4): 553-563.
- Sandilyan, S., & Kathiresan, K. 2015. Mangrove conservation: A global perspective. *Biodiversity and Conservation*, 24(12): 3081-3101.
- Sasmito, S. D., Murdiyarto, D., Friess, D. A., & Kurnianto, S. 2016. Can mangroves keep pace with contemporary sea level rise? A global data review. *Wetlands Ecology and Management*, 24(2): 263-278.
- Spalding, M., & Parrett, C. 2019. Global patterns in mangrove recreation and tourism. *Marine Policy*, 110: p.103540.