

Evaluation of Planting Success and Mangrove Habitat Suitability in Various Planting Years in Pasar Rawa Village, Langkat Regency

Ratna Sari¹, Sutan Sahala Muda Marpaung^{1*}, Dini Hardiani Has¹, Aulia Putra Daulay¹

¹Program Studi Manajemen Hutan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Satya Terra Bhinneka, Medan, Sumatera Utara, Indonesia;

Article History

Received : August 02th, 2023

Revised : August 21th, 2023

Accepted : September 06th, 2023

*Corresponding Author: **Sutan Sahala Muda Marpaung**,

Program Studi Manajemen Hutan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Satya Terra Bhinneka, Medan, Sumatera Utara, Indonesia;
Email:

sutanmarpaung@satyaterabbhinneka.ac.id

Abstract: Mangroves are a type of tree whose habitat is in areas influenced by sea tides. This research aims to determine the percentage of mangrove plant life and habitat characteristics at the planting location in Pasar Rawa Village in the 2018, 2019, and 2020 planting years. The research location is in the forest area of Pasar Rawa Village, which is administratively located in Gebang District, Langkat Regency, North Sumatra Province. The time of the research was carried out from March to June 2021. The success of planting *R. apiculata* mangrove species in each planting year is above 80%. Based on the measurement results at the three planting locations, the average thickness of the mud was above 40 cm. This indicates the planting location is suitable for vegetation growth. Salinity, acidity, and dissolved oxygen in all study locations are also suitable for mangrove growth. This study concludes that the survival percentage of mangrove planting in Pasar Swamp Village at three years of planting is above 80% and has suitable habitat characteristics for mangrove growth. The success of planting mangroves is inseparable from the role of the community, which maintains and carries out the planting and the types suitable for planting in that location. Suggestions for this research are that it is necessary to thin the location of the 2020 planting year because the distance is too tight and add even more specific environmental factors, such as substrate and nutrients, for even better results.

Keywords: Evaluation, mangrove, planting.

Pendahuluan

Mangrove merupakan jenis pohon yang habitatnya berada pada kawasan yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Peran ekosistem mangrove terhadap lingkungan sekitarnya antara lain sebagai pelindung pantai dari efek angin kencang, memecah gelombang dan mencegah abrasi (Barbier, 2016). Selain itu, mangrove juga memiliki peran dalam melindungi terumbu karang, menyediakan habitat dan tempat pemijahan serta menjadi sumber makanan bagi berbagai jenis ikan dan kerang. Sedangkan manfaat sosial dan ekonomi ekosistem mangrove antara lain sebagai sumber mata pencaharian (Marpaung *et al.*, 2022), sumber penghidupan dan wisata alam (Sulistiyantara & Budiarti, 2016). Konversi kawasan mangrove untuk keperluan

infrastruktur, pertambangan, produksi garam dan perkebunan kelapa sawit telah menyebabkan hilangnya hampir 800.000 ha hutan mangrove Indonesia selama 30 tahun yang menyebabkan rendahnya produktivitas dan kawasan yang terbengkalai. Data statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2017, Luas hutan mangrove Indonesia mengalami penurunan 1.633,1 ha/tahun dalam kurun waktu 2016-2017 yang disebabkan alihfungsi lahan hutan.

Konversi hutan mangrove menjadi pertambangan dan perkebunan kelapa sawit merupakan penyebab terbanyak kerusakan kawasan mangrove di Kabupaten Langkat (Basyuni *et al.*, 2018). Kecamatan Babalan, Besitang dan Gebang mengalami perubahan terbanyak yaitu sampai 75% dalam kurun waktu 20 tahun (Restu & Damanik, n.d.).

Dampak kerusakan mangrove yang mulai dirasakan membuat banyak pihak yang mulai melakukan kegiatan rehabilitasi mangrove, termasuk pemerintah yang mengeluarkan kebijakan rehabilitasi mangrove berbasis partisipasi masyarakat. Upaya rehabilitasi mangrove melibatkan masyarakat dapat menyelesaikan masalah lingkungan seperti mengurangi alihfungsi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit dan merambahan hutan (Dinda *et al.*, 2019).

Rusaknya ekosistem mangrove di Desa Pasar Rawa diakibatkan alihfungsi lahan dan perambahan hutan berdampak pada masyarakat yang menggantungkan hidupnya dari ekosistem. Hal ini terjadi karena perubahan struktur vegetasi menyebabkan terjadinya perubahan fungsi yang seharusnya disediakan ekosistem mangrove. Terdegradasinya ekosistem mangrove menyebabkan hilangnya biodiversitas dan keseimbangan layanan ekosistem mangrove (Rahim & Baderan, 2017). Melalui hak kelola dengan skema hutan desa, masyarakat yang tergabung dalam kelompok tani mendapat izin pengelolaan kawasan hutan sejak 2018 dan mulai aktif melakukan penanaman untuk mengembalikan fungsi habitat sebagaimana mestinya.

Hutan mangrove yang berada di Desa Pasar Rawa salah satu kawasan hutan yang menjadi prioritas penanaman sebagai upaya mendukung upaya rehabilitasi mangrove. Informasi terkait mangrove yang ada di Desa Pasar Rawa masih sedikit khususnya dikawasan rehabilitasi tersebut. Oleh sebab itu, untuk mendukung upaya pengelolaan yang berkelanjutan, evaluasi terhadap hasil penanaman serta karakter habitatnya perlu diketahui sebagai langkah awal untuk mendapatkan gambaran kondisi habitatnya setelah dilakukan penanaman. Berdasarkan hal tersebut tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui persen hidup tanaman mangrove dan karakteristik habitat di lokasi penanaman Desa Pasar Rawa pada tahun tanam 2018, 2019, dan 2020.

Bahan dan Metode

Lokasi penelitian

Lokasi penelitian terletak di kawasan hutan Desa Pasar Rawa yang secara administrasi

terletak di Kecamatan Gebang Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juni 2021. Pengambilan data dilakukan saat surut air laut pada pagi hari pukul 09.00 WIB. Data yang diambil meliputi data vegetasi, karakteristik habitat mulai dari fisik dan kimia (salinitas, suhu, pH, ketebalan lumpur, DO) dan biota perairan di kawasan mangrove berupa plankton Desa Pasar Rawa.

Alat dan bahan penelitian

Tallysheet, kamera, GPS, Meteran, Buku panduan identifikasi mangrove. pH meter, Refractometer, Oxynometer, Botol flakon.

Prosedur penelitian

Pengambilan data struktur vegetasi

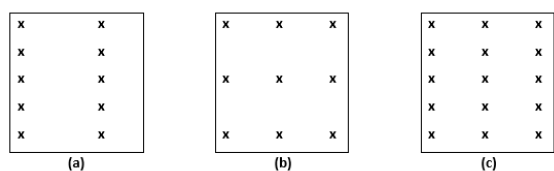
Metode pengukuran yang digunakan untuk mengetahui struktur dan komposisi vegetasi adalah menggunakan garis transek dengan peletakan PU secara sistematis sampling (Barbour *et al.*, 1987). Metode garis transek dan petak contoh (Transect Line Plot) (English *et al.*, 1997) adalah metode pencuplikan contoh populasi suatu ekosistem pada masing-masing lokasi penelitian tersebut dengan pendekatan petak contoh yang berada pada garis yang ditarik melewati wilayah ekosistem tersebut. Petak ukur (PU) yang digunakan berukuran 5 m x 5 m dengan jarak antar PU menyesuaikan dengan kondisi ketebalan mangrove di masing-masing transeknya (Poedjirahajoe *et al.*, 2017).

Penelitian ini menggunakan kawasan hutan mangrove pada 3 tahun tanam, yaitu 2018 dengan luas 15 ha, 2019 dengan luas 28 ha, dan 2020 dengan luas 1 ha. Penelitian ini menggunakan IS (intensitas sampling) sebesar 0,5 % pada tahun tanam 2018 dan 2019, sedangkan pada tahun tanam 2020 menggunakan intensitas sampling 10%. Dalam setiap plot akan diambil data tinggi tanaman, sedangkan data abiotik berupa suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut dan kedalaman lumpur.

Persen tumbuh tanaman

Jarak tanam tahun tanam 2018, 2019, dan 2020 berturut-turut adalah 3m x 1m, 2m x 2m, dan 2m x 1 m. Persen tumbuh tanaman dilihat dengan menghitung jumlah tanaman sehat dengan ciri memiliki daun dan batang lurus. Selain itu, jumlah tanaman yang harus ada dalam

1 petak ukur untuk menghitung persentase tumbuh diilustrasikan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah tanaman pada jarak tanam berbeda dalam satu petak ukur 5m x 5m di lokasi penanaman tahun 2018 (a), 2019 (b) dan 2020 (c)

Karakteristik habitat

Pengukuran data karakteristik habitat perairan dilakukan pada setiap petak ukur yang digunakan untuk mengambil data vegetasi. Pengukuran dilakukan pada saat surut dan waktu pengukuran pada masing-masing lokasi adalah sama, harapannya agar data yang diperoleh tidak terlalu bias karena terpengaruh oleh kondisi alam seperti pasang surut dan intensitas cahaya matahari. Ukuran PU yang digunakan adalah 1m x 1m. Kedalaman lumpur diukur menggunakan galah yang tancapkan pada lumpur dan diukur kedalamannya (Ulfa et al., 2018), Oksigen terlarut diukur menggunakan Dissolved Oxynometer (DO Meter), Salinitas diukur menggunakan Refractometer dan derajat keasamaan diukur menggunakan Ph meter (English et al., 1997).

Analisis data.

Persentase tumbuh

Perhitungan Persentase tumbuh menggunakan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P.105/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 dengan persamaan 1.

$$T = \frac{\sum hi}{\sum ni} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan

T: Persentase (%) tumbuh tanaman sehat.

hi: Jumlah tanaman yang terdapat pada petak ukur ke i

ni: Jumlah tanaman yang seharusnya ada pada petak ukur ke i

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan penanaman sudah dilakukan sejak ditetapkan menjadi hutan desa pada tahun 2018 hingga sekarang yaitu dengan melakukan penanaman bibit mangrove jenis *Rhizophora apiculata* di lahan tersebut. Mulanya pada tahun 2018 penanaman dilakukan oleh kelompok masyarakat kemudian pada tahun 2019 bekerjasama dengan BPDAS. Terakhir, pada tahun 2020 penanaman dilakukan dalam rangka memperingati hari mangrove sedunia.

Vegetasi mangrove merupakan jenis yang unik karena mampu beradaptasi dengan kondisi salinitas tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Dewi, 2020) bahwa vegetasi mangrove mampu beradaptasi pada daerah air payau sampai salinitas tinggi yaitu zonasi untuk komunitas mangrove adalah zona air payau ke arah laut, dengan kisaran salinitas 10- 30 ‰ antara lain *Rhizophora sp.*, *Avicenia sp.*, dan *Sonneratia sp.* Pada lokasi penanaman ditemukan tegakan tinggal seperti dari *Rhizophora apiculata*, *Brugueira gymnorrhiza*, *Sonneratia alba*, *Excoecaria agalloca*, *Acrostichum speciosum*, *Acrostichum aureum*, *Scyphiphora hydrophyllacea*, dan *Acanthus ilicifolius*. Jenis vegetasi penyusun ekosistem mangrove bisa menggambarkan kondisi habitat disuatu lokasi.

Tingkat keberhasilan penanaman mangrove

Hasil penelitian ini menunjukkan persentase hidup jenis *Rhizophora apiculata* yang ditanam pada tiga tahun tanam di hutan mangrove desa Pasar Rawa kabupaten Langkat. Selain itu, rata-rata kerapatan dan tinggi vegetasi pada masing-masing lokasi juga ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase hidup dan rata-rata tinggi vegetasi pada lokasi tiga tahun tanam

Jenis	Tahun tanam	% hidup	Tinggi (cm)
<i>R. apiculata</i>	2018	89	103 - 127
	2019	84,13	74 - 98
	2020	84	40 - 64

Sumber: Data Primer tahun 2021

Keberhasilan penanaman mangrove jenis *R. apiculata* pada masing-masing tahun tanam diatas 80%, Hal ini menjadikan tingkat kelangsungan hidup pohon mangrove jenis ini selama periode pertumbuhan tersebut sangat baik. Hal ini didukung dengan pertanyaan (Arifin *et al.*, 2019) bahwa Semakin sukses hasil penanaman mangrove yang dilakukan maka persentase keberhasilan dari upaya pencegahan abrasi pantai diharapkan akan menjadi tinggi pula. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.P.105/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018, penanaman di lokasi pengamatan masuk kategori berhasil. Menurut (Makaruku & Aliman, 2019), faktor yang mempengaruhi persentase hidup tanaman adalah pemeliharaan lanjutan pasca penanaman dapat berupa penyulaman terhadap tanaman yang mati dan sosialisasi awal tentang teknis penanaman kepada masyarakat agar penanaman yang dilakukan benar. Selain itu, berbagai aktifitas manusia di sekitar lokasi juga dapat mempengaruhi pertumbuhan bibit yang ditanam dan dapat merusaknya seperti kegiatan mencari kerang oleh masyarakat dan sampah nelayan yang melewati lokasi penanaman.

Usaha rehabilitasi mangrove diprioritaskan pada lokasi yang terbuka dengan jarak tanam yang tidak terlalu rapat agar bibit dapat tumbuh dengan optimal. Ruang tumbuh vegetasi mangrove dalam satu hektar diisi lebih kurang 3500 batang pohon (Sillanpää *et al.*, 2017). Berdasarkan hal tersebut, lokasi

penanaman tahun 2020 termasuk kategori terlalu rapat. Hal ini juga karena jarak tanam nya 1m x 2m. oleh sebab itu, Penjarangan perlu dilakukan dengan harapan pertumbuhan tanaman mangrove dapat lebih optimal. Menurut (Nurmadi *et al.*, 2021) bahwa Penjarangan dilakukan untuk memberikan ruang tumbuh yang optimal, sehingga akan hidup dengan baik. Pertumbuhan yang optimal berkaitan dengan tujuan pengelolaan khususnya rehabilitasi pada kawasan hutan produksi. Kebutuhan kayu dimasa yang akan datang dapat terpenuhi apabila pertumbuhan tegakan optimal. Selain itu, Tujuan penanaman untuk perlindungan dan konservasi juga membutuhkan pertumbuhan secara optimal (Utina, 2015). Hal ini akan berkaitan dengan penyerapan karbon di atmosfer yang berperan terhadap pembangunan di Sumatera Utara yang rendah emisi. Selama pohon atau tegakan itu hidup, maka proses penyerapan karbon dioksida dari atmosfer terus berlangsung (Dinilhuda *et al.*, 2018) dan menahan karbon yang merupakan salah satu penyebab pemanasan tersebut (Sulistiana, n.d.).

Karakteristik habitat mangrove

Habitat merupakan suatu areal yang berkaitan dengan tempat hidup suatu organisme dan merupakan tempat bertemunya berbagai kondisi lingkungan. Karakteristik habitat yang dihitung adalah kedalaman lumpur, oksigen terlarut, derajat keasaman, dan salinitas yang di uraikan sebagai berikut (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-rata nilai karakteristik habitat pada setiap tahun tanam

Tahun tanam	2018	2019	2020
Variabel	Rata-rata ± SE	Rata-rata ± SE	Rata-rata ± SE
Ketebalan lumpur (cm)	44.44 ± 4.03	47.49 ± 2.29	52.33 ± 3.51
Salinitas (‰)	19.1 ± 0.13	17.91 ± 0.05	17.84 ± 0.05
pH	7.9 ± 0.07	8.0 ± 0.05	7.9 ± 0.04
DO (mg/l)	4.53 ± 0.09	4.10 ± 0.06	3.24 ± 0.06

Sumber: Data Primer Tahun 2021

Tersedianya unsur hara pada ekosistem mangrove berbanding lurus dengan kedalaman lumpur (Poedjirahajoe *et al.*, 2011). Berdasarkan hasil pengukuran pada ketiga lokasi penanaman, rata-rata ketebalan lumpur diatas 40 cm. Hal ini menunjukkan lokasi penanaman sesuai untuk pertumbuhan vegetasi. Sesuai pernyataan Kedalaman lumpur yang baik untuk

pertumbuhan mangrove adalah lebih dari 40 cm (Matatula *et al.*, 2019). Salinitas, derajat keasaman dan oksigen terlarut pada seluruh lokasi penelitian juga sesuai untuk pertumbuhan mangrove. Hal ini sesuai dengan temuan dari (Lestari *et al.*, 2018) mengatakan bahwa salinitas air tanah, derajat keasaman dan oksigen terlarut mempunyai peranan penting yaitu sebagai faktor

penentu pertumbuhan dan keberlangsungan kehidupan mangrove. Umumnya salinitas untuk pertumbuhan mangrove berkisar 10-30 ppt (Kusmana & Onrizal, 2003), derajat keasaman 7 – 8,5 (Susiana, 2015) dan oksigen terlarut 1,7 – 3,4 mg/l (Ng *et al.*, 2003).

Kesimpulan

Persentase hidup penanaman mangrove di desa pasar rawa pada tiga tahun tanam diatas 80 % dan memiliki karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan mangrove. Keberhasilan penanaman mangrove ini tidak terlepas dari peran masyarakat yang menjaga dan melakukan penanaman serta jenis yang memang sesuai ditanam pada lokasi tersebut. Saran untuk penelitian ini adalah perlu dilakukan penjarangan pada lokasi tahun tanam 2020 karena jaraknya yang terlalu rapat serta menambahkan faktor lingkungan yang lebih spesifik lagi seperti substrat dan unsur hara agar hasil lebih baik lagi.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti ucapkan terima kasih kepada warga kelompok tani kecamatan Gebang kabupaten Langkat, kepada Sutan Sahala Muda Marpaung yang terlibat dalam penelitian ini, baik secara moral maupun materil.

Referensi

- Arifin, M. Z., Mulalinda, P., Kalesaran, J., Tauladani, S., & Asia, A. (2019). Studi Tingkat Keberhasilan Penanaman Mangrove di Pesisir Desa Dagho, Kabupaten Kepulauan Sangihe, Desa Matahit Kabupaten Kepulauan Talaud dan Kelurahan Pasirpanjang, Kecamatan Lembah Selatan, Kota Bitung. *Frontiers: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(1).
- Barbier, E. B. (2016). The protective service of mangrove ecosystems: A review of valuation methods. *Marine Pollution Bulletin*, 109(2), 676–681. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.01.033>
- Barbour, M. G., Rejmanek, M., Johnson, A. F., & Pavlik, B. M. (1987). Beach vegetation and plant distribution patterns along the northern Gulf of Mexico. *Phytocoenologia*, 201–233. DOI: 10.1127/phyto/15/1987/201
- Basyuni, M., Fitri, A., & Harahap, Z. A. (2018). Mapping and analysis land-use and land-cover changes during 1996-2016 in Lubuk Kertang mangrove forest, North Sumatra, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 126, 012110. DOI: 10.1088/1755-1315/126/1/012110
- Dewi, Y. K. (2020). Diversitas Vegetasi Mangrove di Pesisir Pantai Blekok Kecamatan Kendit Kabupaten Situbondo Jawa Timur. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(6), 1223–1226. DOI: <https://doi.org/10.47492/jip.v1i6.222>
- Dinda, N., Suadi, S., & Sahubawa, L. (2019). Rehabilitation of Mangrove Ecosystem Through Community-Based Project and the Current Economic Value: A Case Study of Rehabilitation Project in Lubuk Kertang Village, Langkat Regency, North Sumatera. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 20(2), 71. DOI: <https://doi.org/10.22146/jfs.34067>
- Dinilhuda, A., Akbar, A. A., & Jumiaty, J. (2018). Peran ekosistem mangrove bagi mitigasi pemanasan global. *Jurnal TEKNIK-SIPIL*, 18(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.26418/jtst.v18i2.31233>
- English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. (1997). *Survey manual for tropical marine resources*. URL: <http://113.160.249.209:8080/xmlui/handle/123456789/15186>
- Kusmana, C., & Onrizal, S. (2003). Jenis-jenis pohon mangrove di teluk Bintuni, Papua. *Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor Dan PT. Bintuni Utama Murni Wood Industries, Bogor*.
- Lestari, J. K. T. A., Karang, I. W. G. A., & Puspitha, N. L. P. R. (2018). Daya Dukung Ekosistem Mangrove Terhadap Hasil Tangkap Nelayan di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(1), 67–77.
- Makaruku, A., & Aliman, R. (2019). Analisis Tingkat Keberhasilan Rehabilitasi Mangrove Di Desa Piru Kecamatan Seram Barat Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 19(2). DOI: <https://doi.org/10.37412/jrl.v2i2.2>

- Marpaung, S. S. M., Yunasfi, Y., & Basyuni, M. (2022). Pengelolaan Hutan Mangrove Berbasis Silvofishery di Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 8949–8960. DOI: <https://doi.org/10.31004/jptam.v6i2.3802>
- Matatula, J., Poedjirahajoe, E., & Pudyatmoko, S. (2019). Sebaran spasial kondisi lingkungan hutan mangrove di pesisir pantai Kota Kupang. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 9(2), 467–482. DOI: <https://doi.org/10.29244/jpsl.9.2.467-482>
- Ng, J. C., Noller, B. N., Bruce, S. L., & Moore, M. (2003). *Bioavailability of metals and arsenic at contaminated sites from cattle dips, mined land and naturally occurring mineralisation origins*. URL: <https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:69683>
- Nurmadi, R., Elhanafi, A. M., Lubis, I., Tommy, T., & Siregar, R. (2021). Penanaman Bibit Mangrove dan Penyuluhan Penting nya Budidaya mangrove di Daerah Pesisir (Kel. Nelayan Indah, Kecamatan Medan Labuhan). *Prioritas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(01), 21–27. DOI: <https://doi.org/10.35447/prioritas.v3i01.376>
- 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. <https://doi.org/10.22146/jik.24885>
- Poedjirahajoe, E., Widyorini, R., & Mahayani, N. P. D. (2011). Kajian ekosistem mangrove hasil rehabilitasi pada berbagai tahun tanam untuk estimasi kandungan ekstrak tanin di pantai utara Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 5(2), 99–107. DOI: <https://doi.org/10.22146/jik.1854>
- Rahim, S., & Baderan, D. W. K. (2017). *Hutan mangrove dan pemanfaatannya*. Deepublish.
- Restu, R., & Damanik, M. R. S. (n.d.). Kajian Perubahan Tutupan Mangrove Menggunakan Citra Landsat TM Di Kabupaten Langkat Propinsi Sumatera Utara. *Jurnal Geografi*, 4(2), 69–78. DOI: <https://doi.org/10.24114/jg.v4i2.8069>
- Sillanpää, M., Vantellingen, J., & Friess, D. A. (2017). Vegetation regeneration in a sustainably harvested mangrove forest in West Papua, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 390, 137–146. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.01.022>
- Sulistiana, S. (n.d.). *Potensi Mangrove Sebagai Karbon Biru Indonesia Bagi Pembangunan Berkelanjutan*.
- Sulistiyantara, B., & Budiarti, T. (2016). Mangroves Ecosystem Conservation Plan in Ujung Alang Village, Kampung Laut District, Cilacap Regency Perencanaan Konservasi Ekosistem Mangrove Desa Ujung Alang Kecamatan Kampung Laut Kabupaten Cilacap. *Journal of Tropical Silviculture*, 7(2). DOI: <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.7.2.%25p>
- Susiana, S. (2015). Analisis kualitas air ekosistem mangrove di estuari Perancak, Bali. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 8(1), 42–49.
- Ulfa, M., Ikejima, K., Poedjirahajoe, E., Faida, L. R. W., & Harahap, M. M. (2018). Effects of mangrove rehabilitation on density of *Scylla* spp. (mud crabs) in Kuala Langsa, Aceh, Indonesia. *Regional Studies in Marine Science*, 24, 296–302. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2018.09.005>
- Utina, R. (2015). *Pendidikan Lingkungan Hidup dan Konservasi Sumberdaya Alam Pesisir*.