

# Analisis Laju Deforestasi Hutan Mangrove Menggunakan GIS di Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang

Elfayetti<sup>1\*</sup>, Rosni<sup>1</sup>, Novida Yenny<sup>1</sup>, M Taufik Rahmadi<sup>1</sup> dan Herdi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Negeri Medan; e-mail: [elfayetti@unimed.ac.id](mailto:elfayetti@unimed.ac.id)

<sup>2</sup>UMN-Alwashliyah

## ABSTRAK

Hutan mangrove memiliki peran penting dalam ekologi dan sosial ekonomi. Namun ekosistem mangrove terus mengalami deforestasi. Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang merupakan salah satu kecamatan yang juga mengalami deforestasi akibat konversi lahan mangrove. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi laju deforestasi mangrove secara spasial dan menganalisis factor penyebabnya. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi, interpretasi citra multi-temporal Landsat 8, wawancara dan studi dokumen. Teknik analisis data menggunakan analisis spasial dengan SIG dan analisis data secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan deforestasi terjadi pada Desa Percut dan Desa Tanjung Rejo Kecamatan Percut Sei Tuan. Laju deforestasi mangrove tertinggi terdapat pada Desa Percut. Faktor antropogenik atau aktivitas manusia menjadi penyebab utama deforestasi mangrove di Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang yang meliputi aktivitas perikanan khususnya tambak. Kelompok nelayan memiliki perizinan untuk membuka lahan mangrove untuk dijadikan pertambakan. Bahkan ada kepemilikan lahan mangrove secara pribadi di Desa Percut dan Desa Tanjung Rejo. Sedangkan faktor alam tidak terlalu berpengaruh pada kerusakan ekosistem mangrove di Kecamatan Percut Sei Tuan. Usaha konservasi dan rehabilitasi mangrove di Kecamatan Percut Sei Tuan sudah dilaksanakan. Namun tingginya angka konservasi lahan tidak mampu mengimbangi program konservasi, sehingga luasan hutan mangrove terus mengalami penurunan sepanjang tahun.

**Kata kunci:** Deforestasi, Mangrove, SIG

## ABSTRACT

Mangrove forests have an important role in ecology and socio-economic. However, the mangrove ecosystem continues to deforestation. Percut Sei Tuan Subdistrict, Deli Serdang Regency, is one of the sub-districts that deforestation due to conversion of mangrove land. The purpose of this research is to spatially identify the rate of mangrove deforestation and analyze the causal factors. Data collection was carried out by observation, interpretation of Landsat 8 multi-temporal imagery, interviews and document studies. The data analysis technique used spatial analysis with GIS and descriptive data analysis. The results showed that deforestation occurred in Percut Village and Tanjung Rejo Village, Percut Sei Tuan Subdistrict. The highest rate of mangrove deforestation is in Percut Village. Anthropogenic factors or human activities were the main cause of mangrove deforestation in Percut Sei Tuan Subdistrict, Deli Serdang Regency, which includes aquaculture especially ponds. Fishermen groups have permits to manage mangrove land for aquaculture. Furthermore, we found a private ownership of mangrove land in Percut Village and Tanjung Rejo Village. While natural factors do not really affect the damage to the mangrove ecosystem in Percut Sei Tuan Subdistrict. Mangrove conservation and rehabilitation efforts in Percut Sei Tuan District have been carried out. However, the high rate of land conservation has not been able to keep up with conservation programs, so that the area of mangrove forests continues to decline throughout the year.

**Keywords:** Deforestation, Mangrove, GIS

**Citation:** Elfayetti, Rosni, Yenny, N., Rahmadi, M. T., dan Herdi. (2024). Analisis Laju Deforestasi Hutan Mangrove Menggunakan GIS Di Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(3), 565-570, doi:10.14710/jil.22.3.565-570

## 1. PENDAHULUAN

Mangrove merupakan ekosistem yang khas dan umumnya ditemukan pada wilayah pesisir yang berlumpur dan muara sungai. Ekosistem ini banyak ditemukan pada kawasan pesisir Indonesia. Hutan mangrove merupakan ekosistem pada pertemuan wilayah daratan dan marine yang kaya dengan

keanekaragaman flora dan fauna (Friess et al, 2019) dan banyak kehidupan manusia bergantung pada ekosistem ini (Romanach et al, 2018). Ekosistem mangrove memiliki peran penting dalam pembudidayaan ikan, bahan bakar, bahan obat, bahan tekstil (Rivera et al, 2017), perlindungan garis pantai, pengendali erosi, iklim (Barbier, 2016), siklus

nutrient, habitat pembiakan (Carugati et al, 2018), dan pemanfaatan untuk pariwisata (Worthington et al, 2020). Selain itu ekosistem mangrove juga sebagai pengendali sedimen pantai dan penyimpanan karbon (Alongi, 2014). Ekosistem mangrove menjaga kehidupan biota dan manusia dari dampak badai dan tsunami (Alongi, 2008).

Mangrove tersebar di 118 negara dan menutupi permukaan bumi sekitar 137,760 km<sup>2</sup> (Giri et al, 2011). Namun ekosistem mangrove di dunia ini terus mengalami penurunan di berbagai negara. Laju penurunan ekosistem mangrove di dunia sangat signifikan selama 40 tahun terakhir (Spalding et al, 2021). Laju hilangnya mangrove dunia sekitar 1–2% per tahun, hampir mencapai 35% pada periode 20 tahun terakhir ini (Polidoro, 2010). Sekitar 20% hutan mangrove di Afrika telah hilang, 63 km<sup>2</sup> punah sejak tahun 2005 terutama di Afrika Barat yang meliputi Gabon, Sierra Leone, Guinea dan Senegal (Cormier et al, 2010).

Indonesia juga mengalami laju deforestasi yang tinggi pada hutan mangrove (Campbell & Brown, 2015). Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (2020) menunjukkan bahwa periode 1980-2005, Indonesia sebagai negara yang memiliki mangrove terluas di dunia (3.3 Mha) telah kehilangan hampir 30% hutan mangrove. Periode 2009 – 2019, total luasan ekosistem mangrove yang hilang mencapai 182,091 ha (Arifanti et al, 2021). Penyebab utama hilangnya ekosistem mangrove ini adalah konversi lahan mangrove menjadi pertanian, perikanan, pertambangan minyak dan gas serta pembangunan kota (Murdiyarso et al, 2015; Elfayetti et al, 2022). Kalimantan dan Sumatera menjadi pulau yang laju penurunan mangrove tertinggi dibandingkan yang lain yaitu 6850 ha dan 5832 ha per tahun (Arifanti et al, 2021). Konversi lahan mangrove menjadi perikanan menjadi penyebab utama.

Kabupaten Deli Serdang merupakan salah satu kabupaten yang memiliki hutan mangrove terluas di Provinsi Sumatera Utara. Hutan mangrove tersebar pada 4 kecamatan di Kabupaten Deli Serdang yaitu Kecamatan Percut Sei Tuan yang meliputi Desa Percut dan Desa Tanjung Rejo; Kecamatan Pantai Labu yang meliputi Desa Bagan Serdang, Desa Denai Kuala, Desa Paluh Sibaji, Desa Rugemuk dan Desa Sei Tuan; Kecamatan Hampan Perak yaitu Desa Paluh Kurau; Kecamatan Labuhan Deli yaitu Desa Karang Gading. Luasan hutan mangrove yang ada di Kabupaten Deli Serdang juga mengalami penurunan akibat faktor manusia dan faktor alam. Kecamatan Percut Sei Tuan mengalami laju konversi lahan hutan mangrove yang cukup tinggi dalam beberapa periode (Elfayetti et al, 2022). Bahkan konversi ini mendapatkan izin dari pemerintah sehingga berstatus legal. Padahal hutan mangrove memiliki fungsi yang sangat penting baik pada aspek ekologi dan ekonomi.

GIS dapat digunakan untuk berbagai keperluan analisis data spasial berbagai bidang termasuk inventarisasi sumber daya alam (Delita et al, 2019).

Pramudito et al (2020) dan Zaki et al (2012) menyatakan software GIS dapat digunakan untuk identifikasi perubahan luasan, kerusakan, konversi lahan ataupun deforestasi mangrove dengan akurat. Berdasarkan uraian tersebut tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi konversi lahan hutan mangrove menggunakan analisis spasial dengan *Geographical Information System* (GIS) dan menganalisis faktor penyebab deforestasi di Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara.

## 2. METODE PENELITIAN

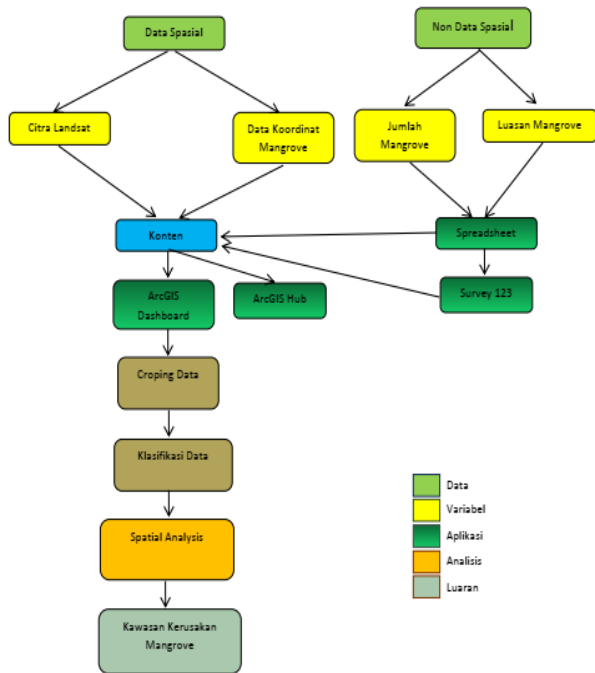
Lokasi penelitian ini adalah Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang yang memiliki sebaran hutan mangrove Desa Tanjung Rejo dan Desa Percut. Secara astronomis Kecamatan Percut Sei Tuan terletak diantara 3°54'-4°23' Lintang Utara dan antara 99°12'-99°27' Bujur Timur. Desa Tanjung Rejo memiliki luas 19 km<sup>2</sup> dan Desa Percut dengan luas wilayah 10,63 km<sup>2</sup>. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini:



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara  
Sumber: Google Earth (2022)

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi, wawancara dan interpretasi citra multi-temporal Landsat 8. Observasi digunakan untuk mengetahui kondisi eksisting mangrove di Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang. Wawancara semi terstruktur dilakukan untuk memperoleh informasi tentang penyebab deforestasi mangrove. Responden penelitian terdiri atas kepala Desa Percut Sei Tuan (1 orang), ketua kelompok nelayan (2 orang), pemerhati lingkungan dari NGO (1 orang) dan masyarakat desa (30 orang). Masyarakat dipilih berdasarkan tempat tinggal di sekitar mangrove lebih dari 10 tahun. Citra satelit multi-temporal digunakan untuk mengidentifikasi laju deforestasi mangrove pada periode 2012, 2017 dan 2022. Data sekunder diperoleh melalui dokumen desa, Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup serta review hasil penelitian relevan. Analisis data dilakukan dengan tahapan reduksi, kategorisasi, penyajian data dan kesimpulan. Adapun langkah-langkah pengolahan dan

analisis data dari citra satelit ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Analisis Data Citra Satelit

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hutan mangrove tersebar di Desa Tanjung Rejo dan Desa Percut Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. Hasil analisis data citra multi-temporal satelit Landsat dari 2012-2017 terlihat deforestasi hutan mangrove di Kecamatan Percut Sei Tuan. Pada setiap desa terjadi konversi mangrove ke penggunaan lahan lainnya pada periode tersebut. Konversi lahan ini diantaranya dari mangrove menjadi kebun sawit, tambak, sawah dan lahan terbangun. Penurunan luasan hutan mangrove pada Kecamatan Percut Sei Tuan dapat diamati pada Tabel 1.

Tabel 1. Penurunan Luasan Mangrove di Kec. Percut Sei Tuan (Ha)

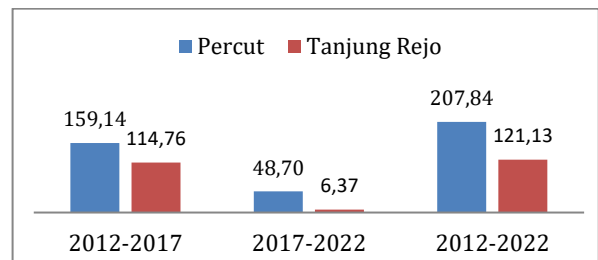
Desa	2012	2017	2022
Percut	267,98	108,84	60,13
Tanjung Rejo	213,42	98,66	92,29
Total	481,40	207,50	152,42

Sumber: Pengolahan Data Citra Satelit

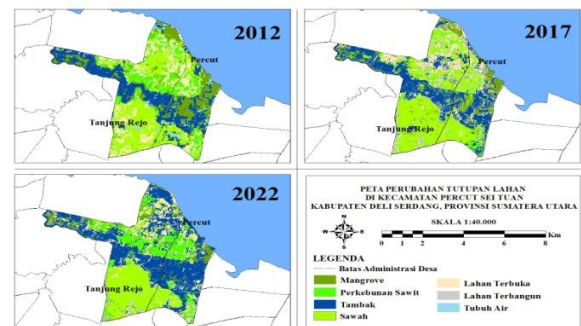
Berdasarkan Tabel 1, kedua desa di Kecamatan Percut Sei Tuan mengalami deforestasi hutan mangrove. Laju deforestasi pada tiap periode terlihat pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil analisis perubahan luasan mangrove periode 2012-2017 laju deforestasi terbesar di Desa Percut yaitu 59,38 % dari total luas mangrove Desa Percut pada tahun 2012. Sedangkan Desa Tanjung Rejo mengalami laju deforestasi sekitar 53,77 %. Pada periode 2017-2022, laju deforestasi

mangrove Desa Percut 44,74% dan Desa Tanjung Rejo hanya 6,45%. Secara keseluruhan pada periode 2012-2022, deforestasi yang terjadi di Desa Percut 77,56% dan Desa Tanjung Rejo 56,75%. Tingginya laju deforestasi hutan mangrove pada kedua desa tersebut akibat konversi lahan mangrove ke aktivitas perikanan, pertanian dan perkebunan. Konversi hutan mangrove terutama akibat pertambahan yang dikelola oleh kelompok nelayan lokal yang telah mendapatkan hak usaha dari pemerintah. Selain itu juga terdapat kepemilikan lahan mangrove secara pribadi. Peta perubahan tutupan lahan Desa Tanjung Rejo dan Desa Percut menunjukkan deforestasi hutan mangrove (Gambar 4).



Gambar 3. Laju Deforestasi Mangrove di Kec. Percut Sei Tuan



Gambar 4. Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Percut Sei Tuan

Laju tertinggi konversi lahan mangrove menjadi tambak terdapat pada Kecamatan Percut Sei Tuan. Sekitar 328,97 Ha penurunan hutan mangrove di Kecamatan Percut Sei Tuan pada periode 2012-2022, sebanyak 34,85 % konversi lahan mangrove ke tambak, sekitar 15,89 % konversi ke perkebunan sawit dan 49,26 % konversi ke lahan sawah, permukiman serta lahan terbuka. Terdapat lebih dari 70 tambak yang dikelola kelompok nelayan di Desa Tanjung Rejo dan Desa Percut. Tambak ini umumnya digunakan untuk membudidayakan udang dan ikan secara konvensional. Jadi penyebab utama deforestasi mangrove di Kecamatan percut Sei Tuan adalah aktivitas tambak. Kemudian, pada musim ombak besar dan penghujan, umumnya nelayan jarang melaut, nelayan menebang pohon mangrove untuk memenuhi kebutuhan hidup. Satu batang pohon mangrove dapat dijual dengan harga sekitar 25.000-50.000 per batang. Jenis mangrove yang ditebang yaitu *Avicennia sp* dan *Bruguiera sexangula* yang dapat dijadikan bahan bangunan, arang dan kayu bakar.





**Gambar 5.** Tambak di Kecamatan Percut Sei Tuan

Deforestasi atau penurunan luas hutan mangrove akibat konversi lahan dapat dikelompokkan menjadi 4 bagian utama yang meliputi (1) perikanan yang terdiri atas tambak ikan, kolam terbuka dan rawa terbuka, (2) pertanian terdiri atas tanaman perkebunan, pertanian lahan kering campuran, hutan tanaman dan daerah transmigrasi, (3) vegetasi rendah, terdiri dari semak belukar, tanah kosong, sabana dan rerumputan, (4) pembangunan infrastruktur, yang terdiri dari kawasan pertambangan, pemukiman dan pelabuhan/pelabuhan (Arifanti et al, 2021).

Deforestasi mangrove terjadi akibat faktor pendorong sosial-ekologis, mulai dari perubahan iklim dan gangguan alam hingga polusi dan eksploitasi antropogenik terhadap sumber daya mangrove (Lopez et al, 2016). Faktor lingkungan diantaranya perubahan iklim yang meningkatkan temperature (Alongi, 2014) dan geologi yang menyebabkan perubahan salinitas (Djamaluddin et al, 2019), bencana alam seperti badai siklon (Bhownik & Cabral, 2013) dan tsunami (Williams, 2005). Sekitar 39 % deforestasi mangrove akibat perubahan iklim yang mendorong variasi pola hujan, suhu ekstrim, kenaikan permukaan air laut, abrasi garis pantai, perubahan salinitas, perubahan PH air dan tanah. Faktor antropogenik antara lain perikanan dan pertanian, perambahan in situ (Primavera, 2000), eksploitasi sumber daya hutan (Maung & Sasaki, 2021) pengambilan air (Islam & Gnauck, 2011) urbanisasi (Goldberg, Lagomasino, Thomas, & Fatoyinbo, 2020) dan polusi hulu (Tam, 2006). Perikanan dan pertanian teridentifikasi menjadi penyebab utama deforestasi mangrove, sekitar 47 % dari tutupan mangrove dunia akibat aktivitas tersebut (Latif & Hanum, 2014)

Berdasarkan observasi lapangan dan wawancara, konversi mangrove ke penggunaan lahan lainnya memang terus terjadi seiring perkembangan daerah dan pertumbuhan penduduk. Masyarakat yang umumnya bermata pencaharian nelayan memiliki andil besar dalam konversi lahan ini. Hal yang sama juga dinyatakan Dat & Yoshino (2016), konversi mangrove menjadi perikanan seperti udang dilakukan masyarakat lokal. Kelompok nelayan mendapatkan izin dari pemerintah setempat untuk mengusahakan lahan mangrove ke pertambangan, pertanian dan kebun sawit. Pembukaan lahan ini ditujukan untuk

meningkatkan perekonomian masyarakat. Kemudian beberapa lahan mangrove juga dikuasai kepemilikannya secara individu. Faktor manusia atau antropogenik menjadi penyebab utama penurunan luas mangrove di Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang. Meskipun ada faktor alam, seperti badai, arus laut di pesisir, namun hanya sebagian kecil menjadi penyebab kerusakan atau hilangnya mangrove di wilayah ini. Sekitar 96,35 % responden mengemukakan kerusakan mangrove di Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang akibat aktivitas manusia (antropogenik) seperti perikanan dan perkebunan. Topografi pantai yang cukup landai dengan substrat berlumpur merupakan kondisi alamiah yang sebenarnya menjadi potensi tumbuhnya mangrove di pesisir pantai Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang. Masih banyak lahan potensial yang dapat ditanami mangrove. Hal ini seharusnya menjadi perhatian pemerintah dan NGO untuk menyusun program rehabilitasi dan penanaman mangrove.

Beberapa lokasi di Desa Tanjung Rejo dan Desa Percut Kecamatan Percut Sei Tuan terlihat adanya mangrove pada tingkat semai. Hal ini dikarenakan adanya rehabilitasi dengan cara penanaman mangrove kembali yang dipelopori Kementerian Lingkungan Hidup, Yayasan Gajah Sumatera, Amphibi, TNI dan masyarakat pemerhati mangrove. Akan tetapi program konservasi ini tidak akan berhasil jika laju deforestasi masih tinggi. Butuh waktu yang lama untuk pertumbuhan mangrove dari tingkat semai menuju tingkat pohon bahkan sampai puluhan tahun. Kerusakan mangrove akan meningkatkan pencemaran laut. Kehilangan 1 ha hutan mangrove dapat menurunkan produksi ikan laut sekitar 3-12 ton ikan/ udang per tahun (Kamal et al, 2005). Selain itu penanaman mangrove ini tidak selalu berhasil, ada beberapa faktor penyebab gagalnya mangrove tumbuh setelah ditanam pada lokasi yaitu waktu penanaman yang kurang tepat seperti musim ombak besar dan pasang tinggi, kurang pengetahuan tentang cara penanaman mangrove yang tepat, kurangnya perawatan mangrove setelah ditanam.

Pengelolaan mangrove yang memberdayakan dan melibatkan masyarakat secara penuh adalah solusi utama keberlangsungan hutan mangrove di pesisir. Selain fungsi ekologi, mangrove juga mempunyai potensi untuk dikembangkan menjadi ekowisata. Basyuni et al (2018) dan Yilmaz et al (2013) menyatakan manajemen mangrove berbasis masyarakat akan meningkatkan pengembangan ekowisata. Ekowisata mangrove merupakan bagian pembangunan berkelanjutan yang memberikan kontribusi pada perlindungan lingkungan, sumber daya alam dan manfaat sosial ekonomi yang langsung diperoleh oleh masyarakat lokal (Datta et al, 2012) (Richards & Friess, 2012). Hanifah et al (2018) dan Elfayetti et al (2022) mengemukakan partisipasi aktif masyarakat dalam pengelolaan hutan mangrove sangat dibutuhkan dengan mempertimbangkan dua faktor utama yaitu faktor manajemen (partisipasi

masyarakat lokal dalam manajemen, proses pengambilan keputusan, keterlibatan dalam perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan, partisipasi masyarakat sebagai manager, pelaksana dalam manajemen mangrove); faktor pengetahuan (tingkat pendidikan masyarakat, keuntungan hutan mangrove bagi masyarakat, dan dukungan masyarakat dalam manajemen hutan mangrove).

#### 4. KESIMPULAN

Kajian spasial hutan mangrove menggunakan teknologi citra satelit multitemporal dan GIS menunjukkan adanya deforestasi hutan mangrove pada periode 2012-2022 di Kecamatan Percut Sei Tuan. Deforestasi ini disebabkan tingginya laju konversi lahan hutan mangrove ke sektor lainnya. Faktor utama konversi mangrove di Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang adalah faktor antropogenik yang meliputi perikanan khususnya tambak dan perkebunan sawit. Sedangkan faktor lingkungan terutama angin dan arus laut, tidak terlalu berpengaruh terhadap hutan mangrove di Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang. Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan mangrove menjadi kunci utama dalam mendukung pembangunan berkelanjutan. Oleh karena itu, pengelolaan mangrove berbasis masyarakat harus diimplementasikan demi kelestarian mangrove di masa ini dan masa yang akan datang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alongi, D. M. (2014). Carbon cycling and storage in mangrove forests. *Annual Review of Marine Science*, 6, 195–219. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010213-135020>
- Alongi, D.M. (2008). Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuaria and Coastal Shelf Science*, 78 (1), 1–13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2007.08.024>
- Arifanti, V.B., Novita, N., Subarno., and Tosiani, A. (2021). Mangrove management and climate change: A review in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 487(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/874/1/012006>
- Asbridge, E., Lucas, R., Accad, A., and Dowling, R. (2015). Mangrove response to environmental changes predicted under varying climates: Case studies from Australia. *Current Forestry Report*, 1, 178–194. <https://doi.org/10.1007/s40725-015-0018-4>
- Barbier, E.B. (2016). The protective service of mangrove ecosystems: A review of valuation methods. *Marine Pollution Bulletin*, 109 (2), 676–681. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.01.033>
- Basyuni, M., Bimantara, Y., Siagian, M., Wati, R., Slamet, B., Sulistiyono, N., and Leidonad, R. (2018, March). Developing community-based mangrove management through eco-tourism in North Sumatra, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 126(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/126/1/012109>

- Bhowmik, A.K., and Cabral, P. (2013). Cyclone sidr impacts on the sundarbans floristic diversity. *Earth Science Research*, 2, 62–79. <https://doi.org/10.5539/esr.v2n2p62>
- Bunting, P., Rosenqvist, A., Lucas, R., Rebelo, L. M., Hilarides, L., Thomas, N., Hardy, A., Itoh, T., Shimada, M., and Finlayson, C. (2018). The global mangrove watch- a new global 2010 baseline of mangrove extent. *Remote Sensing*, 10(10), 1669. <https://doi.org/10.3390/rs10101669>
- Campbell, A., and Brown, B. (2015). Indonesia's vast mangroves are a treasure worth saving. *The conversation*. Retrieved from <http://theconversation.com/indonesias-vast-mangroves-are-atreasure-worth-saving-39367/>. Accessed 10 November 2022
- Carugati, L., Gatto, B., Rastelli, E., Martire, M., Coral, C., Greco, S., and Danovaro, R. (2018). Impact of mangrove forests degradation on biodiversity and ecosystem functioning. *Scientific Report*, 8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31683-0>
- Dat, P. T., and Yoshino, K. (2016). Impacts of mangrove management systems on mangrove changes in the Northern coast of Vietnam. *Tropics*, 24(4), 141- 151. <https://doi.org/10.3759/tropics.24.141>
- Datta, D., Chattopadhyay, R. N., and Guha, P. (2012). Community- based mangrove management: A review on status and sustainability. *Journal of Environment Management*, 107, 84- 95. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.04.013>
- Delita, F., Sidauruk, T., Yenny, N and Damanik, M. R.S. (2019). GIS application in mapping of tourism attraction in Samosir Regency North Sumatera Province. *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing
- Djamaluddin, R., Brown, B., and Lewis, R. R. (2019). The practice of hydrological restoration to rehabilitate abandoned shrimp ponds in Bunaken National Park, North Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(1), 160–170. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200119>
- Elfayetti, E., Delita, F., Rohani, R., Harefa, M.S., Matondang, M. F. G., and Herdi. (2022). Mapping of mangrove distribution in Percut Sei Tuan subdistrict Deli Serdang Regency. *Sumatra Journal of Disaster, Geography and Geography Education*, 6(1), 1-8. <http://sijdge.pjj.unp.ac.id/index.php/Sjdgge>
- Feller, I. C., Friess, D. A., Krauss, K. W., and Lewis, R. R. (2017). The state of the world's mangroves in the 21st century under climate change. *Hydrobiologia*, 803, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3331-z>
- Friess, D. A., Rogers, K., Lovelock, C. E., Krauss, K. W., Hamilton, S. E., Lee, S. Y., Lucas, R., Primavera, J., Rajkaran, A., and Shi, S. (2019). The state of the world's mangrove forests: past, present, and future. *Annual Review of Environment and Resources*, 44, 89–115. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033302>
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., and Loveland, T. (2011). Status and distribution mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology Biogeografi*, 20(1), 154–9. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584>
- Goldberg, L., Lagomasino, D., Thomas, N., and Fatoyinbo, T. (2020). Global Declines in Human-driven Mangrove Loss. *Global Change Biology*, 26, 5844–5855. <https://doi.org/10.1111/gcb.15275>

- Hanifah, A., and Addiwan, A. (2018). Community-based mangrove forest management action in Rangsang region, district of Kepulauan Meranti, Riau. *MOJ Ecology and Environmental Sciences*, 3, 339-347. <https://doi.org/10.15406/mojes.2018.03.00111>
- Islam, S., and Gnauck, A. (2011, 8–10 January). Water shortage in the gorai river basin and damage of mangrove wetland ecosystems in Sundarbans, Bangladesh. *Proceedings of the 3rd International Conference on Water & Flood Management*, Dhaka, Bangladesh.
- Kamal, E., Hermalena, L., Tamin, R., and Suardi, M. L. (2005). Mangrove Sumatera Barat. Pusat Kajian Mangrove dan Kawasan Pesisir Universitas Bung Hatta.
- Latiff, A.A., and Hanum, I. B. F. (2014). Mangrove ecosystem of Malaysia: Status, challenges and management strategies. In *Mangrove Ecosystems of Asia* Springer, New York, USA.
- Lopez, J. A., Roberts, C. M., Tilley, A., Hawkins, J. P., and Cooke, R. G. (2016). Mangroves and people: lessons from a history of use and abuse in four Latin American Countries. *Forest Ecology and Management*, 368, 151–162. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.020>
- Mangaoang, C., and Flores, A. (2019). Inventory of mangroves in Katunggan Coastal eco-park, Sultan Kudarat Province, the Philippines. *International Journal of Bonorowo Wetland*, 9 (2). <https://doi.org/10.13057/bonorowo/w90202>
- Maung, W.S., and Sasaki, J. (2021). Assessing the natural recovery of mangroves after human disturbance using neural network classification and sentinel-2 imagery in wunbaik mangrove forest, Myanmar. *Remote Sensing*, 13, 52. <https://doi.org/10.3390/rs13010052>
- Ministry of Environment and Forestry Republic of Indonesia. (2020). The State of the World's Forests 2020. Jakarta, Indonesia: Ministry of Environment and Forestry, Republic of Indonesia
- Murdiyarsa, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J. B., Warren, M. W., Sasmito, S. D., and Donato, D. C. (2015). The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation. National Climate Change [Internet]. Available from: <http://www.nature.com/doi/10.1038/nclimate2734>
- Primavera, J. H. (2000). Development and conservation of Philippine mangroves: Institutional issues. *Ecological Economic*, 35, 91–106. [http://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00170-1](http://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00170-1)
- Polidoro, B. A. (2010). The loss of species: mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLOS One*, 5(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010095>
- Pramudito, W, A., Jusup, S., & Nirwani, S., (2020). Perubahan Luasan Vegetasi Mangrove di Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak Tahun 2009 dan 2019 Menggunakan Citra Satelit Landsat, *Journal of Marine Research*, pp131-136.
- Richards, D. R., and Friess, D. A., (2012). Rate and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia 2002-2012. *Proceeding of the National Academy of Science*, 113 (2), 3344-3349. <https://doi.org/10.1073/pnas.1510272113>
- Rivera, M. V. H., Lee, S. Y., Kristensen, E., and Twilley, R.R. (2017). *Mangrove Ecosystems: A Global Biogeographic Perspective*. Springer: Cham, The Netherlands.
- Romanach, S. S., Angelis, D. L., Koh, H. L., Li, Y., Teh, S. Y., Barizan, R. S., and Zhai, L. (2018). Conservation and restoration of mangroves: Global status, perspectives, and prognosis. *Ocean Coastal Management*, 154, 72–82. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.01.009>
- Spalding, M. D., and Leal, M. (2021). The State of the world's mangroves: Global mangrove alliance. Available online: <https://www.mangrovealliance.org/mangrove-forests/>
- Tam, N. F. Y. (2006). Pollution studies on mangroves in Hong Kong and mainland China. In *The Environment in Asia Pacific Harbours*. Springer: Dordrecht, The Netherlands.
- Yilmaz, O., Mansuroglu, S., and Yilmaz, R. (2013). SWOT analysis of ecotourism as a tool for sustainable development: A case research in north-west black sea coastal zone of Turkey. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 14, 786- 798.
- Williams, N. (2005). Tsunami insight to mangrove value. *Current Biology*, 15 (3). <https://doi.org/10.1016/j.cub.2005.01.015>
- Worthington, T. A., Andradi, D.A. B., Bhargava, R., Buelow, C., Bunting, P., Duncan, C., Fatoyinbo, L., Friess, D.A., Goldberg, L., and Hilarides, L. (2020). Harnessing big data to support the conservation and rehabilitation of mangrove forests globally. *One Earth*, 2, 429–443. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.04.018>
- Zaky, A.R., C.A. Suryono & R. Pribadi., (2012). Kajian Kondisi Lahan Mangrove di Desa Bedono, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak dan Kelurahan Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Journal of Marine Research*, pp. 88-97.