

Mitigasi Bencana Masyarakat Pesisir Melalui Konservasi Mangrove di Kabupaten Langkat Sumatera Utara

A. Hadian Pratama Hamzah¹⁾ Sutrisno Anggoro²⁾ dan Sri Puryono³⁾

¹⁾Universitas Diponegoro/Illmu Lingkungan

²⁾Universitas Diponegoro/Illmu Perikanan dan Kelautan

³⁾Universitas Diponegoro/ Ilmu Lingkungan

Corresponding author: ahadianpratamahamzah@students.undip.ac.id

ABSTRAK

Mangrove memiliki beragam peran dalam wilayah pesisir, selain memiliki fungsi ekosistem mangrove juga memiliki peran dalam proses mempertahankan wilayah pesisir dari beragam bencana alam serta memiliki nilai ekonomi dan sosial dari keberadaannya. Selain berfungsi sebagai wilayah perawatan ikan dan penyedia layanan ekosistem mangrove juga memiliki peran sebagai pengatur yakni menjaga ketahanan pantai dari ombak. Fungsi mangrove sebagai bagian dari upaya mitigasi bencana yang terjadi di wilayah pesisir selama dua dekade terakhir. Kabupaten Langkat sebagai daerah pesisir merupakan wilayah rawan akan bencana di wilayah pesisir bergantung dari keberadaan tumbuhan penahan, mangrove memiliki peran sebagai penjaga wilayah pesisir dari masuknya air laut dan gelombang besar. Hal ini disebabkan karena sistem perakaran mangrove yang kuat dan memiliki struktur pengikat tanah yang baik. Akan tetapi saat ini kondisi kawasan mangrove di Kabupaten Langkat mengalami penurunan luasan lahan akibat berbagai peruntukan. Langkat berkontribusi sebesar 52% terhadap mangrove di Sumatera Utara. Dengan berkurangnya jumlah luasan mangrove berpengaruh terhadap kondisi mitigasi bencana di pesisir langkat, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis model struktur tanaman mangrove sebagai pemecah gelombang. Adapun metode yang digunakan adalah studi literatur dan observasi lapangan, adapun penelitian ini memperoleh hasil bahwa bentuk dan model formasi mangrove memberi gambaran tentang fungsi mangrove sebagai penahan ombak dan pemecah gelombang pada wilayah pesisir.

Kata Kunci: Mitigasi Bencana; Konservasi Mangrove; Pengelolaan Lingkungan; Pesisir, Langkat

ABSTRACT

Mangroves have various roles in coastal areas, apart from having the function of the mangrove ecosystem, they also have a role in the process of defending coastal areas from various natural disasters and have economic and social value from their existence. In addition to functioning as a fish care area and mangrove ecosystem service providers, it also has a regulatory role, namely maintaining the resilience of the coast from waves. The function of mangroves as part of disaster mitigation efforts that occur in coastal areas has begun to be realized in the last two decades. Langkat Regency as a coastal area is a disaster-prone area in the coastal area depending on the presence of retaining plants, mangroves have a role as guardians of the coastal area from the entry of sea water and big waves. This is because the mangrove root system is strong and has a good soil-binding structure. However, currently the condition of the mangrove area in Langkat Regency has decreased its land area due to various designations, Langkat contributes 52% to mangroves in North Sumatra. By decreasing the total area of mangroves that have an effect on disaster mitigation conditions on the Langkat coast, this study aims to analyze the structural model of mangrove plants as a wave breaker. The method used is literature study and field observation, while this research shows that the shape and model of mangrove formation gives an overview of the function of mangroves as a wave barrier in coastal area.

Keywords: Disaster mitigation ; Mangrove Conservation; Management of the Environment, Coastal, Langkat

1. PENDAHULUAN

Mangrove merupakan kumpulan tanaman yang hidup pada kawasan pesisir dimana terletak antara wilayah laut dan daratan ditepian sungai hingga muara yang menuju ke laut. Ekosistem mangrove dapat bertahan pada kondisi habitatnya terutama pasang surut air laut dan gelombang karena memiliki struktur akar yang kuat. Fungsi inilah yang berperan besar dalam

menjaga kondisi pesisir dari berbagai ketidakstabilan alam. Secara fisiologis mangrove memiliki kemampuan dalam bertahan hidup pada wilayah tanah berlumpur dan wilayah perairan, kemampuan adaptasi ini memungkinkan mangrove dapat bertahan pada cuaca buruk dan beragam bencana di wilayah perairan. Keberadaan mangrove yang berada di air payau membentuk akar yang kuat dan saling terjalin dengan karakteristik adanya sistem perakaran yakni akar nafas, kemampuan daun yang beradaptasi dengan kadar garam yang tinggi. Dengan beragam kemampuan mangrove dalam hidupnya pada wilayah pasang surut air laut kumpulan tumbuhan bakau ini memiliki fungsi besar dalam keberlanjutan wilayah pesisir baik ketahanan ekonomi lokal dan bencana alam (Sannigrahi et al., 2019). Sebagai fungsi keseimbangan pada pertahanan pesisir jumlah luasan hutan mangrove terus menurun luasannya di Langkat Sumatera Utara. Ada beragam kondisi kerusakan hutan mangrove yang diakibatkan oleh kondisi alamiah seperti perubahan iklim dan ketahanan hidup bakau pada habitatnya dan yang kedua karena aktivitas manusia pada wilayah pesisir yang mengalihfungsikan mangrove menjadi beragam peruntukan lain sehingga mengurangi jumlah luasan. Dengan berkurangnya jumlah luasan mangrove sebagai penahan gelombang air laut di wilayah pesisir maka potensi bencana juga kerap terjadi di Kabupaten Langkat yang berada di Pulau Sumatera. Secara geologi terdapat pertemuan beberapa lempeng tektonik yang terkait wilayah pesisir di Sumatera yakni Indo-Australia, Eurasia dan Lempeng Pasifik yang terus aktif menjadikan wilayah pesisir rentan terhadap bencana seperti tsunami (Riyandari, 2017), menyatakan bahwa selama 200 dekade hingga saat ini, Indonesia telah mendapati kejadian tsunami sejumlah 110 kali. Keterkaitan antara ekosistem mangrove dengan bentuk perakaran yang kuat memiliki kemampuan dalam memecah ombak, menahan angin besar dan pengikisan tanah di wilayah pesisir serta masuknya air pada wilayah pesisir. Mangrove memiliki jenis dan struktur daun serta akar yang berbeda-beda dengan keunikannya masing-masing, namun secara umum kemampuan dalam bertahan pada tanah lumpur menjadikan mangrove tanaman yang cocok pada wilayah pesisir. Dengan beragam kegunaan fisik mangrove maka artikel diharapkan dapat menjawab tantangan mitigasi bencana di wilayah pesisir melalui analisis tentang model dan pola sebaran mangrove di Kabupaten Langkat, harapannya Artikel ini dapat dijadikan sebuah referensi ilmiah terkait konservasi mangrove yang perlu dilakukan di Kabupaten Langkat sebagai upaya mengatasi bencana di wilayah pesisir.

2. METODE

Metodologi yang digunakan dalam tulisan ini adalah studi literatur dan wawancara, studi pengumpulan informasi berupa data dari sumber-sumber yang berhubungan dengan luasan mangrove melalui citra Landsat, pada kawasan hutan mangrove. Data-data yang didapatkan dari berbagai artikel jurnal, laporan-laporan program daerah dan beberapa buku penunjang lainnya. Desain penelitian dilakukan secara deskriptif dengan harapan dapat memaparkan kondisi temuan dan perbaikan konservasi mangrove, pengumpulan data juga dilakukan dengan kekhususan pada masyarakat pesisir secara wawancara dengan purposive sampling.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara geografis, Kabupaten Langkat berada pada berada pada 3° 14'– 4° 13' Lintang Utara, 97°52' – 98° 45' Bujur Timur dan 4 – 105 m dari permukaan laut. Luas Kabupaten Langkat ± 6.263,29 Km² (626.329 Ha) yang terdiri dari 23 Kecamatan dan 240 Desa serta 37 Kelurahan Definitif. Secara letak, Kabupaten Langkat berbatasan dengan Kabupaten Aceh Tamiang dan Selat Malaka di sebelah Utara, di sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Karo, di sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Aceh Tenggara / Tanah Alas, dan di sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Deli Serdang (Badan Pusat Statistik Kab & Langkat, 2016).

a. Peta Mangrove Kabupaten Langkat Tahun 2019

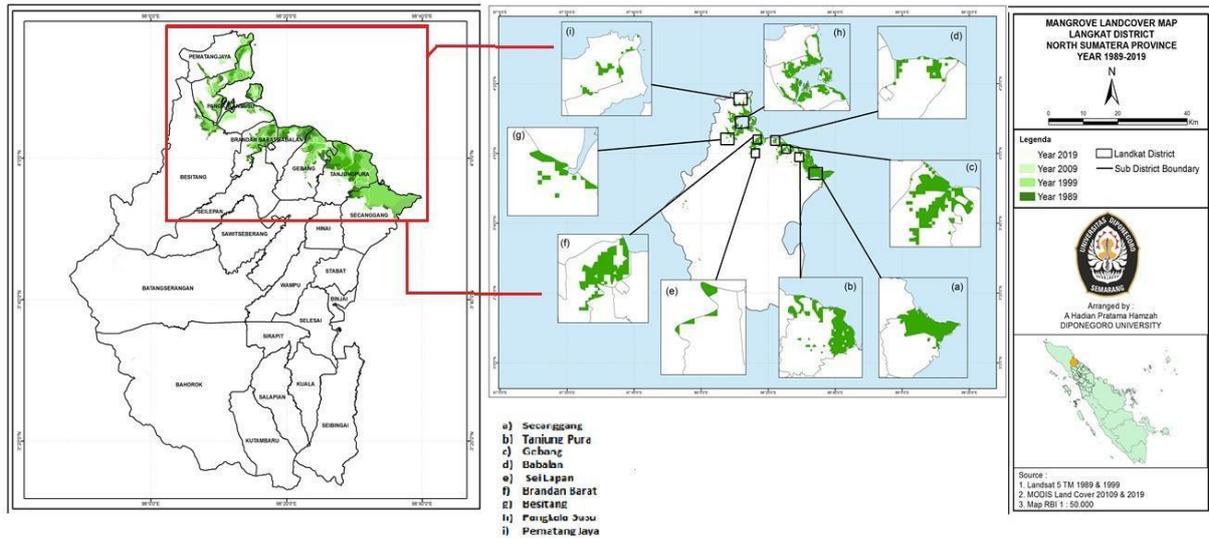
Berdasarkan hasil interpretasi citra landsat 5 TM, luas tutupan mangrove Kabupaten Langkat adalah 28.702 Ha. Tutupan mangrove tersebut tersebar di 9 kecamatan yang berada di wilayah pesisir Langkat. Kecamatan yang memiliki tutupan mangrove paling luas adalah Pangkalan Susu dengan luas 8.198 Ha atau 20,95 % dari total luas mangrove di Kabupaten Langkat. Sedangkan Kecamatan Secangung dan Tanjung Pura juga memiliki tutupan mangrove yang luas yaitu masing-masing 7.171 Ha dan 5.068,14 Ha (Hamzah, 2020).

Tabel 1. Luas Mangrove Kabupaten Langkat per Kecamatan Tahun 1989 – 2019

KECAMATAN	1989		1999		2009		2019	
	m2	Ha	m2	Ha	m2	Ha	m2	Ha
Babalan	19,548,657.34	1,954.8657	9,928,168.14	992.8168143	4,405,948.38	440.5948	8,549,787.73	854.9788
Besitang	14,188,031.14	1,418.8031	7,048,458.21	704.8458215	9,689,599.24	968.9599	5,535,067.69	553.5068
Brandan Barat	31,603,869.04	3,160.3869	16,031,180.14	1603.118014	22,257,780.46	2,225.7780	26,475,011.39	2,647.5011
Gebang	40,900,903.34	4,090.0903	22,942,727.81	2294.272781	37,483,098.08	3,748.3098	31,005,593.40	3,100.5593
Pangkalan Susu	79,266,856.16	7,926.6856	62,293,156.26	6229.315626	84,496,702.23	8,449.6702	81,982,898.31	8,198.2898
Pematang Jaya	4,671,627.93	467.1628	8,843,756.84	884.3756837	10,769,004.17	1,076.9004	10,138,851.47	1,013.8851
Secangung	78,713,480.81	7,871.3481	55,489,015.92	5548.901592	73,429,615.56	7,342.9616	71,714,828.86	7,171.4829
Sei Lapan	1,219,559.71	121.9560	1,616,180.85	161.6180848	932,799.48	93.2799	932,799.48	93.2799
Tanjung Pura	92,970,650.55	9,297.0651	82,057,122.30	8205.71223	55,930,267.60	5,593.0268	50,685,564.10	5,068.5564
TOTAL LUAS	363,083,636.02	36,308.3636	266,249,766.47	26,624.98	299,394,815.20	29,939.4815	287,020,402.42	28,702.0402

Sumber: Hamzah et al, (2020)

Pemetaan hasil LANDSAT pada penggambaran objek hutan mangrove yang ada di Kabupaten Langkat dapat dihasilkan seperti pada gambar 1. Tutupan hutan mangrove Kabupaten Langkat. Seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 1. Tutupan Hutan Mangrove Kabupaten Langkat 2019
 Sumber: Hamzah et al (2020)

Keberadaan mangrove merupakan potensi sumberdaya alam yang memiliki peran pada keberlanjutan pesisir, di Kabupaten Langkat terdapat beberapa sebaran vegetasi dan jenis mangrove yang ada kawasan mangrove. Sebagai fungsi keberlanjutan ekonomi dan fungsi ketahanan lingkungan, hutan mangrove berperan dalam mitigasi bencana pada wilayah pesisir. Pemanasan global yang kerap terjadi di wilayah pesisir diakibatkan karena berkurangnya jumlah jenis dan luasan mangrove, sehingga potensi perubahan iklim sangat dirasakan oleh masyarakat pesisir dimana kondisi lingkungan menjadi gersang dan ketika musim angin bertiup maka wilayah pemukiman warga di sekitar pantai memiliki potensi rusak karena tidak memiliki lapisan pelindung angin dari keberadaan mangrove. Secara global program prioritas pemerintah dalam mengatasi perubahan iklim pada wilayah pesisir adalah melalui kegiatan konservasi pesisir melalui rehabilitasi mangrove yang digalakkan hingga tahun 2030. Dengan harapan angka emisi karbon mencapai 40% dari kegiatan rehabilitasi mangrove di kawasan pesisir (Asrofi et al., 2017). Dalam beberapa penelitian dijelaskan bahwa sebagai fungsi penyedia layanan ekosistem mangrove memiliki peran ekonomi, terutama masyarakat nelayan dan pencari kepiting bakau dan hasil buah atau madu dalam hutan mangrove. Berdasarkan penelitian terdahulu adapun jenis tumbuhan bakau yang terdapat di hutan mangrove Kabupaten Langkat di sajikan pada Tabel 2. Vegetasi mangrove Kabupaten Langkat.

Dalam artikel ini pada Kabupaten Langkat diambil beberapa sampel pada empat tempat yakni pada Kecamatan Brandan Barat pada Lokasi I, jumlah *Rhizophora* Putih memiliki jumlah kerapatan yang tinggi dengan angka kerapatan 2000 ind/ha. Dalam kategori jenis *Rhizophora* putih dengan jumlah pancang memiliki nilai kerapatan 2700 ind/ha, pada kategori jenis tumbuhan *Rhizophora* Putih memiliki jenis 780 ind/ha. Dengan pemaparan tersebut maka dapat digambarkan bahwa adaptasi *Rhizophora* Putih pada ketahanan hidup di wilayah perairan memiliki adaptasi yang sangat baik pada lokasi I di Kecamatan Brandan Barat. (Buana Sakti Tanjung, 2016) melakukan penelitian di Desa Lubuk Kertang yang berada di Kecamatan Brandan Barat ditemukan *Rhizophora* Putih merupakan jenis bakau yang umum dan memiliki

kemampuan adaptasi lingkungan perairan yang unggul. Pada Lokasi II Kecamatan Pangkalan Susu dengan spesies bakau minyak mempunyai nilai puncak dengan angka tertinggi pada tingkatan pohon, pancang dan semai sebesar 30000 ind/ha, 12443 ind/ha dan 823 ind/ha.

Tabel 2. Jenis Vegetasi Mangrove Kabupaten Langkat

No	Family	Spesies	Local Name	Stasiun			
				1	2	3	4
1.	Acanthaceae	<i>Acanthus ilicifolius</i>	Jeruju hitam	-	-	-	✓
2.	Pteridaceae	<i>Acrostichum aureum</i>	Paku laut	-	-	-	✓
3.	Myrsinaceae	<i>Aegiceras cornilatun</i>	Teruntun	-	-	-	✓
4.	Myrsinaceae	<i>Aegiceras floridum</i>	Mange	✓	-	✓	✓
5.	Avicenniaceae	<i>Avicennia alba</i>	Api-api	✓	-	-	-
6.	Avicenniaceae	<i>Avicennia lanata</i>	Api-api	-	✓	✓	-
7.	Avicenniaceae	<i>Avicennia marina</i>	Api-api putih	✓	-	✓	✓
8.	Avicenniaceae	<i>Avicennia officinalis</i>	Api-api ludat	✓	-	-	-
9.	Rhizophoraceae	<i>Bruguiera cylindrica</i>	Tanjang Putih	✓	-	✓	✓
10.	Rhizophoraceae	<i>Bruguiera gymnorhyza</i>	Tanjang merah	✓	✓	-	✓
11.	Rhizophoraceae	<i>Ceriops decandra</i>	Tengar	✓	✓	✓	✓
12.	Rhizophoraceae	<i>Ceriops tagal</i>	Mentigi	✓	✓	✓	-
13.	Euphorbiaceae	<i>Excoecaria agallocha</i>	Buta-buta	-	-	-	✓
14.	Combretaceae	<i>Lumnitzera littorea</i>	Teruntum	-	-	✓	✓
15.	Combretaceae	<i>Lumnitzera racemosa</i>	Teruntum	-	-	-	-
16.	Arecaceae	<i>Nypa fruticans</i>	Nipah	✓	-	✓	✓
17.	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora apiculata</i>	Bakau minyak	✓	✓	✓	✓
18.	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mucronata</i>	Bakau hitam	✓	✓	✓	-
19.	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora stylosa</i>	Bakau	✓	✓	✓	✓
20.	Rubiaceae	<i>Scyphiphora hydrophidaceae</i>	Prepat	-	✓	✓	✓
21.	Molluginaceae	<i>Sesuvium portuacastrum</i>	Gelang laut	-	✓	-	-
22.	Sonneratiaceae	<i>Sonneratia alba</i>	Prepa/pedada	✓	✓	-	✓
23.	Sonneratiaceae	<i>Sonneratia caseolaris</i>	Prepat/pedada	-	✓	-	✓
24.	Sonneratiaceae	<i>Sonneratia ovata</i>	Kedabu	-	-	✓	✓
25.	Meliaceae	<i>Xylocarpus granatum</i>	Nyiri hutan	✓	✓	✓	-
26.	Meliaceae	<i>Xylocarpus moluccensis</i>	Nyiri batu	✓	-	-	-
Total Spesies				15	12	14	17

Sumber: Buana Sakti (2016)

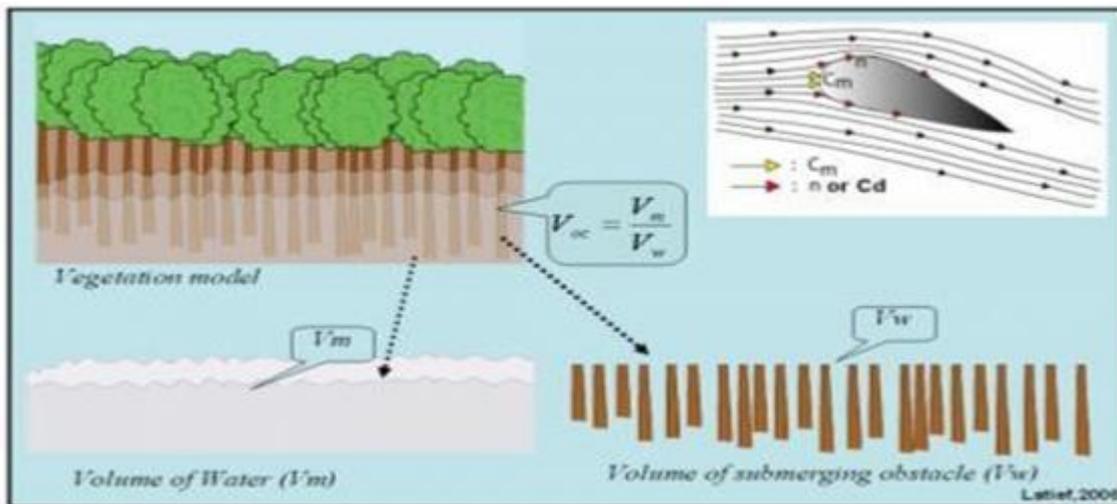
Kondisi ini diindikasikan bahwa pada suatu masa pernah dilakukan penanaman jenis bakau minyak dan jenis ini memiliki karakteristik yang cepat berkembang biak dan relatif cepat pertumbuhannya, penelitian yang terkait dengan bakau minyak pernah diteliti (Rita Juliana, 2007) di Pulau Kaledup hasil penelitian tersebut menggambarkan bahwa bakau minyak memiliki adaptasi yang baik pada wilayah yang berhadapan dengan garis pantai dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Pada lokasi III di Kecamatan Besitang terdapat jenis vegetasi yang lebih beragam dari lokasi II. *Rhizophora Stylosa* atau bakau umum memiliki nilai tertinggi pada jenis pohon, pancang dan semai sebesar 16000 ind/ha, 2243 ind/ha dan 765 ind/ha. Penelitian terkait jenis bakau ini pernah diteliti oleh (Chinangwa et al., 2017) pada pesisir pantai timur Nanggroe Aceh Darussalam bawah jenis *Rhizophora* spp., pada penyebarannya unggul dalam menyesuaikan diri di lingkungan pesisir secara umum.

Lokasi IV yakni Kecamatan Tanjung Pura. Pada nilai kerapatan Tanjang Putih nilai tertinggi pada tingkat pohon, pancang dan semai yaitu dengan nilai 16000 ind/ha, 2243 ind/ha dan 788 ind/ha. Berdasarkan hal ini berarti Pancang Putih. mampu beradaptasi di lingkungan

yang lebih kering pada wilayah pesisir sehingga karakteristik ini menjadikan jenis bakau ini hanya berada pada wilayah tertentu saja dan jenis yang tidak umum dengan nilai pH yang cenderung naik turun dan tidak selalu stabil. Kisaran nilai pH tanah yang didapat adalah 5,00 – 7,21. Berdasarkan nilai pH tersebut maka nilai pH substrat dalam kisaran netral-asam. Nilai pH terendah terdapat pada stasiun V plot 1 dan plot 2 (5,00 dan 5,67). nilai pH pada kawasan mangrove akan mudah berkembang menjadi tanah asam. Hal ini disebabkan karena di bawah vegetasi mangrove terdapat bahan-bahan organik yang berasal dari akar, batang, maupun dedaunan mangrove. Oleh karena itu, rendahnya nilai pH pada beberapa plot dalam stasiun pengamatan diduga dipengaruhi tingginya bahan organik berupa serasah mangrove.

b. Pemodelan Hutan Mangrove Melindungi Pantai dari Tsunami

Kapasitas hutan mangrove untuk mengurangi dampak tsunami dapat diperkirakan dengan model dinamika fluida. Model-model ini, yang meneliti hubungan hidrodinamika fluida yang bergerak melalui vegetasi, memerlukan berbagai parameter dan koefisien yang terkait untuk memperkirakan ketahanan hutan terhadap tsunami dengan ketinggian dan tekanan yang berbeda. Ini diperkirakan dari pengukuran diameter dan tinggi batang pohon, tinggi dan kepadatan kanopi, dan kepadatan pohon. Jika luas proyeksi efektif diketahui, seseorang dapat mengubahnya menjadi hunian volumetrik, dan koefisien Manning, koefisien drag dan koefisien inersia dapat ditentukan (Riyandari, 2017)



Gambar 2. Model vegetasi: volume vegetasi terendam, volume air dan muatan yang terbawa
 Sumber: Prabowo (2015)

Bentuk fisiologi tumbuhan pada bakau dapat dilihat dari segi tingg rendahnya jenis pohon, hal ini berpengaruh terhadap lokasi habitat, dimana secara umum jenis tanaman pendek berada tepi pantai dengan adaptasi memecah gelombang kecil. Arah angin yang datang biasanya dihalau oleh jenis bakau minyak yang memiliki ukuran lebih besar dan biasanya ada pada lapisan ketiga yang jaraknya lebih jauh dari tepi pantai. Hasil penelitian (Adri et al., 2020) di Jepang menunjukkan bahwa hutan mangrove selebar 200 m dengan kerapatan pohon 30 pohon/100 m² dan diameter pohon 15 sentimeter (cm) dapat meredam sekitar 50 % energi gelombang tsunami. Adapun dalam proses memperatahkan gelombang dan air laut

dan mengurangi resiko bencana seperti tsunami dan erosi adalah: luasan mangrove, bentuk lereng hutan, tingkat kerapatan mangrove, ukuran tanaman, komponen kimia pada tanah yang ada di sistem perakaran tinggi tanaman, bentuk tanah, tempat, jenis tumbuhan dataran rendah yang ada pada kawasan mangrove, jenis habitat tanaman lain pada pinggir pantai: habitat lamun, beragam jenis karang ukuran adapun dalam mengurangi resiko terjadinya bencana di wilayah pesisir dapat diupayakan melalui konservasi beragam jenis vegetasi dan pemantauan luasan melalui GIS sebagai bagian evaluasi jenis kerapatan mangrove di pesisir. (Prabowo, 2015) (Basyuni et al., 2018).

4. KESIMPULAN

1. Perubahan luasan mangrove berpengaruh dari aktivitas manusia sehingga perlunya kegiatan konservasi sebagai upaya mitigasi bencana dilngkungan pesisir, dimana kemampuan mangrove dalam peran ekologis dari bentuk fisiologisnya membantu dalam upaya mengurangi resiko cuaca ekstrim dan ketidakstabilan ekosistem
2. Beberapa jenis spesies mangrove yang berada di Kabupaten Langkat memiliki potensi untuk mempertahankan kondisi keberlanjutan pesisir melalui fungsi fisiologis tanaman seperti perakaran yang kuat dan bentuk tatanan yang bersifat lapisan tumbuhan membantu memecah gelombang dan mempertahankan pesisir dari masuknya air laut atau badai maupun tsunami..

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan terutama pada Dikti atas sokongan dana dalam penelitian skala kecil melalui bantuan Beasiswa Pendidikan Dalam Negeri tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Adri, K., Rahmat, H. K., Ramadhani, R. M., Najib, A., & Priambodo, A. (2020). Analisis Penanggulangan Bencana Alam Dan Netech Guna Membangun Ketangguhan Bencana dan masyarakat Berkelanjutan Di Jepang. *Nusantara: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 7(2), 408–420.
- Asrofi, A., Hardoyo, S. R., & Sri Hadmoko, D. (2017). Strategi Adaptasi Masyarakat Pesisir Dalam Penanganan Bencana Banjir Rob Dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Wilayah (Studi Di Desa Bedono Kecamatan Sayung Kabupaten Demak Jawa Tengah). *Jurnal Ketahanan Nasional*, 23(2), 1. <https://doi.org/10.22146/jkn.26257>
- Badan Pusat Statistik Kab, & Langkat. (2016). Profil Kabupaten. *Profil Kabupaten Langkat*, 144.
- Basyuni, M., Gultom, K., Fitri, A., Susetya, I. E., Wati, R., Slamet, B., Sulistiyono, N., Yusriani, E., Balke, T., & Bunting, P. (2018). Diversity and habitat characteristics of macrozoobenthos in the mangrove forest of Lubuk Kertang Village, North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(1), 311–317. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190142>
- Buana Sakti Tanjung. (2016). Kepadatan Epifauna di Lingkungan Mangrove Desa Laubuk Kertang Kecamatan Brandan Barat Kabupaten Langkat. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 1(2), 4.

- Chinangwa, L. L., Pullin, A. S., & Hockley, N. (2017). Impact of forest co-management programs on forest conditions in Malawi. *Journal of Sustainable Forestry*, 36(4), 338–357. <https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1307764>
- Hamzah, A. H. P. (2020). *J-MAS*. 5(April), 129–135. <https://doi.org/10.33087/jmas.v5i1.160>
- Prabowo, H. Y. H. (2015). Kajian Bentuk Lahan Pesisir Kota Padang Sebagai Pereda Rayapan Tsunami. *Rekayasa Sipil*, 12(1), 10.
- Rita Juliana, R. (2007). Penentuan Kerapatan Mangrove di Pesisir Pantai Kabupaten Langkat. *Jurnal Pendidikan IPA Unimed*, 1(3), 62–71.
- Riyandari, R. (2017). the Role of Mangrove in the Protection of Coastal Area From Tsunami Waves Peran Mangrove Dalam Melindungi Daerah Pesisir. *Jurnal Sains Dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 12(1), 74–80.
- Sannigrahi, S., Chakraborti, S., Joshi, P. K., Keesstra, S., Sen, S., Paul, S. K., Kreuter, U., Sutton, P. C., Jha, S., & Dang, K. B. (2019). Ecosystem service value assessment of a natural reserve region for strengthening protection and conservation. *Journal of Environmental Management*, 244(November 2018), 208–227. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.095>