

Analysis of the Physical and Chemical Properties of Soil Under Mangrove Stands in Kalangan Indah Village, Pandan District, Tapanuli Tengah Regency

Analisis Sifat Fisik dan Kimia Tanah di Bawah Tegakan Mangrove di Kelurahan Kalangan Indah Kecamatan Pandan Kabupaten Tapanuli Tengah

Risna Pratiwi Batubara¹, Sarifuddin^{*2} 

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155

*Corresponding Author: sarifuddin@usu.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received 16 June 2024

Revised : 17 July 2024

Accepted 01 August 2024

Available online:

<https://talenta.usu.ac.id/joa>

E-ISSN: 2356-4725

P-ISSN: 2655-7576

How to cite:

Batubara, R.P & Sarifuddin (2024). Analisis sifat fisik tanah di bawah tegakan Mangrove di Kelurahan Kalangan Indah Kabupaten Tapanuli Tengah. Jurnal Agroteknologi 12(3), 12-19.

ABSTRACT

*The research aims to determine soil's physical and chemical properties in the ecological zoning of mangroves in swamp land. This research was carried out in Kalangan Indah Village, Pandan District, Central Tapanuli Regency. This implementation was done using an experimental method using a non-factorial randomized complete block design (RAK) with 5 replications. The treatment factors are (Vpl) Seagrass, (Vrh) *Rhizophora apiculata*, (Vny) *Nypa fruticans*, (Vav) *Avicennia alba* and (Vco) *Cocos nucifera*. The results showed that the organic C, total N and available P contents of soil differed in different mangrove vegetation. Soil texture, soil salinity, Na-exchange and tidal runoff influence mangrove vegetation. *Rhizophora apiculata* is the dominant vegetation in the mangrove forest area and has the highest salinity because it is always flooded during high and low tides.*

Keywords: Mangrove, Physical Properties, Chemical Properties, Zoning

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan kimia tanah pada zonasi ekologi mangrove di lahan rawa. Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Kalangan Indah, Kecamatan Pandan, Kabupaten Tapanuli Tengah. Pelaksanaan ini dilaksanakan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Non Faktorial dengan 5 ulangan. Faktor perlakuan yaitu (Vpl) Padang lamun, (Vrh) *Rhizophora apiculata*, (Vny) *Nypa fruticans*, (Vav) *Avicennia alba* dan (Vco) *Cocos nucifera*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan C-organik, N-total dan P-tersedia tanah berbeda pada vegetasi mangrove yang berbeda. Tekstur tanah, salinitas tanah, Na-tukar dan limpasan pasang surut mempengaruhi vegetasi mangrove. *Rhizophora apiculata* merupakan vegetasi dominan di kawasan hutan mangrove dan memiliki salinitas paling tinggi karena selalu tergenang pada saat pasang besar dan pasang kecil.

Keyword: Mangrove, Sifat Fisik, Sifat Kimia, Zonasi



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International.
<http://doi.org/10.32734/ja.v12i3.16865>

1. Pendahuluan

Hutan mangrove salah satu komponen yang berperan penting bagi kelangsungan hidup manusia baik dari segi ekonomis, sosial maupun lingkungan. Mengingat pentingnya peran mangrove dalam menjaga fungsi ekologis wilayah pesisir, maka perlu dilakukan upaya untuk mempertahankan fungsi dan keberadaan mangrove. Dalam mengatasi degradasi hutan mangrove, perlu adanya data mengenai kondisi hutan mangrove tersebut (Hanafi *et al.*, 2021).

Indonesia adalah salah satu negara dengan hutan mangrove terluas di kawasan Asia Tenggara yaitu seluas 2,9 juta Ha dari 4,9 juta Ha atau hampir 59,8 persen dari seluruh hutan mangrove yang ada di kawasan Asia Tenggara. Namun dalam kurun waktu 10 tahun (1990-2000) luas hutan mangrove di Indonesia mengalami penurunan sebesar 17%. Pada tahun 1990, luas hutan mangrove yang terdapat di pesisir Indonesia mencapai 3,5 juta Ha kemudian pada tahun 2000 menurun menjadi 2,9 juta Ha (Giesen *et al.*, 2006).

Menurut Badan Pusat Statistik Tapanuli Tengah (2018), Kabupaten Tapanuli Tengah memiliki luasan hutan mangrove sebesar 6.931 Ha dengan tingkat kerusakan 3,607 Ha. Alimuna *et al.*, (2009) menyatakan bahwa kerusakan hutan mangrove antara lain disebabkan oleh suatu tekanan dan pertumbuhan penduduk yang cepat, terutama di wilayah pesisir, yang menyebabkan perubahan tata guna lahan dan pemanfaatan sumber daya alam secara berlebihan. Permasalahan utama dalam dampak atau tekanan terhadap habitat mangrove adalah karena adanya keinginan masyarakat untuk mengubah kawasan mangrove menjadi kawasan untuk pembangunan pemukiman dan kegiatan komersial seperti tambak udang.

Adanya perubahan tata guna lahan secara umum diakibatkan oleh tingkat pendapatan masyarakat di wilayah pesisir masih rendah, sehingga mendorong masyarakat melakukan eksploitasi hutan mangrove untuk meningkatkan pendapatannya, sehingga berdampak pada terjadinya perubahan ekologi mangrove dan berdampak pada kerusakan lahan. Menurut Dahuri *et al.*, (2008) salah satu penyebab kerusakan wilayah pesisir adalah aktivitas perekonomian yang sulit dikendalikan dan masih rendahnya kesadaran masyarakat akan pentingnya upaya pelestarian sumber daya alam wilayah pesisir. Kurangnya pemahaman masyarakat mengenai manfaat dan fungsi hutan mangrove serta rendahnya pendidikan formal membuat masyarakat kurang peduli terhadap dampak eksploitasi hutan mangrove secara berlebihan dan melakukan tindakan konversi tanpa mempertimbangkan ketersediaan hutan mangrove untuk generasi selanjutnya.

Kondisi perkembangan dan pertumbuhan hutan mangrove tidak dapat lepas dari aspek parameter lingkungan. Sifat fisik yaitu tekstur (fraksi pasir, debu dan liat) dan sifat kimia tanah berperan penting dalam kelangsungan pertumbuhan mangrove. Kegagalan rehabilitasi disebabkan oleh kurang mendukungnya faktor-faktor yang seharusnya ada dan menjadi kriteria pertumbuhan tanaman di tempat tersebut, terutama faktor salinitas. Salinitas tertentu terkait dengan jenis vegetasi tertentu, sehingga kawasan tersebut harus mempertahankan tingkat salinitas yang memenuhi kebutuhan vegetasi tersebut (Poedjirahajoe, 2002).

Berdasarkan uraian diatas, perlu diketahui bagaimana sifat-sifat tanah yang berpengaruh terhadap ekologi vegetasi mangrove. Sehingga perlu untuk melakukan penelitian analisis sifat fisik dan kimia tanah di bawah tegakan mangrove di Kelurahan Kalangan Indah, Kecamatan Pandan, Kabupaten Tapanuli Tengah.

2. Bahan dan Metode

2.1. Tempat dan Waktu

Lokasi penelitian di Kelurahan Kalangan Indah, Kecamatan Pandan, Kabupaten Tapanuli Tengah. Analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium Dasar Ilmu Tanah dan Laboratorium PT.Socfin Indonesia. Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Agustus sampai dengan November 2023.

2.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan adalah tanah di bawah tegakan mangrove sebagai sampel yang diamati, pipa paralon berukuran 2 inci dengan panjang 70 cm dan penutup pipa sebagai alat pengambilan sampel tanah, meteran dan tali rafia sebagai alat pengamatan vegetasi dominan, alat-alat laboratorium dan bahan kimia untuk analisis tanah.

2.3. Metode Penelitian

Metode penelitian menggunakan metode eksperimental. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan teknik *purposive sampling* yaitu perbedaan vegetasi di 5 titik lokasi dengan masing-masing 5 ulangan sehingga jumlah keseluruhan 25 sampel. Analisis data menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Non Faktorial, yaitu : $V_{pl} = Padang\ lamun$; $V_{rh} = Rhizophora\ apiculata$; $V_{ny} = Nypa\ fruticans$; $V_{av} = Avicennia\ alba$; $V_{co} = Cocos\ nucifera$

Data hasil penelitian yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji beda rata-rata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%.

2.4. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan di Kelurahan Kalangan Indah, Kecamatan Pandan, Kabupaten Tapanuli Tengah. Titik lokasi pengambilan sampel yaitu pada tegakan *Padang lamun*, *Rhizophora apiculata*, *Nypa fruticans*, *Avicennia alba*, dan *Cocos nucifera*. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan menancapkan pipa paralon di sekitar perakaran dengan kedalaman 0-70 cm, kemudian air yang terangkut akan dibuang dan tanahnya dimasukkan ke dalam plastik klip.

2.5. Pengamatan Vegetasi Dominan

Vegetasi dominan menggunakan pengamatan secara petak dengan ukuran 2 meter x 2 meter pada setiap titik sampel dan sudah dapat mewakili vegetasi utamanya. Pada saat pengamatan menggunakan alat bantu yaitu meteran dan tali rafia sebagai penanda batas pengukuran vegetasi dominan kemudian dilakukan perhitungan jumlah dari jenis-jenis vegetasi yang terdapat pada petak tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Zonasi Vegetasi Mangrove

Berdasarkan hasil pengamatan vegetasi dominan didapatkan pada zonasi *Rhizophora apiculata* merupakan vegetasi yang lebih rapat dan dominan karena terdapat pada zonasi *Nypa fruticans* dan *Avicennia alba*. Hal ini karena *Rhizophora apiculata* memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan sehingga dominan di lokasi penelitian. Menurut Noor *et al.*, (2006) jenis *Rhizophora apiculata* mampu beradaptasi pada perubahan salinitas dan merupakan jenis mangrove sejat tingkat ditemukannya hingga 90% disuatu habitat dibanding jenis lainnya pada suatu lokasi yang sehingga dominan dalam suatu kawasan hutan mangrove. ¹⁵

Tabel 1. Vegetasi Dominan Pada Zonasi *Rhizophora apiculata*

Lokasi	Jenis Tanaman	Jumlah
1	<i>Rhizophora apiculata</i>	3
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	3
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	3
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	3
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	3

Tabel 2. Vegetasi Dominan Pada Zonasi *Nypa fruticans*

Lokasi	Jenis Tanaman	Jumlah
1	<i>Nypa fruticans</i>	2
	<i>Rhizophora apiculata</i>	1
2	<i>Nypa fruticans</i>	2
3	<i>Nypa fruticans</i>	2
	<i>Rhizophora apiculata</i>	1
4	<i>Nypa fruticans</i>	2
5	<i>Nypa fruticans</i>	2
	<i>Rhizophora apiculata</i>	1

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan zonasi mangrove dimulai dari arah laut ke arah daratan yaitu Padang lamun yang selalu tergenang, *Rhizophora apiculata* tergenang dangkal pada saat pasang kecil, *Nypa fruticans* tergenang pada saat pasang besar, *Avicennia alba* sebagai zona transisi, *Cocos nucifera* tidak tergenang pasang kecil dan pasang besar. Hal ini berbeda dengan zonasi mangrove menurut Bengen (2001) bahwa zonasi *Avicennia* terletak paling luar dari hutan yang berhadapan langsung dengan laut dan areal ini selalu digenangi walaupun saat pasang rendah. Zonasi *Rhizophora* terletak dibelakang zonasi *Avicennia* dan areal ini digenangi oleh pasang sedang. Zonasi *Nypa* merupakan zona transisi antara hutan mangrove dengan hutan dataran rendah.

Tabel 3. Vegetasi Dominan Pada Zonasi *Avicennia alba*

Lokasi	Jenis Tanaman	Jumlah
1	<i>Avicennia alba</i>	1
	<i>Rhizophora apiculata</i>	1
2	<i>Avicennia alba</i>	1
3	<i>Avicennia alba</i>	1
4	<i>Avicennia alba</i>	1
5	<i>Avicennia alba</i>	1
	<i>Rhizophora apiculata</i>	1

Tabel 4. Vegetasi Dominan Pada Zonasi *Cocos nucifera*

Lokasi	Jenis Tanaman	Jumlah
1	<i>Cocos nucifera</i>	1
	<i>Scaevola taccada</i>	1
2	<i>Cocos nucifera</i>	1
	<i>Scaevola taccada</i>	1
3	<i>Cocos nucifera</i>	1
	<i>Scaevola taccada</i>	2
4	<i>Cocos nucifera</i>	1
	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	2
5	<i>Cocos nucifera</i>	1

Pada zonasi *Cocos nucifera* terdapat vegetasi *Scaevola taccada* dan *Hibiscus tiliaceus*. Pada lokasi penelitian *Cocos nucifera* terletak paling belakang dari vegetasi mangrove dengan tekstur tanah yaitu

lempung berpasir. Menurut Noor *et al.*, (2012) *Scaevola taccada* dapat ditemukan bagian tepi daratan dari mangrove dan *Hibiscus tiliaceus* tumbuh di habitat berpasir, yang lokasinya berada di belakang mangrove (Ariyanti dan Deden, 2018).

Diketahui bahwa zonasi yang terbentuk memiliki beberapa model yang berbeda pada lokasi di setiap daerah. Menurut Nybakken (1992) tidak ada model yang berlaku secara universal. Skema umum zonasi mangrove untuk penggunaan secara luas pada daerah Indo-Pasifik dapat digunakan, namun skema yang berlaku disuatu tempat dapat berbeda dengan tempat yang lainnya. Pembentukan zonasi hutan mangrove dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu topografi, pergerakan sedimen atau substrat, salinitas dan pasang surut air laut, kemudian akan membentuk penyebaran jenis mangrove yang secara dominan menguasai masing-masing habitat zonasinya (Mughofar *et al.*, 2018).

Pada lokasi penelitian memiliki topografi yang berlereng sehingga berpengaruh terhadap luapan pasang surut air laut dan nilai salinitas yang merupakan faktor penentu pertumbuhan jenis mangrove sehingga memunculkan penyebaran zonasi. Menurut Nedhisa (2020) bahwa *Rhizophora* dapat tumbuh pada salinitas 8-34 mS/cm, sesuai dengan data yang di dapat pada zonasi *Rhizophora apiculata* memiliki salinitas 17,74 mS/cm. Pada zonasi *Nypa fruticans* memiliki salinitas 13,66 mS/cm, menurut Mukhollif (2017) pada vegetasi nipah memiliki substrat hidup yang beragam yaitu pada salinitas rendah serta dapat hidup yang mempunyai kadar air tanah yang sangat tinggi dengan salinitas yang tinggi. Sedangkan zonasi *Avicennia alba* memiliki salinitas 8,14 mS/cm, sesuai dengan hasil penelitian Suryani *et al.*, (2018) salinitas terbaik pada *Avicennia* adalah 5-30 mS/cm. Perbedaan susunan vegetasi mangrove juga dapat berubah akibat adanya kegiatan penebangan atau penanaman ulang sehingga mangrove tidak alami lagi.

3.2 Tekstur Tanah

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat semakin ke arah laut kandungan liat semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa terjadinya selektivitas erosi pada proses erosi, sehingga semakin ke arah laut kandungan liat lebih tinggi. Menurut Halimas *et al.*, (2015) proses selektivitas erosi, mengakibatkan tekstur tanah yang halus atau liat, akan diangkut lebih dahulu dan lebih banyak dari tekstur kasar. Akibatnya, kandungan liat akan lebih tinggi pada wilayah di bawah daripada di atasnya.

Tabel 5. Hasil Analisis Tekstur Tanah Pada Tegakan Mangrove

Zonasi	Pasir	Debu	Liat	Kelas Tekstur
	-----%-----			
<i>Padang lamun</i>	65,29	11,28	23,43	Lempung Liat Berpasir
<i>Rhizophora apiculata</i>	67,31	9,48	23,21	Lempung Liat Berpasir
<i>Nypa fruticans</i>	69,06	7,82	23,12	Lempung Liat Berpasir
<i>Avicennia alba</i>	71,18	6,03	22,79	Lempung Liat Berpasir
<i>Cocos nucifera</i>	75,80	5,00	19,20	Lempung Berpasir

3.3 Sifat Kimia Tanah Pada Tegakan Mangrove

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa vegetasi mangrove berpengaruh nyata terhadap C-organik (%), N-total (%), P-tersedia (mg/kg), Na-tukar (me/100g) dan Salinitas (mS/cm) namun tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah.

Berdasarkan hasil pengamatan vegetasi dominan dengan metode kuadran 2 meter x 2 meter zonasi *Rhizophora apiculata* memiliki vegetasi yang lebih rapat dibandingkan zonasi lainnya. Semakin rapat vegetasi maka produksi serasah juga berakibat tinggi. C-organik pada zonasi *Rhizophora apiculata* sebesar 11,24% dengan kriteria sangat tinggi.

Tabel 6. Hasil Analisis Kimia Tanah Pada Tegakan Mangrove

Zonasi	pH	C-organik (%)	N-total (%)	P-tersedia (mg/kg)	Na-tukar (me/100g)	Salinitas (mS/cm)
<i>Padang lamun</i>	5,05 (m)	8,78 b (st)	0,20 b (r)	32,39 a (t)	44,02 b (st)	13,38 a (st)
<i>Rhizophora apiculata</i>	4,8 (m)	11,24 a (st)	0,41 a (s)	35,21 a (st)	70,06 a (st)	17,74 a (st)
<i>Nypa fruticans</i>	4,93 (m)	10,36 ab (st)	0,20 b (r)	36,40 a (st)	49,30 b (st)	13,66 a (st)
<i>Avicennia alba</i>	5,05 (m)	3,43 c (t)	0,04 c (sr)	15,99 b (r)	14,45 c (st)	8,14 b (t)
<i>Cocos nucifera</i>	5,02 (m)	3,10 c (t)	0,06 c (sr)	11,33 b (r)	7,01 c (st)	6,11 b (t)

Keterangan : (m)=masam ; (st)=sangat tinggi ; (t)=tinggi ; (s)=sedang ; (sr)=sangat rendah ; (r)=rendah

Menurut Irawan (2016) nilai bahan organik dipengaruhi oleh kerapatan tajuk tanaman dan kandungan C-organik yang tinggi juga akibat dari perakaran mangrove yang mati, ranting dan dedaunan (serasah) yang berguguran sehingga terjadinya aktivitas dekomposisi (Ferreira *et al.*, 2007). Sedangkan pada zonasi *Padang lamun* tidak terdapat vegetasi dan mendapatkan sisa serasah dari mangrove yang terbawa arus. Menurut Destiana dan Herlina (2021) serasah mangrove terdekomposisi, maka sebagian unsur tersebut diserap kembali oleh tanaman dan sebagian lagi terbawa arus untuk membantu menyebarkan hara bagi perairan di sekitarnya. Tingginya bahan organik akan mempengaruhi kadar asam-asam organik tanah sehingga pH tanah menjadi masam. Menurut Setiawan (2013) pH tanah yang masam karena terdapat serasah vegetasi mangrove mengalami perombakan oleh mikroorganisme sehingga menghasilkan asam-asam organik tanah yang menurunkan pH tanah.

Tingginya kandungan C-organik sejalan dengan tersedianya unsur hara. Bahan organik yang terdekomposisi oleh mikroorganisme dapat berupa Nitrogen dan Fosfat (Santoso *et al.*, 2016). Hasil penelitian menunjukkan bahwa P-tersedia memiliki kriteria sangat tinggi hingga rendah dan nilai N-total memiliki kriteria sedang hingga sangat rendah. Rendahnya nilai unsur hara terdapat pada vegetasi *Avicennia alba* dan *Cocos nucifera* karena vegetasinya tidak rapat sehingga berpengaruh terhadap produksi serasah yang sedikit. Menurut Chrisyariati *et al.*, (2014) kandungan nutrisi dapat dipengaruhi oleh kandungan biomassa dan banyaknya serasah mangrove yang terdekomposisi.

Salinitas tertinggi terdapat pada zonasi yang tergenang pasang surut yaitu *Rhizophora apiculata* sebesar 17,74 mS/cm yang berhadapan langsung dengan laut dan zonasi berikutnya *Nypa fruticans* sebesar 13,66 mS/cm dan *Avicennia alba* sebesar 8,14 mS/cm. Menurut Sari *et al.*, (2017) tingkat frekuensi pasang surut sangat menentukan perubahan salinitas. Hal ini berbeda dengan kawasan mangrove Kelurahan Mangunharjo Kecamatan Tugu Kota Semarang yaitu salinitas tertinggi terdapat pada zonasi *Avicennia alba* sebesar 20 mS/cm yang berhadapan langsung dengan laut, kemudian zonasi *Rhizophora apiculata* sebesar 18 mS/cm dan zonasi paling belakang sebesar 16 mS/cm (Tefarani *et al.*, 2019). Dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pembentukan zonasi hutan mangrove karena dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu topografi, salinitas dan pasang surut air laut yang berbeda pada tiap lokasi. Pada lokasi penelitian kondisi topografi yang berlereng menyebabkan limpasan pasang surut air laut kecil sehingga tidak menggenangi wilayah *Cocos nucifera* yang berada di zona paling belakang sedangkan di lokasi lain memiliki topografi yang landai sehingga limpasan pasang surut besar hingga menggenangi zonasi paling belakang.

Salinitas berhubungan dengan ion Na yaitu dengan meningkatnya salinitas akan berpengaruh terhadap Na-tukar, hal ini dapat dilihat pada semua zonasi memiliki salinitas tergolong tinggi dan sangat tinggi yang sejalan dengan Na-tukar yang sangat tinggi. Air laut yang selalu menggenangi zonasi mangrove pada saat pasang surut akan mempengaruhi kation-kation tertukar dalam tanah dan kation pada air laut didominasi oleh ion Na (Hidayanto *et al.*, 2004).

4. Simpulan

Kandungan C-organik, N-total dan P-tersedia tanah berbeda pada vegetasi mangrove yang berbeda. Tekstur tanah, salinitas tanah, Na-tukar dan limpasan pasang surut mempengaruhi vegetasi mangrove. *Rhizophora apiculata* merupakan vegetasi dominan di kawasan hutan mangrove dan memiliki salinitas paling tinggi karena selalu tergenang pada saat pasang besar dan pasang kecil.

Daftar Pustaka

- Alimuna, W., S, Sunarto., & S.H, Murti. (2009). Pengaruh Aktivitas Masyarakat Terhadap Kerusakan Hutan Mangrove di Rarowatu Utara, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geografi Indonesia*, 23(2) : 142-153.
- Ariyanti, E.E., & D, Mudiana. (2018). Vegetasi Tumbuhan Blok Hutan Waru-Waru Cagar Alam Pulau Sempu. *Jurnal Media Konservasi*, 23(3) : 244-252.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Tapanuli Tengah. (2018). Tapanuli Tengah Dalam Angka. Katalog BPS : 1102001.1204.
- Bengen, D.G. (2001). *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Kelautan, IPB. Bogor.
- Chrisyariati, I., B, Hendrarto., dan S, Suryanti. (2014). Kandungan Nitrogen Total dan Fosfat Sedimen Mangrove Pada Umur Yang Berbeda di Lingkungan Tambak Mangunharjo. *Management of Aquatic Resources Journal*, 3(3) : 65-72.
- Dahuri, R., J, Rais., S.P, Ginting., & M.J, Sitepu. (2008). *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. PT.Pradnya Paramita, Jakarta.
- Destiana, D., & H, Darwati. (2021). Laju Dekomposisi Serasah di Lahan Mangrove Rehabilitasi. *Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 4(1) : 62-73.
- Ferreira, T.O., X.L, Otter., P, Vidal-Torrado., & F, Macias. (2007). Redox Processes in Mangrove Soils Under *Rhizophora* Mangle in Relation to Different Enviromental Conditions. *Soil Science Society of America Journal*, 71(2) : 484-491.
- Giesen, W., W, Stephan., Z, Max., & S, Lisbeth. (2006). *Mangrove Guidebook For Southeast Asia*. Thailand. FAO.
- Halimas, A. W., A, Rauf., & M, Mukhlis. (2015). Kajian Erosi Kualitatif Pada Budidaya Tanaman Karet Rakyat Usia 15 Tahun di Desa Lau Damak Kecamatan Bahorok, Kabupaten Langkat. *Jurnal Agroekoteknologi USU*, 3(4), 106691.
- Hanafi, I., S, Subhan., & H, Basri. (2021). Analisis Vegetasi Mangrove (Studi Kasus di Hutan Mangrove Pulau Telaga Tujuh Kecamatan Langsa Barat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4) : 740-748.
- Hidayanto, M., A, Heru., & F, Yossita. (2004). Analisis Tanah Tambak Sebagai Indikator Kesuburan Tambak *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Pertanian*, 7(2) : 180-186.
- Irawan, T. (2016). Infiltrasi Pada Berbagai Tegakan Hutan di Arboretum Universitas Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, 4(3) : 21-34.
- Mughofar, A., M, Masykurib., & P, Setyono. (2018). Zonasi dan Komposisi Vegetasi Hutan Mangrove Pantai Cengkong Desa Karangandu Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(1) : 77-85.
- Mukhollif, A. (2017). Pengaruh Penambahan Daun Mangrove Nipah (*Nypa fruricans*) Sebagai Antioksidan Alami Dalam Pemurniaan Minyak Ikan Lemuru. Doctoral Dissertation, Universitas Brawijaya.
- Nedhisa, P. I. (2020). Estimasi Biomassa, Stok Karbon dan Sekuestrasi Karbon Mangrove Pada *Rhizophora* di Wonorejo Surabaya Dengan Persamaan Allometrik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 8(2), E61-E65.
- Noor, Y.R., M, Khazali., & I.N.N, Suryadiputra. (2006). *Panduan Pengenalan Mangrove Indonesia*. Bogor. Wetlands. International Indonesia. Programe.
- Noor, Y.R., M, Khazali., & I.N.N. Suryadiputra. (2012). *Panduan Pengenalan Mangrove Indonesia*. Bogor. Perlindungan Hutan Konservasi Alam.
- Nybakken, J.W. (1992). *Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis*. Marine Biology an : Ecology Approach. Jakarta, PT.Gramedia.
- Poedjirahajoe, E. (2002). Peran Faktor Fisik-Kimia Habitat Terhadap Pertumbuhan Mangrove di Delta Cisanggarung Pantai Utara Jawa Tengah. *Jurnal Forestry Bulletin*, 50 : 1-10.

- Santoso, M.R., Y, Rangkuti., & A, Muhtadi. (2016). Dekomposisi Serasah Daun *Rhizophora apiculata* dan Kontribusi Terhadap Unsur Hara di Perairan Pulau Sembilan Kecamatan Pangkalan Susu Kabupaten Langkat. *Jurnal Aquacoastmarine*, 4(4) : 29-38.
- Sari, K.W., Y, Yunasfi., & A, Suryanti. (2017). Dekomposisi Serasah Daun Mangrove *R hizophora apiculata* di Desa Bagan Asahan, Kecamatan Tanjungbalai, Kabupaten Asahan, Provinsi Sumatera Utara. *Aquatic Sciences Journal*, 4(2) : 88-94.
- Setiawan, H. (2013). Status Ekologi Hutan Mangrove Pada Berbagai Tingkat Ketebalan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 2(2) : 104-120.
- Suryani, N. A., Hastuti, E. D., & Budihastuti, R. (2018). Kualitas Air dan Pertumbuhan Semai *Avicennia marina* Pada Lebar Saluran Tambak Wanamina Yang Berbeda. *Jurnal Bulletin Fisiologi*, 3(2), 207-214.
- Tefarani, R., N.K.T, Martuti., & S, Ngabekti. (2019). Keanekaragaman Spesies Mangrove dan Zonasi di Wilayah Kelurahan Mangunharjo Kecamatan Tugu Kota Semarang. *Journal Life Science*, 8(1) : 41-53.