



Revitalisasi Mangrove Pesisir Desa Sapa Kecamatan Tenga Kabupaten Minahasa Selatan

Marcellino J. Wakari^{#a}, Hendra Riogilang^{#b}, Oktovian B. A. Sompie^{#c}

[#]Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^amarcellinowakari027@student.unsrat.ac.id, ^bhendrariogilang001@gmail.com, ^cbsompie@yahoo.com

Abstrak

Kawasan Hutan Mangrove pesisir Desa Sapa masih tergolong baik, adanya abrasi yang terjadi di Amurang, Minahasa Selatan pada tanggal 15 Juni 2022 menjadikan kekhawatiran bagi penduduk yang tinggal atau yang melintasi area pesisir Desa Sapa, abrasi yang di sebabkan ombak yang tinggi yang menyebabkan terjadinya banyak kerusakan didaerah pesisir pantai dimana daerah daratan harus adanya kehidupan mangrove. Banyaknya kebutuhan kayu bakar dan kurangnya kelestarian mangrove bisa menyebabkan bertambahnya resiko adanya abrasi didaratn sekitar pesisir Desa Sapa Kecamatan Tenga. Identifikasi kerusakan mangrove serta adanya perancangan penanaman mangrove adalah jawaban untuk masalah revitalisasi mangrove pada pesisir Desa Sapa.

Kata kunci: mangrove, kerusakan mangrove, Soonerita Alba, Rhizopora Stylosa

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

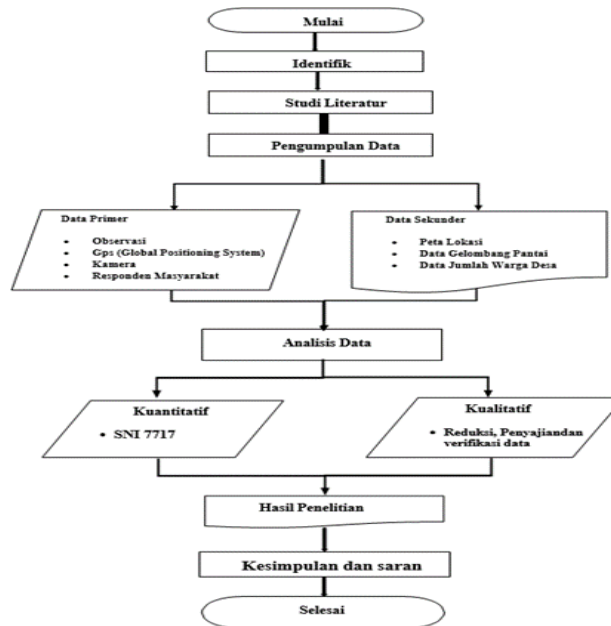
Hutan mangrove merupakan salah satu bentuk ekosistem hutan yang unik dan khas, terdapat di daerah pasang surut di wilayah pesisir, pantai, dan pulau-pulau kecil, dan merupakan potensi sumber daya alam yang sanga potensial. Hutan mangrove memiliki nilai ekonomis dan ekologis yang tinggi, tetapi sangat rentan terhadap kerusakan apabila kurang bijaksana dalam mempertahankan, melestarikan dan pengelolaannya. Salah satu manfaat dari hutan mangrove adalah sebagai peredam hempasan gelombang, system perakarannya dapat berperan sebagai pemecah gelombang sehingga pemukiman yang ada di belakangnya dapat terhindar dari tekanan gelombang badai, hal ini tentunya membuat kondisi hutan masih bisa terjaga dengan baik. Selain itu mangrove memiliki jasa ekosistem yang beragam seperti penyerapan karbon CO₂ dan siklus nutrisi.

Kerusakan mangrove disebabkan karena terjadinya abrasi, kurang mengindahkan daya dukung lingkungan pantai, serta kurang pengetahuan dan kesadaran masyarakat disekitar pantai tentang ekosistem mangrove secara ekologis/biologis sehingga kawasan mangrove dirambah serta dialihfungsikan karena salah satu faktor yaitu krisis ekonomi salah satunya di daerah pesisir Desa Sapa Kecamatan Tenga, Minahasa Selatan.

Revitalisasi dalam hal ini di tujuan untuk menanggulangi atau mencegah abrasi yang terjadi di pesisir pantai Desa Sapa, Kecamatan Tenga, Minahasa Selatan. Rancangan revitalisasi

2.3. Diagram Alir Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan menurut alur pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Gambaran Umum Vegetasi Mangrove

Observasi di lapangan mendapatkan 4 titik yang terdiri dari A sampai D, dimana terlihat menurut Gambar 3, hanya titik B yang mengalami banyak kerusakan mangrove. Panjangnya area penelitian yang di tandai oleh garis merah adalah 1.924 m, dari hasil observasi di lapangan juga mendapatkan beberapa jenis mangrove yang tumbuh di area penelitian, yaitu *Sonneratia Alba*, dan *Rhizophora Stylosa* dengan total 607 Pohon.



Gambar 2. Titik Observasi: 25 Januari sd. 23 Maret 2023

Tabel 1. Kordinat Lokasi Observasi: 25 Januari 2023 sd. 25 Maret 2023

No	Hari/ Tanggal	Jam	Titik kordinat lokasi	Keterangan
A.	Rabu/ 25 Januari 2023	15.00-17.00	Lat : 1.164356°	TITIK A
B.	Sabtu/ 11 Februari 2023	15.00-17.00	Lat : 1.165133°	TITIK B
C.	Sabtu/ 4 Maret 2023	15.30-17.30	Lat : 1.168764°	TITIK C
D.	Sabtu/ 25 Maret 2023	15.30-17.30	Lat : 1.168764°	TITIK D

3.2. Analisis Vegetasi Mangrove

a. Kerapatan suatu jenis (K) dan Kerapatan Relatif (KR)

Hasil penelitian yang dilakukan di Pesisir Desa Sapa, Kecamatan Tenga, dapat dilihat bahwa kerapatan jenis *Sooneratia Alba* lebih tinggi dibandingkan kerapatan jenis *Rhizophora Apiculata* yaitu sebanyak 61 pohon/ha dengan persentase 10,05%, sedangkan kerapatan jenis *Sooneratia alba* sebanyak 546 pohon/ha dengan persentase 89.95%.

Tabel 2. Kerapatan suatu jenis (K) dan Kerapatan Relatif (KR) Vegetasi Mangrove

No.	Jenis	ni	Plot (ha)	K	KR (%)
1	<i>Rhizipora Stylosa</i>	61	0.400	0.15	10.05
2	<i>Sooneratia Alba</i>	546	0.400	1.36	89.95
Jumlah		607		1.51	100

b. (F) dan Frekuensi Relatif (FR)

Frekuensi jenis *Rhizipora Stylosa* yaitu 0.11 dan frekuensi relatifnya 10%, kemudian untuk frekuensi jenis *Soonerita alba* yaitu 0.89 dan frekuensi relatifnya 90%. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa frekuensi jenis mangrove *Soonerita alba* lebih berpeluang untuk ditemukan pada petak ukur sebesar 0.89 sedangkan jenis mangrove *Rhizipora Stylosa* peluang untuk ditemukan pada petak ukur sebesar 0,11.

Tabel 3. Frekuensi dan Frekuensi Relatif Mangrove, *Rhizipora Stylosa* dan *Soonerita Alba*

No.	Jenis Mangrove	Pi	F	FR(%)
1	<i>Rhizipora Stylosa</i>	2	0.11	10
2	<i>Soonerita Alba</i>	8	0.89	90
Jumlah			1	100

c. Dominansi dan Dominansi Relatif (DR)

Dominansi *Soonerita alba* lebih tinggi dibandingkan dengan dominansi *Rhizipora Stylosa* yaitu 1.334461, dengan persentase 51,03%, sedangkan dominansi *Rhizipora Stylosa* sebanyak 1.280719 dengan persentase 48,97%. Jenis *Sooneratia alba* ini paling mendominasi dari semua fase pertumbuhan karena jenis ini lebih unggul memperoleh unsur hara, cahaya, ruang tempat tumbuh.

Tabel 4. Dominansi dan Dominansi Relatif Mangrove, *Rhizipora Stylosa* dan *Soonerita Alba*

No	Jenis	LBDS (m)	Luas Plot (m)	D	DR
1	<i>Rhizipora Stylosa</i>	12.875	400	1.280719	48.97
2	<i>Sooneratia alba</i>	1.397	400	1.334461	51.03
Jumlah		14.272		2.61518	100

d. Indeks Nilai Penting INP

INP dari jenis mangrove *Rhizipora Stylosa* lebih rendah dibandingkan dengan jenis *Soonerita alba* yaitu sebesar 69.07134 sedangkan INP dari jenis mangrove *Rhizophora Apiculata* sebesar 230.9287. Jenis yang memiliki INP paling tinggi maka jenis tersebutlah yang mempunyai

gaya adaptasi, daya kompetisi dan kemampuan reproduksi yang lebih baik dibandingkan tumbuhan yang lain dalam suatu lingkungan tertentu.

Tabel 5. Indeks Nilai Penting Mangrove

No	Jenis Mangrove	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP
1	Rhizipora Stylosa	10.05	11	48.97	69.07134
2	Soonerita alba	89.95	89	51.03	230.9287

3.3. Identifikasi Kerusakan Mangrove

Kerusakan hutan mangrove lebih banyak akibat alih fungsi hutan mangrove menjadi tambak, permukiman, dan perkebunan. Bukan saja akibat alih fungsi tetapi juga pembalakan liar. Kayu mangrove dicuri untuk dijadikan material bangunan, kapal, batu arang dan kayu bakar

Perhitungan kerapatan jenis mengikuti formulasi Odum (1971) sebagai berikut :

$$D_i = N_i / A$$

Keterangan:

D_i = Kerapatan Jenis (tegakan/m²)

N_i = Jumlah Total Tegakan Spesies

A = Luas daerah yang disampling

$$K = \frac{61(Rz)}{400}$$

$$= 0.1525$$

$$K = \frac{546(SA)}{400}$$

$$= 1.365$$

a. Penutupan Mangrove

Mangrove Rhizipora Stylosa didapatkan persentase penutupan sebesar 48.97% dan untuk jenis mangrove Soonerita alba didapatkan persentase penutupan sebesar 51.03%.

Tabel 6. Penutupan Mangrove

No.	Jenis Mangrove	BA	Ci	Rci (%)
1	Rhizipora Stylosa	512.2875	1.2807	48.97
2	Soonerita alba	533.7845	1.3344	51.03
	Jumlah	1046.072		100

b. Kriteria Baku dan Pedoman Kerusakan Mangrove

Kriteria dan pedoman kerusakan mangrove dapat dilihat bahwa untuk penutupan jenis mangrove Soonerita alba termasuk dalam kategori baik sedangkan untuk jenis mangrove Rhizophora Apiculita termasuk dalam kategori rusak.

Tabel 7. Kriteria Baku dan Pedoman Kerusakan Mangrove

	Kriteria	Penutupan (%)	Kerapatan Pohon/ha
Baik	Sangat Padat	≥75	≥1500
	Sedang	≥50-<75	≥1000-<1500
Rusak	Jarang	<50	<1000

c. Kerapatan Pohon Mangrove

Kerapatan pohon mangrove yang disajikan pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa untuk kerapatan jenis Rhizipora Stylosa sebesar 0.15 pohon/ha dengan persentase 10.05% dan jenis

mangrove *Soonerita alba* sebesar 546 pohon/ha dengan persentase 89.95%. Berdasarkan penutupan mangrove dan kerapatan pohon mangrove maka dapat disimpulkan bahwa kriteria hutan mangrove pesisir Desa Sapa, Kecamatan Tenga masuk dalam kategori baik.

Tabel 8. Kerapatan Pohon Mangrove

No.	Jenis Mangrove	Jumlah jenis	K	Rdi %
1	Rhizophora Stylosa	61	0.15	10.05
2	Soonerita alba	546	1.36	89.95
Jumlah		607		100

3.4. Parameter Perhitungan

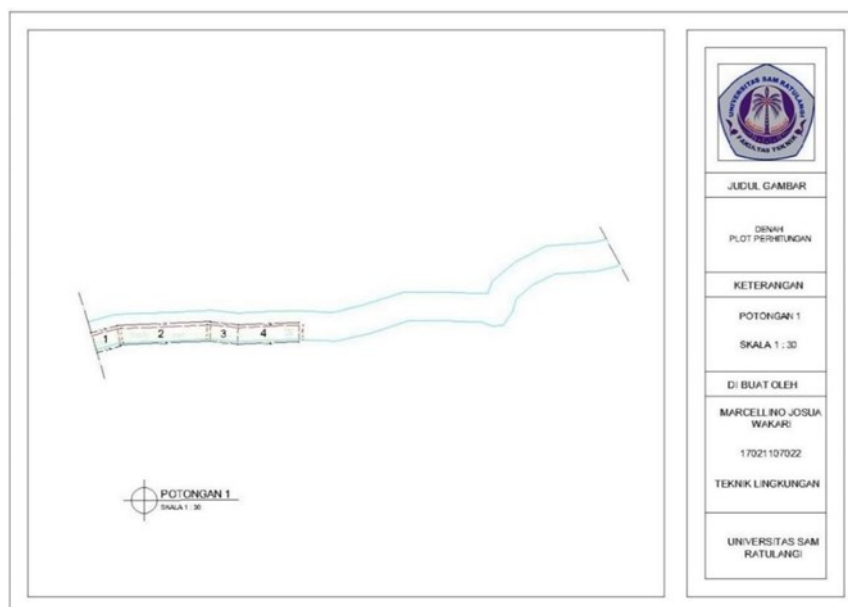
Parameter perhitungan pada rancangan mangrove dilihat dari kerapatan individu, biomassa, cadangan karbon mangrove, cadangan karbon mangrove per hektar dan serapan karbondioksida pada masing-masing individu mangrove.

Tabel 9. Hasil Parameter Perhitungan Rancangan Mangrove

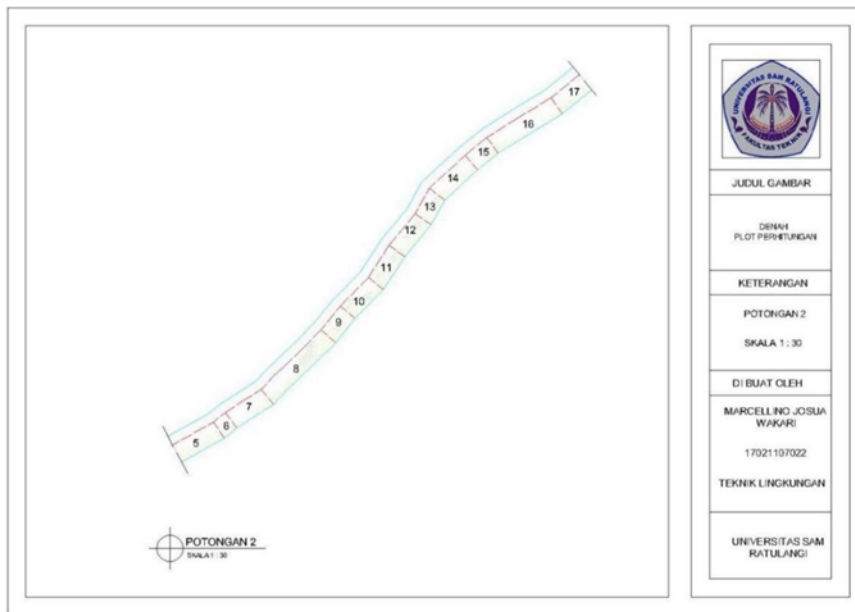
No.	Luas Stasiun (m ²)	Kerapatan Ind/m ²	Jumlah Pohon (ind)	Biomassa (kg/m ²)	Cadangan Karbon (ton/ha)	Serapan CO ₂ (ton/ha)	Serapan CO ₂ (ton/ha)/pohon
1	1283	0.56	Rz : 7	185,68	9.26	3.09	0.09
			SA : 24	51,684			
2	4531	0.50	Rz : 21	185,68	8.53	1.44	0.01
			SA : 85	51,684			
3	1379	0.23	Rz : 3	185,68	5.5	2.03	0.08
			SA : 20	51,684			
4	3032	0.30	Rz : 9	185,68	5.69	1.76	0.03
			SA : 39	51,684			
5	3149	0.01	Rz : 0	185,68	4.76	3.44	0.05
			SA : 62	51,684			
6	3160	0.50	Rz : 0	185,68	1.20	0.22	0.01
			SA : 16	51,684			
7	2854	0.01	Rz : 0	185,68	2.88	1.26	0.03
			SA : 34	51,684			
8	5625	0.7	Rz : 25	185,68	12.4	7.84	0.06
			SA : 97	51,684			
9	2034	0.25	Rz : 5	185,68	6.09	2.5	0.05
			SA : 39	51,684			
10	2646	0.6	Rz : 16	185,68	9.25	3.6	0.06
			SA : 44	51,684			
11	2536	0.41	Rz : 10	185,68	8.39	4.23	0.06
			SA : 52	51,684			
12	2722	0.34	Rz : 9	185,68	7.59	3.7	0.05
			SA : 53	51,684			
13	1884	0.5	Rz : 10	185,68	8.47	3.11	0.07
			SA : 30	51,684			
14	3090	0.013	Rz : 0	185,68	3.19	1.53	0.03
			SA : 41	51,684			
15	1770	0.010	Rz : 0	185,68	2.42	0.90	0.05
			SA : 18	51,684			
16	4941	0.010	Rz : 0	185,68	2.60	1.02	0.019
			SA : 53	51,684			

No.	Luas Stasiun (m ²)	Kerapatan Ind/m ²	Jumlah Pohon (ind)	Biomassa (kg/m ²)	Cadangan Karbon (ton/ha)	Serapan CO ₂ (ton/ha)	Serapan CO ₂ (ton/ha)/pohon
17	2491	0.018	Rz : 0	185,68	4.53	3.1	0.06
			SA : 47	51,684			
18	3438	0.016	Rz : 11	185,68	5.88	1.8	0.05
			SA : 45	51,684			
19	2546	0.542	Rz : 13	185,68	8.84	1.17	0.016
			SA : 47	51,684			
20	4139	0.320	Rz : 17	185,68	6.64	1.97	0.02
			SA : 53	51,684			
21	4723	0.382	Rz : 10	185,68	5.96	2.57	0.02
			SA : 81	51,684			
22	4942	0.018	Rz : 16	185,68	6.65	2.57	0.02
			SA : 79	51,684			
23	5391	0.98	Rz : 0	185,68	2.36	0.84	0.01
			SA : 53	51,684			
24	4720	0.01	Rz : 0	185,68	3.50	1.29	0.02
			SA : 48	51,684			
25	4006	0.97	Rz : 0	185,68	2.31	0.81	0.02
			SA : 39	51,684			
26	4641	0.58	Rz : 0	185,68	1.60	0.29	0.01
			SA : 27	51,684			
Luas Rancangan 87.673 m ² atau 87.6 ha		8.779	SA : 1226	Rz :	146.49	58.08	0.995
		0.3376538	Rz : 182	SA :	5.63	2.233	0.03

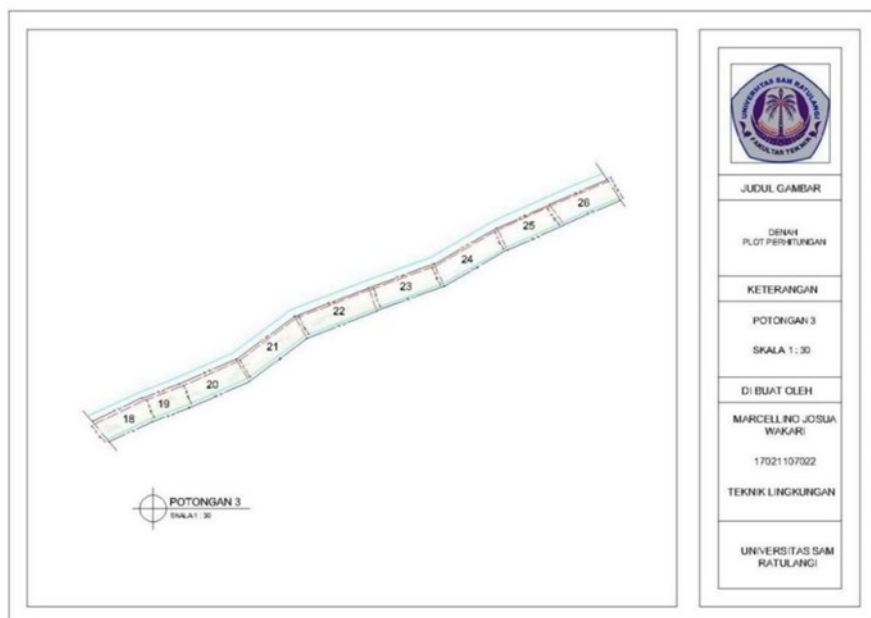
Denah rancangan dibagi menjadi 3 potongan dan denah terbagi menjadi 26 plot. 26 plot memiliki luas dan jumlah pohon yang berbeda-beda. potongan 1 terdiri dari plot 1 sampai plot 4, potongan 2 terdiri dari plot 5 sampai 17 dan plot 3 terdiri dari plot 18 sampai 26. Hasil perhitungan yang didapatkan adalah luas total rancangan 87.673 m² atau 8.76 ha dengan total kerapatan 8.7 dan rata – rata 0.3 ind/m², Jumlah pohon yang terbagi menjadi 2 jenis yaitu *Soonertia Alba* dan *Rhizopora Stylosa* masing – masing adalah 1226 dan 182. Total cadangan karbon adalah 146.49 ton/ha dengan rata – rata 5.63 ton/ha per plot.



Gambar 4. Potongan 1 Plot Perhitungan



Gambar 5. Potongan 2 Plot Perhitungan



Gambar 6. Potongan 3 Plot Perhitungan

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang didapatkan dilapangan ada 2 jenis pohon yang diidentifikasi kerusakannya, yaitu *Rhizipora Stylosa* dan *Soonerita Alba*, identifikasi kerusakan menurut Kepmen Nomor 201 Tahun 2004 Tentang Pedoman dan Kriteria Baku Kerusakan Mangrove adalah mengacu pada 2 hal yaitu penutupan lahan mangrove dan kerapatan pohon mangrove yang di dapatkan, total pohon mangrove yang tumbuh di pesisir Desa sapa adalah 607 pohon dengan penutupan lahan untuk jenis pohon *Rhizipora Stylosa* adalah 48.97% sedangkan untuk *Soonerita Alba* adalah 51.03% Kerapatan mangrove untuk jenis *Rhizipora Stylosa* adalah 0.15 pohon/ha, sedangkan untuk *Soonerita Alba* adalah 1.36 pohon/ha. Berdasarkan total hasil penutupan dan kerapatan 2 jenis mangrove maka dapat disimpulkan bahwa kriteria hutan

mangrove pesisir Desa Sapa masuk dalam kategori baik dengan penutupan lahan sebanyak 100% dengan kerapatan total 1.51 pohon/ha.

2. Jumlah pohon yang di dapatkan dari hasil rancangan 1408 ind dengan 2 jenis berbeda yaitu *Soonerita Alba* 1226 ind dan *Rhizipora Stylosa* 182 ind.
3. Hasil perhitungan estimasi serapan CO² yang di dihasilkan 58,08 ton/ha dengan rata rata 2,23 ton/ha per plot. Dan dapat diestimasikan rata – rata serapan CO² per pohon adalah 0,03 ton/h.

4.2. Saram

1. Berdasarkan hasil penelitian di harapkan ada penelitian lanjutan untuk setidaknya lebih mengurangi tingkat kerusakan mangrove meskipun masih dalam kategori baik.
2. Diharapkan kepada masyarakat sekitar, terciptanya green community untuk menjaga kelestarian mangrove dari penebangan akibat pohon sudah rusak atau digunakan sebagai kayu bakar atau yang lainnya.
3. Kawasan hutan mangrove bisa terwujud dengan baik bila didukung oleh semua pihak yang memiliki baik itu pemerintah dan masyarakat lokal.

Referensi

- Ambat, Y. P. P., Riogilang, H., & Riogilang, H. (2022). *Analisis Perhitungan Reduksi Karbon Dioksida (CO₂) Dengan Rancangan Penanaman Pohon Bakau (Mangrove) Di Area Pesisir Sekitar Pelabuhan Pelelangan Ikan Kecamatan Tuminting Sampai Pesisir Pantai Molas*. *TEKNO*, 20(82), 1205-1216.
- Andi, M.I dan Hasnidar. 2022. *Identifikasi Kerusakan Ekosistem Mangrove di Kelurahan Bira Kota Makassar*. *J. Of Indonesian Tropical Fisheries*, Vol. 5, No 1.
- Bengen, D. G. (2004). *Ekosistem Dan Sumberdaya Alam Pesisir Dan Laut Serta Prinsip Pengelolaannya, Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir Dan Lautan. Prosiding Pelatihan Pengelolaan Wayah Pesisir Terpadu*, 28-55.
- Arief, A. (2003). *Hutan Mangrove: Fungsi Dan Manfaatnya*, Penerbit Kanius.
- Dahuri, R. (2001). *Pengelolaan sumber daya wilayah pesisir dan lautan secara terpadu*.
- Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2011). *Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics*. *Nature geoscience*, 4(5), 293-297.
- Fauzi, A. (2004). *Ekonomi sumber daya alam dan lingkungan: Teori dan aplikasi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Fithria, D., & Hidayat, R. (2018). *Revitalisasi Pengelolaan Mangrove Melalui Peran Pemerintah Dalam Konservasi Wilayah Pesisir Di Kabupaten Aceh Jaya*. *Jurnal Agrotek Lestari*, 1(1)
- Indriawati, P., & Retnowaty, R. (2018). *Pemberdayaan Masyarakat Dalam Upaya Pelestarian Ekosistem Pesisir Dan Hutan Mangrove Manggar*. *Bagimu Negeri: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1)
- Karminarsih, E. (2007). *Pemanfaatan ekosistem mangrove bagi minimasi dampak bencana di wilayah pesisir*. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 13(3), 182-187.
- Kartawinata, K., Adisoemarto, S., Soemodihardjo, S., & Tantra, I. G. M. (1979). *Status pengetahuan hutan bakau di Indonesia* Pros. Sem. Ekos.
- Labiba, D., & Pradoto, W. (2018). *Sebaran emisi CO₂ dan implikasinya terhadap penataan ruang area industri di Kabupaten Kendal*. *Jurnal Pengembangan Kota*, 6(2), 164-173.
- MacNae, W. (1969). *A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West-Pacific region*. In *Advances in marine biology* (Vol. 6, pp. 73-270). Academic Press.
- Ndede, I. G., Tasirin, I. J. S., & Sumakud, I. M. Y. (2017, July). *Komposisi Dan Struktur Vegetasi Hutan Mangrove Di Desa Sapa Kabupaten Minahasa Selatan (Composition And Structure Vegetation Of Mangrove Forest In Sapa Village, South Minahasa District)*. In *Cocos* (Vol. 1, No. 5).
- Nedhisa, P. I., & Tjahjaningrum, I. T. (2020). *Estimasi biomassa, stok karbon dan sekuestrasi karbon mangrove pada Rhizophora mucronata di Wonorejo Surabaya dengan persamaan allometrik*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 8(2), E61-E65.
- Purnobasuki, H. (2012). *Pemanfaatan hutan mangrove sebagai penyimpan karbon*. *Buletin PSL Universitas Surabaya*, 28(3-5), 1-6.
- Riogilang, H. (2015). (Peer Review) *Tantangan Manado Menuju Kota Hijau*.
- Umayah, S., Gunawan, H., & Isda, M. N. (2016). *Tingkat Kerusakan Ekosistem Mangrove di Desa Teluk Belitung Kecamatan Merbau Kabupaten Kepulauan Meranti*. *Jurnal Riau Biologia*, 1(1), 24-30. Hal 26
- Mahardika. (2010). *Mendeteksi Dampak Polutan Sampah Terhadap Air Tanah Pemukiman Sekitar TPA Dengan Menggunakan Metode Geolistrik*. *Jurnal Universitas Negeri Malang*.
- Parulian, Tohap. 2020. *Analisis Regresi Sederhana*. Sumatera Utara: Universitas Medan Area.
- Pemerintah Indonesia. (2013). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tentang*

- Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.
Pemerintah Indonesia. (2016). Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 59 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Lindi dan/atau Tempat Pemrosesan Akhir Sampah
Pemerintah Indonesia. (2017). Peraturan Menteri Negara Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Tentang Penyelenggaraan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik
Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
Polii, F, L, T., Riogilang, H., Sompie, OBA., (2022). Analisis Stabilitas Timbunan Pada Perencanaan Landfill Site di TPA Kota Tomohon. TEKNO 20(81).
Priambodho, K. (2005). Kualitas Air Lindi pada TPA Galuga Kabupaten Bogor, Institut Pertanian Bogor.
Rabbani, Zakky. (2017). Perancangan Sistem Transmisi Air Bakudan Instalasi Pengolahan Air Minum di Kecamatan Kadungora-Leles Kabupaten Garut [skripsi]. Bandung (ID): Institut Teknologi Bandung
Riogilang, H. (2021). Model Peningkatan Partisipasi Masyarakat dan Penguatan Sinergi Dalam Pengelolaan Sampah Perkotaan di Kelurahan Sumompo Kecamatan Tuminting Kota Manado. MEDIA MATRASAIN,17(1), 5-8.
Royadi, 2006. Analisis Pemanfaatan TPA Sampah Pasca Operasi Berbasis Masyarakat (Studi Kasus TPA Bantar Gebang, Bekasi). Disertasi Proram Studi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Sekolah Pasca Sarjana IPB.
Sakina, M., Riogilang, H., Riogilang, H., (2023). Perencanaan Pengelolaan Air Buangan Di Kota Manado Dengan Teknologi Biocleaner (Studi Kasus Kecamatan Wenang). TEKNO, 21(85).
Sembiring, S. (2018). Perancangan Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) Pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Terjun Kecamatan Medan Marelan Kota Medan. Skripsi S1 Teknik Lingkungan Universitas Sumatera Utara.
Sondang, M, R., Riogilang, H., Riogilang, H., (2023). Analisis Aplikasi Eco-Enzyme Terhadap Kandungan Logam Berat Pada Air Lindi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sumompo. TEKNO, 21(85).
Toreh, C, A., Riogilang, H., Rondonuwu, S, G., (2023). Evaluasi Kapasitas Pengolahan Air Lindi TPA Tobelo Maharai di Desa Gosoma Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara. TEKNO, 21(85).
Vesilind, P. A. Warrel, W. Reinhart, D. R. (2002). Solid Waste Engineering. NewYork: McGrawHill.
Wijaya, S. A., Riogilang, H., Sompie, OBA., (2022). Analisis Kapasitas Pengolahan Air lindi di TPA Aertembaga Kota Bitung. TEKNO, 20(82).