
SEBARAN KONDISI SALINITAS PADA HUTAN MANGROVE HASIL REHABILITASI DI
PESISIR PANTAI TANAH MERAH KABUPATEN KUPANG

Jeriels Matatula^{1*} Wolfridus Bajo² Meilyn R. Pathibang³

^{1,2,3} Jurusan Kehutanan Politeknik Petanian Negeri Kupang

e-mail: jerielsforestry@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan rehabilitasi menjadi pilihan untuk mengembalikan keberadaan ekosistem mangrove yang telah mengalami kerusakan. Kegiatan rehabilitasi mangrove di Pantai Tanah Merah telah dimulai sejak tahun 2004 melalui kerjasama antara masyarakat setempat dengan pemerintah kabupaten Kupang. Upaya ini telah menambah lebih dari 100 hektar tutupan hutan mangrove di wilayah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi salinitas pada setiap tahun tanam. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *systematic sampling*, yaitu metode peletakan dan penyebaran klaster dilakukan secara sistematis. Letak dan penyebaran klaster penelitian disesuaikan dengan klaster permanen penelitian terdahulu. Pengambilan tiap sampel struktur dan komposisi vegetasi mangrove dilakukan dengan menggunakan 9 klaster sampling permanen berukuran 50 m × 50 m. Jarak setiap petak adalah 100 m × 100 m. Pada setiap klaster contoh permanen dibuat 13 sub petak berbentuk lingkaran pada posisi yang berbeda. Berdasarkan hasil penelitian terdapat sembilan jenis vegetasi, yaitu *Sonneratia alba*, *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia caseolaris*, *Lumnitzera racemosa*, *Rhizophora apiculata*, *Avicennia marina* dan *Aegialitis annulata* R.Br. Penelitian ini menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis hutan mangrove di Pantai Tanah Merah termasuk dalam kategori sedang karena memiliki rata-rata tingkat keanekaragaman jenis adalah 1,16 dengan Nilai rata-rata kondisi salinitas 28,68 ppm.

Kata kunci: mangrove, salinitas, jenis, keanekaragaman jenis

PENDAHULUAN

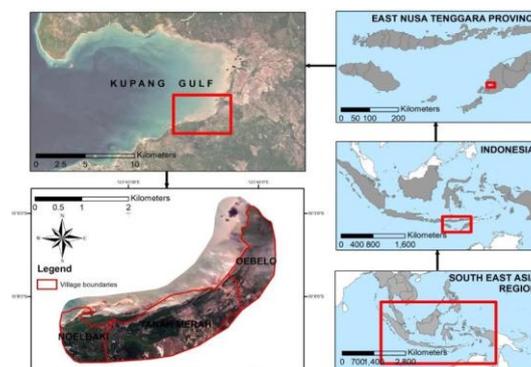
Ekosistem hutan mangrove merupakan habitat berbagai jenis mikroorganisme yang toleran terhadap keadaan lingkungan ekstrim (Retnowati *et al.*, 2017), yang berperan dalam melestarikan keanekaragaman hayati (Dharmawan *et al.*, 2016). Ekosistem mangrove dihuni oleh berbagai jenis biota baik hidup di perairan atau dari darat ke arah laut (Basyuni *et al.*, 2018), hal ini disebabkan karena ekosistem mangrove termasuk tipe ekosistem yang tidak terpengaruh oleh iklim, tetapi faktor lingkungan yang sangat dominan dalam pembentukan ekosistem (Matatula *et al.*, 2019)

Mangrove dibatasi oleh suhu secara global, akan tetapi variasi curah hujan, salinitas, pasang surut, gelombang, dan arus sungai sangat menentukan hamparan atau luasan dan biomassa mangrove pada skala regional dan lokal (Alongi, 2008). Mangrove memberikan perlindungan terhadap ikan-ikan yang masih kecil dan larva ikan beserta dengan kerrang dari predator (Lapolo *et al.*, 2018), hal ini menyebabkan hutan mangrove sangat berperan penting dalam ekosistem pesisir termasuk aspek ekologi, sosial, dan ekonomi (Basyuni *et al.*, 2018). Mangrove berperan mempertahankan wilayah pesisir dari abrasi (Wiryanto *et al.*, 2017), namun permasalahan hutan mangrove yang berda pada pesisir pantai teluk Kupang yaitu, terjadinya alih fungsi lahan yang cepat menyebabkan degradasi hutan mangrove (Matatula, 2017), sehingga hutan mangrove mengalami penurunan dalam hal kualitas dan luasan (Matutina *et al.*, 2021). Kerusakan hutan mangrove di akibatkan pertumbuhan dan aktivitas penduduk yang berlebihan (Matatula *et al.*, 2020) sehingga sangat berdampak pada keberadaan hutan mangrove (Siubelan *et al.*, 2015). Salinitas merupakan kandungan kadar garam dari suatu perairan yang dinyatakan dalam per mil (‰) atau garam perseribu air. Pada umumnya mangrove hidup di

daerah asin atau payau yang berkisar antara 11-25‰ (Matatula, 2021). Untuk itu perlu dilakukan penelitian sehubungan dengan sebaran kondisi salinitas pada pesisir pantai hutan mangrove Tanah Merah.

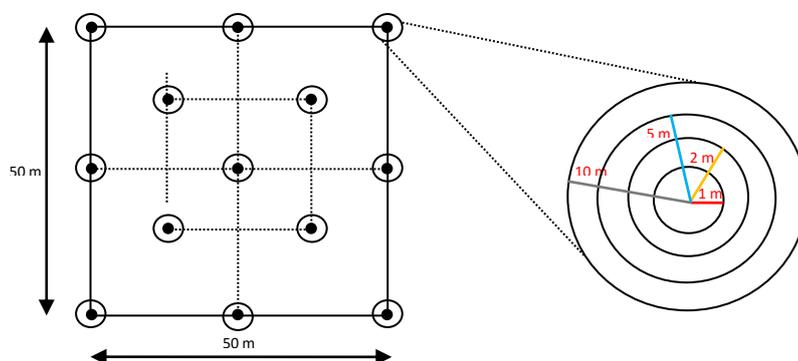
METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di kawasan hutan mangrove Pantai Tanah Merah yang berada pada pesisir pantai Teluk Kupang Nusa Tenggara Timur dengan titik koordinat 10°5'43"-10°7'48" S dan 123°43'13"- 123°44'48"E. Lama penelitian adalah 3 bulan. Luas totalnya kawasan hutan mangrove adalah 120 hektar. Hutan mangrove pantai Tanah Merah termasuk dalam wilayah Kabupaten Kupang. Lokasi hutan mangrove pantai Tanah Merah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Hutan Mangrove di Pesisir Tanah Merah, Provinsi Nusa Tenggara Timur, (Sadono, *et al.* 2020).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *metode systematic sampling*, yaitu metode peletakan dan penyebaran klaster dilakukan secara sistematis, yang disesuaikan dengan letak dan penyebaran klaster penelitian terdahulu (Matatula, *et al.*, 2019). Luas kawasan Hutan Mangrove Tanah Merah adalah 30 ha dan intensitas sampling yang digunakan adalah 7,5 %. Berdasarkan intensitas sampling tersebut, maka jumlah klaster yang digunakan adalah 9 klaster. Pengambilan tiap sampel struktur dan komposisi vegetasi mangrove dilakukan pada 9 klaster sampling permanen berukuran 50 m × 50 m (Gambar 2). Jarak setiap klaster adalah 100 m × 100 m. Pada setiap klaster contoh permanen dibuat 13 sub petak berbentuk lingkaran pada posisi yang berbeda (Gambar 2). Jari-jari sub petak berbentuk lingkaran adalah 10 m. Pada setiap sub petak dibuat beberapa petak pengukuran dengan jari-jari yang berbeda untuk memudahkan pengukuran vegetasi yaitu semai (1m), pancang (2m) dan tiang (5m) dan pohon (10m) (Perdirjen P.1/PKTL/IPSDH/PLA.1/1/2017). Parameter yang diukur untuk semai dan pancang adalah jenis, jumlah jenis, dan tinggi sedangkan parameter yang diamati untuk tiang dan pohon adalah jenis, diameter, dan tinggi.



Gambar 2. Desain petak contoh permanen analisis vegetasi di kawasan mangrove: A. Bentuk petak contoh permanen dengan ukuran 50 m × 50 m; B. Bentuk Sub petak berbentuk lingkaran untuk pengukuran vegetasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Salinitas

Ekosistem hutan mangrove merupakan salah satu ekosistem yang memiliki produktivitas tinggi dibandingkan ekosistem lain dengan dekomposisi bahan organik yang tinggi, dan menjadikannya sebagai mata rantai ekologis yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup yang berada di perairan sekitarnya (Imran, *et al.* 2016). Materi organik menjadikan hutan mangrove sebagai tempat sumber makanan dan tempat asuhan berbagai biota seperti ikan, udang dan kepiting (Matatula, 2021)

Ekosistem hutan mangrove disebut ekosistem hutan payau karena berada di daerah payau, yaitu daerah perairan dengan kadar garam atau salinitas antara 0,5% sampai dengan 30%, dan disebut juga ekosistem hutan pasang surut karena terletak di daerah yang dipengaruhi pasang surut (Poedjirahajoe & Matatula, 2019). Kondisi Salinitas merupakan faktor penting bagi keberlangsungan ekosistem mangrove. Kondisi salinitas berdasarkan hasil rehabilitasi pada lokasi hutan mangrove Pantai Tanah Merah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Lingkungan Mangrove Pantai Tanah Merah

Kondisi Lingkungan	Tahun Tanam			Rata-rata
	2004	2006	2008	
Salinitas (ppm)	10-35	25-39	21-33	28.68

Sumber : Data Primer 2022

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem peralihan antara darat dan laut yang dikenal memiliki peran dan fungsi sangat besar. Secara ekologis mangrove memiliki fungsi yang sangat penting dalam memainkan peranan sebagai mata rantai makanan di suatu perairan, yang dapat menumpang kehidupan berbagai jenis ikan, udang dan moluska. Perlu diketahui bahwa hutan

mangrove tidak hanya melengkapi pangan bagi biota aquatik saja, akan tetapi juga dapat menciptakan suasana iklim yang kondusif bagi kehidupan biota aquatik (Van Roy *et al.*, 2021).

Sebagai daerah peralihan antara laut dan daratan, hutan mangrove mempunyai gradien sifat lingkungan yang sangat ekstrim. Menurut Matatula (2019), pasang-surut air laut menyebabkan terjadinya perubahan beberapa faktor lingkungan yang besar, terutama suhu dan salinitas. Oleh karena itu, hanya beberapa jenis tumbuhan yang memiliki daya toleransi yang tinggi terhadap lingkungan yang ekstrim tersebut saja yang mampu bertahan hidup dan berkembang didalamnya. Kondisi yang terjadi tersebut juga menyebabkan rendahnya keanekaragaman jenis, namun disisi lain kepadatan populasi masing-masing jenis umumnya tinggi. Walaupun habitat hutan mangrove bersifat khusus, namun masing-masing jenis tumbuhan memiliki kisaran ekologi tersendiri, sehingga kondisi ini menyebabkan terbentuknya zonasi (Poedjirahajoe & Matatula, 2019). Munculnya fenomena yang terjadi pada hutan mangrove tersebut sangat berkaitan erat dengan beberapa faktor, antara lain adalah tipe tanah, keterbukaan areal mangrove dari hempasan ombak, salinitas dan pengaruh pasang- surut. Selain tipe tanah, kondisi kadar garam atau salinitas pada substrat juga mempunyai pengaruh terhadap sebaran jenis mangrove (Sadono *et al.*, 2020) Berbagai macam jenis tumbuhan mangrove mampu bertahan hidup pada salinitas tinggi, namun jenis *Avicennia* merupakan jenis yang mampu hidup bertoleransi terhadap kisaran salinitas yang sangat besar (Matatula *et al.*, 2019).

Salinitas merupakan faktor penting dalam pertumbuhan, kelangsungan hidup dan zonasi spesies mangrove. Kisaran nilai salinitas pada tahun tanam 2004 adalah 10-35 dengan nilai salinitas terendah terdapat pada PU ke 7 adalah 10 ppm. Hal ini terjadi karena PU tersebut berada pada bagian belakang hutan mangrove yang terdapat aliran-aliran kecil air tawar yang merembes dari daratan menuju ke dalam hutan mangrove. Sedangkan nilai salinitas tertinggi terdapat pada PU ke 35 yang terdapat pada bagian depan Nilai salinitas pada PU tersebut meningkat akibat genangan yang terjadi pada saat pasang besar dan pada saat surut air laut tidak turun sepenuhnya karena terperangkap oleh permukaan kemiringan hutan mangrove bagian depan yang lebih tinggi. Salinitas yang diperoleh pada tahun tanam 2006 berada pada kisaran 25-39 ppm. Nilai tersebut menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan nilai salinitas pada tahun 2004. Hal ini disebabkan karena pada hutan mangrove Tanah Merah memiliki satu kondisi yang menunjukkan ada perubahan cara penggenangan dimana air pasang yang datang dari bagian depan hanya sampai pada zona bagian depan hutan mangrove, selanjutnya untuk penggenangan bagian tengah dan belakang terjadi dengan cara air laut akan memutar tumpukan pasir yang tinggi pada bagian depan sehingga sistem penggenangan masuk melalui bagian tengah sampai pada bagian belakang. Hal ini terjadi karena pada bagian depan dan tengah hutan mangrove dibatasi dengan timbunan pasir yang menjadi penghalang utama. Nilai salinitas pada tahun tanam 2008 berkisar antara 21-33 ppt. Keragaman nilai salinitas pada tahun tanam 2008 menunjukkan nilai yang perlahan menurun dibandingkan dengan nilai salinitas tahun tanam 2006. Hal ini terjadi karena pada petak tahun tanam 2008 terdapat muara sungai. Salinitas yang diperoleh pada penelitian adalah nilai rata-rata 28,68 ppt masih dalam kisaran normal. Menurut Matatula *et al.* (2019) umumnya

mangrove akan hidup di daerah asin atau payau dengan salinitas berkisar antara 11-30 ppt. Hal ini sejalan dengan penelitian Matatula, *et al* (2019) di lokasi wisata mangrove Kota Kupang yang menunjukkan bahwa kondisi salinitas pada pesisir pantai tempat wisata mangrove menunjukkan salinitas dengan nilai rata-rata 24,4 ppt. Data salinitas ini menunjukkan nilai salinitas yang mendukung pertumbuhan mangrove, karena tumbuhan mangrove tumbuh subur di daerah estuari dengan salinitas 10 sampai dengan 30 ppt bahkan beberapa spesies dapat tumbuh dengan salinitas yang tinggi (Matatula *et al*, 2023).

Jenis Mangrove

Mangrove di Pantai Tanah Merah memiliki jenis yang beragam. Hasil penelitian menunjukkan ada 9 jenis spesies penyusun hutan mangrove, yaitu *Sonneratia alba*, *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia caseolaris*, *Lumnitzera racemosa*, *Rhizophora apiculata*, *Avicennia marina*, dan *Aegialitis annulata* R.Br. Total keseluruhan yang diamati pada 9 klaster adalah 3083 individu mulai dari kategori pohon, tiang, pancang, dan semai. Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa jenis mangrove yang paling banyak ditemukan adalah *Avicennia marina* dan *Sonneratia alba*, sedangkan jenis yang paling sedikit adalah jenis *Rhizophora mucronata* dan *Sonneratia caseolaris*. Jenis spesies dan jumlah vegetasi mangrove penyusun hutan mangrove di Pantai Tanah Merah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Spesies dan Jumlah Vegetasi Mangrove Penyusun Hutan Mangrove di Pantai Tanah Merah

No	Jenis	Jumlah
1	<i>Lumnitzera racemosa</i>	128
2	<i>Rhizophora stylosa</i>	201
3	<i>Avicennia marina</i>	1418
4	<i>Sonneratia alba</i>	1056
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	60
6	<i>Rhizophora mucronata</i>	2
7	<i>Sonneratia caseolaris</i>	7
8	<i>Aegialitis annulata</i> R.Br	207
Total		3083

Sumber : Data Primer Setelah Diolah, 2022

Keanekaragaman Jenis Vegetasi

Indeks keanekaragaman jenis digunakan untuk mengetahui variasi jenis pada suatu tempat dan indeks kekayaan jenis digunakan untuk menentukan tingkat kekayaan jenis yang dipengaruhi oleh keragaman dalam pembagian jenis yang merata dalam suatu kawasan (Hidayat & Hardiasyah, 2012). Keanekaragaman jenis mangrove pada plot pengamatan

dihitung menggunakan indeks Shannon (H') dan tingkat kekayaan jenis dihitung menggunakan indeks Margalef (d). Hasil analisis indeks keanekaragaman jenis dan indeks kekayaan jenis dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Indeks Keanekaragaman Jenis

Tingkat Vegetasi	Indeks Keanekaragaman (H')	Indeks Kekayaan (d)
Semai	0,92	0,71
Pancang	1,31	1,05
Tiang	1,08	0,75
Pohon	1,32	1,03
Rata rata	1,16	0,89

Sumber : Data Primer Tahun 2022

Vegetasi pada tingkat pohon memiliki Indeks Keanekaragaman jenis tumbuhan yang paling tinggi di kawasan hutan mangrove pantai Tanah Merah. Dengan kata lain, jenis vegetasi pada tingkat pohon yang menyusun kawasan hutan mangrove di pantai Tanah Merah, memiliki jenis dan kelimpahan jenis vegetasi yang lebih banyak dibandingkan dengan jenis vegetasi pada tingkat semai, tiang dan pancang. Sedangkan untuk indeks keanekaragaman vegetasi penyusun kawasan hutan mangrove di pantai Tanah Merah terendah terdapat pada tingkat vegetasi semai sebesar 0,92.

Penelitian ini menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis hutan mangrove di pantai Tanah Merah termasuk dalam kategori sedang karena memiliki rata-rata tingkat keanekaragaman jenis adalah 1,16. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Rahim (2019) di kawasan hutan mangrove di Desa Langge Kecamatan Anggrek Kabupaten Gorontalo Utara yang juga mendapatkan nilai indeks keanekaragaman jenis termasuk dalam kategori sedang. Menurut Rahim (2019), indeks keanekaragaman tersebut masih dalam kondisi yang baik artinya bahwa ekosistem mangrove tersebut memiliki produktifitas yang cukup, tekanan ekologis sedang serta kondisi ekosistem cukup seimbang. Komponen-komponen ekosistem tersedia dalam jumlah yang cukup dan berfungsi sesuai karakteristik masing-masing ekosistem, baik itu komponen biotik dan komponen abiotik. Menurut pendapat Soerianegara dan Indrawan (2005), diversitas jenis sedang ini terjadi karena perubahan vegetasi secara berulang serta adanya unsur hara, cahaya, serta air yang didapatkan oleh vegetasi tersebut. Oleh karena itu, bentuk dan jumlah jenis tumbuhan tersusun sesuai tempat tumbuhnya. Selanjutnya Azizah (2017), menyatakan bahwa tingkat diversitas jenis tumbuhan yang rendah disebabkan oleh rentannya kawasan tempat hidup tumbuhan tersebut terhadap berbagai

gangguan.

Indeks kekayaan jenis hutan mangrove di pantai Tanah Merah termasuk dalam kategori rendah karena memiliki rata-rata tingkat kekayaan jenis adalah 0,89. Rendahnya indeks kekayaan jenis di lokasi pantai Tanah Merah disebabkan oleh aktivitas manusia seperti penebangan hutan mangrove untuk kepentingan manusia seperti pembangunan rumah, pembuatan kapal. Faktor lain yang mempengaruhi indeks kekayaan jenis rendah adalah pencemaran oleh limbah rumah tangga yang dibuang ke kawasan hutan mangrove Pantai Tanah Merah yang dapat mencemari habitat mangrove, mengganggu keseimbangan ekosistem mangrove dan menyebabkan kematian tanaman mangrove. Persaingan akan meningkatkan daya juang untuk mempertahankan hidup, jenis yang kuat akan menang dan menekan yang lain, sehingga jenis yang kalah menjadi kurang adaptif dan menyebabkan tingkat reproduksi rendah dan kepadatannya juga sedikit (Kunarso dan Azwar, 2013).

Menurut Wicaksono & Muhdin (2015) keanekaragaman spesies di suatu kawasan sangat dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Keanekaragaman jenis ini dapat menggambarkan tingkat suksesi atau seberapa stabil suatu komunitas. Semakin tinggi jumlah spesies yang diperoleh pada suatu daerah, maka semakin tinggi pula indeks keanekaragamannya. Jika stabilitasnya tinggi, maka akan berpengaruh pula pada kompleksitas yang tinggi. Hal ini menunjukkan kemampuan yang tinggi dalam menghadapi gangguan yang terjadi pada komponennya dengan menciptakan interaksi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan nilai salinitas 28,68 ppm dengan delapan jenis vegetasi yang ditemukan seperti *sonneratia alba*, *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia caseolaris*, *Lumnitzera racemosa*, *Rhizophora apiculata*, *Avicennia marina* dan *Aegialitis annulata* R.Br, dengan katagori keanekaragaman hutan sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alongi, D. 2008. *The Energetics of Mangrove Forests*. 1st edn. Edited by A. D. M. Australia Monsef HA, Smith S. 2018. Site selection for mangrove plantations along the egyption red sea coast. *Worrld Appl Sci J* 3 (7): 740-747.
- Azizah, P. N. 2017. Analisis Vegetasi di Kawasan Sekitar Mata Air Ngambel, Kecamatan Pajangan, Kabupaten Bantul. *Jurnal Riset Daerah*, 16(1), 2685-2702.
- Basyuni, M., Gultom, K., Fitria, B.A., Susetya. I.E., Wati, R., Slamet, 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), pp.311-317.
- Dharmawan, B., Bocher, M., Krott, M. 2016. The Failure of The Mangrove Conservation Plan in Indonesia: Weak Research and An Ignorance of Grassroots Politics. *Ocean and Coastal Management*, 130, pp.250-259.
- Hidayat, D & Hardiansyah, G. 2012. Studi Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Obat di Kawasan IUPHHK PT. Sari Bumi Kusuma Camp Tontang Kabupaten Sintang. *Vokasi*: 8(2): 61-68.
- Ilman, M., Dargusch, P., Dart, P., Onrizal. 2016. Analisis Sejarah Tentang Penyebab Hilangnya dan Degradasi Mangrove Indonesia. *Kebijakan PenggunaanLahan*54: 448-459. DOI: 10.1016/j.landusepol.2016.03.010
- Kunarso, A., & Azwar, F. (2013). Keragaman Jenis Tumbuhan Bawah Pada Berbagai Tegakan Hutan Tanaman Di Benakat, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman Volume 10 Nomor 2*, 21-25.
- Lapolo, N., Utina, R., Wahyuni, D.K, Baderan. 2018. Diversity and Density of Crabs in Degraded Mangrove Area at Tanjung Panjang Nature Reserve in Gorontalo *Biodiversitas*, 19(3), pp.1154-1159. Indonesia.
- Matatula, J. 2010. Kajian Kualitas Hutan Mangrove Berdasarkan Pertumbuhan Tanaman Rehabilitasi di Kawasan Pantai Teluk Kupang. Tesis. Universitas Gadjah Mada.
- Matatula, J. 2021. Klasifikasi ekosistem Mangrove di Pesisir Pantai Teluk Kupang Nusa Tenggara Timur. Disertasi. Universitas Gadjah Mada.
- Matatula. J., Poedjirahajoe E, Pudyatmoko S, Sadono R. 2019. Spatial distribution of salinity, mud thickness and slope along mangrove ecosystem of the coast of Kupang District, East Nusa

- Tenggara, Indonesia. *Biodiversitas* 20: 1624-1632. DOI: 10.13057/biodiv/d200619
- Matatula J, Poedjirahajoe E, Pudyatmoko S, Sadono R. 2019. Keragaman Kondisi Salinitas Pada Lingkungan Tempat Tumbuh Mangrove di Teluk Kupang, NTT. *Jurnal ilmu lingkungan* 17(3): 425-434.
- Matatula, J., Sadono, R., Soeprijadi, D., Susanti, A., Wirabuana P.Y.A.P. 2020. "Short Communication: Species Composition and Growth Performance of Mangrove Forest at The Coast of Tanah Merah, East Nusa Tenggara, Indonesia". *Biodiversitas*. Vol 21. No 12: 5800-5804.
- Matutina, P.R., Matatula, J., & Manek, L. M. 2021. Komposisi Jenis Penyusun Hutan Mangrove di Pesisir Pantai Oka. *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian Politeknik Pertanian Negeri Kupang* 1(1), 291-398.
- Rahim, S. 2019. Komposisi Jenis, Struktur Komunitas, dan Keanekaragaman Mangrove Asosiasi Lasse Kabupaten Gorontalo Utara, Provinsi Gorontalo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol 17 No 1 :181-188.
- Poedjirahajoe, E., & Matatula, J. 2019. The Physiochemical Condition of Mangrove Ecosystems in The Coastal District of Sulamo, Kupang, East Nusa Tenggara, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. 25(3); 173-184. DOI: 10.7226/jtjm.25.3.173
- Retnowati, Y., Sembiring, L., Moeljopawiro, S., Djohan, T.S., Soetarto, E.S. 2017. Diversity of Antibiotic-Producing Actinomycetes in Mangrove Forest of Torosiaje, Gorontalo Indonesia. *Biodiversitas*, 18(3), pp.1453-1461.
- Roy, O. V., Kleruk, F. E. I & Matatula, J. 2021. Analisis Vegetasi di Ekosistem Mangrove Oesapa Barat Berbasis Pendidikan. *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian Politeknik Pertanian Negeri Kupang*. 4(11),281-290.
- Sadono, R., Soeprijadi, D., Susanti, A., Matatula, J., Pujiono, E., Idris, F., Wirabuana, P.Y.A.P. 2020. Local Indigenous Strategy to Rehabilitate and Conserve Mangrove Ecosystem in The Southeastern Gulf of Kupang, East Nusa Tenggara, Indonesia. *Biodiversitas* 21: 1250-1257. DOI: 10.13057/biodiv/d210353.
- Wicaksono, F.B., Muhdin. 2015. Komposisi Jenis Pohon dan Struktur Tegakan Hutan Mangrove di Desa Pasarbanggi, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. *Bonorowo wetlands* 5(2): 55-62.