

Kajian Ekosistem Mangrove Berdasarkan Jenis dan Karakteristik Substrat di Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar

Lukman Daris^{1*)}, Jaya²⁾, Wahyuti¹⁾, Ibnu Fajri Arianto¹⁾

¹Program Studi Agrobisnis Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Cokroaminoto Makassar

²Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan, Universitas Cokroaminoto Makassar

Article history:

Received Maret 12, 2023

Accepted Mei 30, 2023

Keyword:

density, mangrove, substrate, vegetation

***Corresponding author:**

daris.lukman70@gmail.com

Abstrak: Tujuan penelitian ini adalah mengetahui komposisi jenis dan struktur komunitas vegetasi mangrove berdasarkan jenis substrat dan mengetahui keterkaitan antara kerapatan mangrove dengan tekstur substrat di Desa Tompotana Pulau Tanakeke Kabupaten Takalar. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai Agustus 2022 di Desa Tompotana Pulau Tanakeke Kabupaten Takalar. Metode penelitian secara purposive random sampling yang dibagi menjadi 3 stasiun yaitu stasiun 1 dekat lokasi tambak, stasiun 2 dekat pemukiman, dan stasiun 3 dekat dermaga dan pemukiman. Pada masing-masing stasiun ditentukan 3 transek/plot dimana pada transek 1, transek 2, dan transek 3 dimulai dari arah pantai laut menuju daratan dan tegak lurus garis pantai dengan jarak masing-masing transek 35 meter. Hasil penelitian menemukan 3 spesies mangrove di Desa Tompotana Pulau Tanakeke Kabupaten Takalar berdasarkan jenis substrat yaitu spesies *Rhizophora stylosa*, *Avicennia alba*, dan *Sonneratia alba*. Frekuensi Relatif (RFi) ditemukan pada semua spesies sama yaitu sebesar 33.33, penutupan relative (RCi) tertinggi adalah spesies *R. stylosa* yaitu sebesar 39.25 dan Penutupan Relatif (RCi) terendah adalah spesies mangrove *S. alba* yaitu sebesar 26.15. Sedangkan Nilai Penting (INP) tertinggi adalah spesies mangrove *R. stylosa* yaitu sebesar 148,66% dan Nilai Penting (INP) terendah adalah spesies mangrove *S. alba* yaitu sebesar 70,59%. Kerapatan relative (RD_i) tertinggi ditemukan pada spesies mangrove *R. stylosa* yaitu sebesar 74.07% dengan jenis substrat liat kemudian spesies *A. alba* 14.81% dan *S. alba* 11.11% dengan jenis substrat liat berdebu.

Abstract: This study aimed to determine the species composition and community structure of mangrove vegetation based on the type of substrate and to determine the relationship between mangrove density and substrate texture in Tompotana Village, Tanakeke Island, Takalar Regency. This research was conducted from July to August 2022 in Tompotana Village, Tanakeke Island, Takalar Regency. The research method was purposive random sampling, divided into 3 stations: station 1 near the pond location, station 2 near the settlement, and station 3 near the wharf and settlements. At each station, 3 transects/plots were determined where transect 1, transect 2, and transect 3 started from the seashore towards the mainland and were perpendicular to the coastline with a distance of 35 meters from each transect. The results of the study found 3 mangrove species in Tompotana Village, Tanakeke Island, and Takalar Regency based on the type of substrate, namely *Rhizophora stylosa*, *Avicennia alba*, and *Sonneratia alba* species. The Relative Frequency (RF_i) was found for all species the same, namely 33.33, the highest relative cover (RC_i) was for the species *R. stylosa*, which was 39.25 and the lowest Relative Coverage (RC_i) was for the mangrove species *S. alba*, which was 26.15. While the highest Significance Value (INP) is the mangrove species *R. stylosa*, which is equal to 148.66% and the lowest Important Value (INP), is the mangrove species *S. alba*, which is equal to 70.59%. The highest relative density (RD_i) was found in the mangrove species *R. stylosa*, which was 74.07% with a clay substrate type, then *A. alba* 14.81% and *S. alba* 11.11% with a dusty clay substrate type.

PENDAHULUAN

Pengelolaan wilayah pesisir hingga saat ini masih terjadi pro dan kontra yang disebabkan pengelolannya untuk meningkatkan perekonomian masyarakat setempat tanpa memperhatikan kondisi ekologi (Daris *et al.*, 2021). Agar tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan kebijakan yang berujung pada konflik sosial, perlu adanya pengelolaan terpadu harus dan segera dilakukan untuk membantu perumusan kebijakan dan perencanaan pengelolaan wilayah pesisir dan laut yang lebih efektif (Putra *et al.*, 2021; Daris *et al.*, 2022).

Mangrove merupakan salah satu ekosistem yang memiliki banyak manfaat salah satunya adalah manfaat ekologi yaitu menjadi sumber unsur hara bagi kehidupan hayati (biota perairan) laut, serta sumber pakan bagi kehidupan biota darat seperti burung, mamalia dan jenis reptil (Huda 2008). Nursal *et al.*, (2005) menyatakan bahwa hutan mangrove adalah salah satu sumberdaya hayati pesisir dan laut yang mempunyai tipe vegetasi yang khas terdapat di daerah pantai tropis. Jaya *et al.*, (2022) menyatakan bahwa telah terjadi penurunan luasan ekosistem mangrove di Pulau Tanakeke sejak tahun 2017 sampai 2022 yang disebabkan oleh berbagai hal, salah satunya adalah pengaruh aktivitas manusia yang melakukan konversi lahan mangrove menjadi lahan tambak.

Karakteristik habitat hutan mangrove umumnya tumbuh pada daerah intertidal yang jenis tanahnya berlumpur, berlempung dan berpasir, daerahnya tergenang air secara berkala, baik setiap hari maupun yang hanya tergenang pada saat pasang purnama. Frekuensi genangan menentukan komposisi hutan mangrove (Saputra *et al.*, 2016). Nontji (2002) menyatakan bahwa mangrove tumbuh optimal di wilayah pesisir yang memiliki muara sungai besar dan delta yang aliran airnya banyak mengandung lumpur. Jenis pohon dan zonasi tumbuhan mangrove memiliki berbagai variasi pada lokasi yang berbeda, ditentukan oleh jenis tanah, kedalaman dan periode genangan, kadar garam dan daya tahan terhadap ombak serta arus.

Karakteristik substrat merupakan faktor pembatas terhadap pertumbuhan mangrove, tekstur dan konsentrasi ion serta kandungan bahan organik pada substrat sedimen mempunyai susunan jenis dan kerapatan tegakan misalnya jika komposisi substrat lebih banyak liat (*clay*) dan lanau (*silt*) maka tegakan menjadi lebih rapat (Nybaken, 1992). Substrat pada kawasan mangrove mempunyai ciri yang khas dibanding wilayah lain. Hal ini dikarenakan kawasan mangrove dipengaruhi oleh kondisi salinitas yang tinggi. Tanah di hutan mangrove mempunyai kecenderungan selalu basah, mengandung garam, kandungan oksigen rendah, berbutir-butir dan kandungan bahan organik tinggi. Bahan organik yang tersedia akibat serasah daun mangrove yang terdekomposisi. Substrat/tanah mangrove berperan sebagai media hidup banyak biota misalnya makrobentos. Makrobentos merupakan jenis hewan yang berasosiasi dengan kawasan hutan mangrove. Hewan ini berperan sebagai detritivor pada substrat mangrove sehingga makrozoobentos dapat dijadikan sebagai ukuran keseimbangan ekologi mangrove. Ditambahkan oleh Rusmendo (2008) bahwa perombakan bahan organik (C-organik) termasuk lancar (berkembang terus), menyebabkan kemantapan agregasi tanah tidak mantap dan mudah terurai, sehingga mempengaruhi ketegakkan tanaman penghijauan.

Substrat adalah tempat dimana akar-akar mangrove dapat tumbuh. Substrat merupakan faktor pembatas utama terhadap pertumbuhan dan distribusi mangrove (Budiman, 1991). Mangrove dapat tumbuh dengan baik pada substrat berupa pasir, lumpur atau batu karang. Sebagian besar jenis-jenis mangrove tumbuh dengan baik pada substrat berlumpur, namun ada pula yang tumbuh baik pada substrat berpasir, bahkan substrat berupa pecahan karang. Kondisi substrat merupakan salah satu faktor yang berperan dalam pembentukan zonasi mangrove.

Jenis vegetasi yang kurang mampu beradaptasi terhadap substrat ataupun lingkungan yang ada akan menyebabkan banyak tegakan yang mati pada tingkat semai (Pramudji, 1996). Sebaliknya, jenis yang sesuai akan berkembang dengan baik dan mendominasi sehingga dapat mengubah zonasinya (Arief, 2003).

Desa Tompotana merupakan salah satu wilayah yang memiliki area mangrove di Kecamatan Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan (Badan Pusat Statistik Kabupaten Takalar, 2019). Dari observasi pendahuluan yang telah dilakukan ditemukan beberapa jenis vegetasi mangrove dengan jenis-jenis substrat yang beragam di kawasan hutan mangrove tersebut. Secara visual dapat terlihat pada masing-masing jenis substrat ditumbuhi mangrove dengan kerapatan yang berbeda-beda. Perbedaan jenis mangrove dan kerapatan tersebut diduga disebabkan oleh adanya perbedaan jenis substrat. Berdasarkan masalah tersebut maka penting untuk dilakukan penelitian untuk mengetahui dan mengidentifikasi jenis mangrove yang ada di pesisir Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke dengan menghubungkannya dengan karakteristik jenis substrat.

METODE

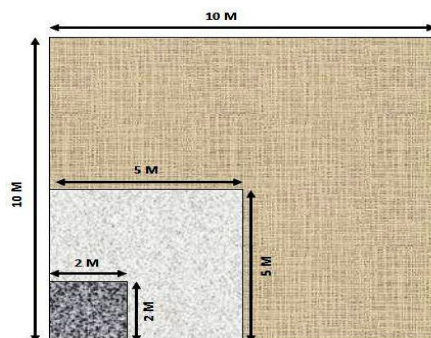
Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2022 di pesisir Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara *Purposive Random Sampling* (Sugiyono, 2016) dengan mengamati sebanyak 3 stasiun pengamatan yaitu stasiun 1 dekat dengan tambak, stasiun 2 dekat pemukiman dan stasiun 3 dekat dermaga dan pemukiman dengan cara penarikan garis transek yang dibentangkan mulai dari pantai ke arah laut tumbuhnya mangrove, daerah muara sampai batas daratan dimana mangrove masih tumbuh. Pada masing-masing stasiun ditentukan 3 transek/plot dimana transek 1, transek 2, dan transek 3 dimulai dari arah pantai laut menuju daratan dan tegak lurus garis pantai dengan jarak masing-masing transek 35 meter.

Metode pengukuran dan pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan transek garis (*line transect*). Transek garis ditarik dari titik acuan (tumbuhan mangrove terluar) dengan arah tegak lurus garis pantai sampai ke daratan. Identifikasi jenis mangrove dapat langsung ditentukan di lapangan dan jenis mangrove yang belum diketahui jenisnya diidentifikasi di Laboratorium Fakultas Perikanan Universitas Cokroaminoto Makassar dengan mengacu pada buku identifikasi Noor *et al.*, (2006). Tingkatan vegetasi yang diamati meliputi tingkat pohon (diameter batang lebih besar atau sama dengan 10 cm), pancang (diameter batang lebih kecil dari 10 cm dan tinggi lebih dari 1,5 cm), dan semai (anakan dengan tinggi kurang dari 1,5 cm) (Ezwardi, 2009). Petak pengamatan dibuat dengan ukuran 10 m x 10 m untuk tingkat pohon, di dalam setiap petak secara nested sampling dibuat sub petak dengan ukuran 5 m x 5 m untuk tingkat pancang, dan 2 m x 2 m untuk tingkat semai (Kaunang & Kimbal, 2009).



Gambar 1. Desain plot pengamatan

Parameter Penelitian

Kerapatan jenis

Kerapatan jenis mangrove dihitung dengan menggunakan formula (Bengen, 2000):

$$Di = \frac{ni}{A}$$

Keterangan:

Di = kerapatan jenis i

ni = jumlah total individu dari spesies

A = adalah luas area total pengambilan contoh (luas total petak contoh)

Kerapatan relatif

Kerapatan relatif mangrove dihitung dengan menggunakan formula (Bengen, 2000):

$$RD_i = \left(\frac{ni}{\sum ni} \right) \sum n \times 100$$

Keterangan:

RD_i = Kerapatan Relatif

N_i = Jumlah total

Σn = Total tegakan seluruh jenis

Frekuensi jenis

Frekuensi jenis mangrove dihitung dengan menggunakan formula (Bengen, 2000):

$$F_i = \frac{p_i}{\sum f}$$

Keterangan:

F_i = Frekuensi jenis ke- i

P_i = Jumlah petak contoh dimana ditemukan jenis ke- i

$\sum f$ = Jumlah total petak contoh yang dibuat (3 plot)

Frekuensi relatif

Frekuensi relatif mangrove dihitung dengan menggunakan formula (Bengen, 2000):

$$RF_i = \left(\frac{F_i}{\sum F} \right) \times 100$$

Keterangan:

RF_i = Frekuensi relatif jenis

F_i = Frekuensi jenis ke- i

$\sum f$ = Jumlah total petak contoh yang dibuat (3 plot)

Penutupan jenis

Penutupan jenis mangrove dihitung dengan menggunakan formula (Bengen 2000):

$$C_i = \frac{\sum BA}{A}$$

Keterangan:

BA = merupakan nilai dari $\Pi DBH^2/A$

Π = merupakan konstanta

DBH = merupakan diameter batang pohon spesies i

A = merupakan luas total area pengambilan contoh

Penutupan relatif

Penutupan relatif mangrove dihitung dengan menggunakan formula (Bengen, 2000):

$$RC_i = \left(\frac{C_i}{\sum C_i} \right) \times 100$$

Keterangan:

RD_i = Kerapatan relative jenis

RF_i = Frekuensi relative jenis

RC_i = Penutupan relative jenis

IV_i = Nilai penting jenis

Dominansi mangrove

Dominansi mangrove dihitung dengan menggunakan formula (Bengen, 2000):

$$D = \frac{LBDS}{LPC}$$
$$LBDS = 1 + \frac{1}{4} \pi x D$$

Keterangan:

D = Dominansi dalam satuan m^2/Ha

$LBDS$ = Luas bidang dasar

Dominansi relatif

Dominansi relatif mangrove dihitung dengan menggunakan formula (Bengen, 2000):

$$Dr = \frac{D \text{ suatu spesies}}{D \text{ total seluruh spesies}} \times 100\%$$

Indeks nilai penting mangrove

Indeks nilai penting mangrove dihitung dengan menggunakan formula (Sofian et al., 2012):

$$INP = KR + FR + DR$$

Keterangan:

FR = Frekuensi Relatif

KR = Kerapatan Relatif

DR = Dominasi Relatif

Parameter fisika dan kimia perairan

Pengambilan sampel kualitas perairan yang meliputi parameter fisika dan kimia perairan dengan mengacu kepada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut (Tabel 1).

Tabel 1. Pengukuran parameter fisika dan kimia perairan

Parameter	Satuan	Alat	Lokasi Analisis
Fisika:			
Suhu	°C	Termometer	<i>In situ</i>
Substrat	%	Pipa paralon 4 inchi	<i>Ex Situ</i>
Kimia:			
DO	mg/l	Botol Winkler	<i>In situ</i>
Salinitas	ppt	Refraktometer	<i>In situ</i>
pH	-	pH meter	<i>In situ</i>

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2004

Pengukuran parameter suhu dilakukan langsung dengan menggunakan *thermometer* di setiap lokasi stasiun survey. Selain itu, suhu juga dianalisis dengan menggunakan algoritma yang nantinya berbeda pada konstanta dan koefisien yang digunakan pada lokasi tertentu (Yusniati, 2006). Adapun rumus perhitungan suhu permukaan laut dengan persamaan (Nababan & Simamora, 2012):

$$SPL = \{Tw4 + 2,702 (Tw4 - Tw5) - 0,582\} - 273^{\circ}C$$

Keterangan:

Tw4 = Suhu emisivitas kanal 4

Tw5 = Suhu emisivitas kanal 5

Pengukuran DO dengan menggunakan metode titrasi iodometri secara Winkler yaitu dengan berdasarkan reaksi oksidasi reduksi. Oksigen dalam air ditangkap ion Mn⁺² dalam suasana basa, membentuk endapan coklat MnO₂. Selanjutnya endapan tersebut direaksikan dengan KI dalam suasana asam sulfat membentuk I₂. Selanjutnya I₂ yang dibebaskan dititrasi dengan larutan Thiosulfat menggunakan indikator amilum (Salmin, 2005).

Salinitas diukur dengan menggunakan *refraktometer* pada setiap stasiun survey dengan cara menjatuhkan tiga tetes air laut pada meterannya. Pengamatan dilakukan dengan memutar tombol sampai mendarat pada angka nol.

Pengambilan sampel substrat dilakukan dengan menggunakan pipa paralon 4 inchi yang dilakukan secara acak pada plot 1, plot 3 dan plot 5 stasiun pengamatan. Sampel dianalisis di laboratorium dengan menganalisis nilai pH, C-organik, fraksi substrat. Adapun metode analisis pH dengan metode AOAC (2005) dengan cara pH meter dikalibrasi dengan memasukkan elektroda dalam larutan buffer pH 7 kemudian dibilas dengan akuades dan dikeringkan menggunakan tissue, selanjutnya elektroda dimasukkan dalam larutan buffer pH 4. Pengukuran kandungan bahan organik tanah dengan metode *walkey and black* ditentukan berdasarkan kandungan C-organik (Foth, 1984). Penentuan tekstur substrat dilakukan dengan menggunakan metode pemipetan (Buchanan, 1984) dengan menggunakan metode ayakan kering dan pemipetan.

Substrat dianalisis berdasarkan perbandingan komposisi pasir, liat, dan debu dengan langkah-langkah sebagai berikut: 1) Penentuan komposisi masing-masing fraksi substrat; 2) Menarik garis lurus pada sisi persentase pasir di titik 45 % sejajar dengan sisi persentase debu, kemudian ditarik garis lurus pada sisi persentase debu di titik 30 % sejajar dengan persentase liat, dan tarik garis lurus pada sisi persentase liat 25 % sejajar dengan sisi persentase pasir; 3) Titik perpotongan ketiga garis tersebut akan menentukan tipe substrat yang dianalisis (Fauzi, 2018).

Analisis Data

Analisis data hasil penelitian menggunakan analisis deskriptif kuantitatif dengan menggunakan tabel atau grafik, histogram berdasarkan jenis substrat dan kerapatan mangrove.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan pada lokasi penelitian di Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar mendapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil perhitungan jumlah individu, rata-rata tinggi, dan diameter pada tingkat semai pancang dan pohon

No	Spesies	Jumlah Individu			Rata-rata Diameter
		Semai	Pancang	Pohon	Pohon
1.	<i>R. stylosa</i>	3	2	20	27,95
2.	<i>Avicennia alba</i>	1	-	4	86
3.	<i>S. alba</i>	-	2	3	55

Spesies *R. stylosa* merupakan spesies terbanyak yang ditemukan pada setiap tingkat pertumbuhan, sedangkan terendah terdapat pada *S. alba* tingkat semai dan pancang (Tabel 2). Ditemukan sebanyak 3 spesies yang termasuk dalam mangrove sejati pada lokasi penelitian. Banyaknya spesies *R. stylosa* yang ditemukan disebabkan peluang ditemukannya di setiap plot pengamatan lebih banyak. Jaya et al., (2022) menyatakan bahwa terdapat 11 spesies mangrove di Pulau Tanakeke yaitu: *R. stylosa*, *R. mucronata*, *S. alba*, *E. agallocha*, *B. gymnorrhiza*, *L. racemosa*, *R. apiculata*, *A. alba*, *H. littoralis*, *G. paludosa*, dan *P. acidula*. Akbar et al., (2015) yang menyatakan bahwa substrat yang dijumpai di lokasi penelitian yaitu lumpur berpasir sebagai media tumbuh dari spesies *R. stylosa*. Mangrove jenis *A. alba* akan hidup pada substrat lumpur dan akan tumbuh berdampingan dengan *R. stylosa* dan biasanya berinteraksi dengan *S. alba*.

S. alba ditemukan di beberapa plot sebanyak semai 1361, pancang 404, dan pohon 150. *S. alba* termasuk spesies yang hidup pada lahan basah atau tergenang air. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ndede et al., (2016) yang menyatakan bahwa *S. alba* tidak toleran terhadap air tawar dalam periode lama, menyukai tanah yang bercampur lumpur dan pasir, serta beberapa waktu pada batuan karang ditemukan di lokasi yang terhindar dari hempasan gelombang, dan juga di muara serta pulau-pulau lepas pantai.

Pada lokasi penelitian pesisir Desa Tompotana Kec. Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar merupakan lahan yang mayoritas tergenang air atau basah. Tingkat pertumbuhan yang dijumpai adalah tingkat semai, pancang, dan pohon, hal ini dikarenakan wilayah tempat tumbuhnya tergenang air sehingga penyebaran spesies *R. stylosa* dan *S. alba* tergolong lebih tinggi dibandingkan dengan *A. alba*. Hal sesuai dengan pernyataan Muhtadi (2016) yang menyatakan spesies *A. alba* akan hidup pada substrat lumpur, sedangkan mangrove spesies *R. stylosa* dan *S. alba* akan hidup pada substrat lumpur berpasir. Substrat pada lokasi penelitian merupakan substrat lumpur berpasir, oleh karena itu *A. alba* sangat sedikit dijumpai.

S. alba ditemukan pada substrat pasir berlumpur yang cocok dengan struktur akarnya yaitu akar napas (*Pneumatophore*) yang muncul dari substrat dan genangan air. *A. alba* hanya ditemukan pada plot awal dan plot akhir. Hal ini disebabkan karena spesies *A. alba* memiliki toleransi salinitas yang baik, hal ini mendukung persebaran biji dan tipe substrat sebagai mekanisme fisiologisnya terhadap salinitas, mangrove memiliki mekanisme khusus untuk mengatasi kelebihan dan kekurangan kadar garam, akan tetapi perubahan salinitas dapat membawa struktur zonasi tumbuhan mangrove apabila salinitas di sekitar substrat tumbuh tidak sesuai dengan toleransi spesies tersebut dapat hidup. Sesuai pernyataan Martiningsih et al., (2015) bahwa pada umumnya kondisi wilayah yang dekat dengan laut adalah spesies mangrove yang mampu bertahan, yaitu *R. stylosa* dan *S. alba*. Hal ini dikarenakan adaptasi yang cukup tinggi dari spesies *R. stylosa* dan *S. alba* terhadap perubahan salinitas, hasil pengamatan pada kawasan mangrove di Desa Tompotana Pulau Tanakeke Kabupaten Takalar terdapat struktur zonasi yang berbeda dengan kondisi pada umumnya.

Tabel 3. Hasil perhitungan kerapatan jenis, frekuensi jenis, dan tutupan pada tingkat semai, pancang dan pohon

No	Spesies	Kerapatan Jenis (K)			Frekuensi Jenis (F)			Tutupan		
		Semai	Pancang	Pohon	Semai	Pancang	Pohon	Semai	Pancang	Pohon
1.	<i>R. stylosa</i>	0,23	0,08	0,03	0,94	0,91	0,69	0,02	0,04	0,01
2.	<i>A. alba</i>	0,02	0,00	0,04	0,80	0,02	0,72	0,01	0,00	0,02
3.	<i>S. alba</i>	0,06	0,02	0,01	0,02	0,80	0,52	0,03	0,02	0,01
Total		0,31	0,10	0,08	1,76	1,73	1,83	0,05	0,06	0,04

Kerapatan jenis tertinggi terdapat pada tingkat pertumbuhan semai *R. stylosa* dengan nilai 0.23 hal ini disebabkan oleh habitat yang cocok dan kemampuan spesies *R. stylosa* beradaptasi dengan lingkungan (Tabel 3). Kondisi lingkungan dengan substrat lumpur berpasir akan mendukung kehadiran dan merupakan tempat tumbuh berkembang spesies *R. stylosa*. Kerapatan jenis terendah terdapat pada tingkat pertumbuhan semai dan pancang *A. alba* dengan nilai 0.02 dan 0.00 hal ini disebabkan karena substrat yang tidak cocok.

Frekuensi jenis tertinggi terdapat pada tingkat pertumbuhan semai *R. stylosa* dengan nilai 0.94 sedangkan terendah terdapat pada tingkat pertumbuhan pancang spesies *A. alba*. Frekuensi jenis menggambarkan kesempatan ataupun peluang spesies yang dapat tumbuh dan ditemukannya spesies dalam suatu areal lokasi yang menjadi areal pengamatan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Akbar et al., (2015) yang menyatakan bahwa nilai frekuensi jenis mangrove dipengaruhi oleh banyaknya jumlah kuadrat dimana ditemukan jenis tersebut.

Tabel 4. Hasil perhitungan kerapatan relatif, frekuensi relatif, dan dominansi relatif pada tingkat semai, pancang, dan pohon

No	Spesies	Kerapatan Relatif (KR)			Frekuensi Relatif (FR)			Tutupan		
		Semai	Pancang	Pohon	Semai	Pancang	Pohon	Semai	Pancang	Pohon
1.	<i>R. stylosa</i>	72,14	73,44	74,07	62,59	62,43	67,90	75,22	70,56	71,79
2.	<i>A. alba</i>	10,16	10,22	11,11	11,12	12,11	12,15	10,34	10,88	12,55
3.	<i>S. alba</i>	17,7	16,34	14,81	26,29	25,46	19,95	14,44	18,56	15,66
Total		100	100	100	100	100	100	100	100	100

Kerapatan relatif tertinggi adalah *R. stylosa* tingkat pohon yaitu 74.07%, Nilai kerapatan relatif yang terendah adalah pada spesies *A. alba* tingkat semai 10.16% (Tabel 4). Hal ini sesuai dengan pernyataan Parmadi et al., (2016) yang menyatakan bahwa tingginya kerapatan relatif *R. stylosa* dipengaruhi oleh substrat dengan jenis pasir berlumpur yang dapat memungkinkan *R. stylosa* untuk hidup.

Kerapatan relatif pada tingkat pertumbuhan pancang tertinggi adalah *R. stylosa* sebanyak 73.44%, dan tingkat semai tertinggi oleh *R. stylosa* sebanyak 72.14%. dapat dilihat pada Tabel 4 tingkat pertumbuhan pohon dengan jenis *A. alba* sebanyak 11.11 ditemukan pada transek penelitian. Hal tersebut dikarenakan tipe akar yang dimiliki spesies *R. stylosa* adalah akar tunjang (*Stilt -Roots*) sehingga tipe akar tidak cocok dengan kondisi substrat di lokasi penelitian yaitu lumpur berpasir.

Rizki & Leilani (2018) menyatakan bahwa *R. stylosa* dapat tumbuh pada kondisi substrat berlumpur halus, dan tergenang pada saat pasang normal. Sedangkan *A. alba* hidup pada substrat lumpur berpasir dan pada lahan tergenang atau basah sehingga *A. alba* lebih cocok tumbuh dan berkembang pada lokasi penelitian dibanding dengan *A. alba*.

Frekuensi relatif spesies *R. stylosa* dan *S. alba* lebih banyak dijumpai dibandingkan dengan spesies *A. alba*, hal ini dikarenakan *R. stylosa* dan *S. alba* dipengaruhi oleh substrat pasir berlumpur. Sesuai dengan pernyataan Sunandar et al., (2018) yang menyatakan bahwa *R. stylosa* dan *S. alba* mampu tumbuh pada perairan dengan kondisi substrat yang berlumpur, kemampuan ini ditunjang dengan sistem perakaran yang dimiliki *R. stylosa* dan *A. alba* adalah akar nafas.

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan ditemukan 3 spesies mangrove yaitu *Rhizophora stylosa*, *S. alba*, dan spesies *Avicennia alba* (Gambar 2.). Keragaman jenis mangrove tersebut dipengaruhi oleh jenis substrat, kondisi perairan dan parameter kualitas perairan. Selain itu, keberlangsungan hidup mangrove juga sangat dipengaruhi oleh pengaruh aktivitas manusia dalam pemanfaatan ruang yang melakukan konversi pemanfaatan lahan mangrove untuk dijadikan lokasi budidaya.

Indeks nilai penting pada tingkat semai *R. stylosa* merupakan persentase tertinggi dibanding dengan spesies yang lain yaitu 145.67% (Tabel 5). Indeks nilai penting pada tingkat pertumbuhan pancang yang

menduduki nilai tertinggi adalah *R. stylosa* dengan nilai 167.75%. Sedangkan pada tingkat pertumbuhan pohon yang menduduki nilai tertinggi adalah *R. stylosa* yaitu dengan nilai 146.66%. Indeks nilai penting menunjukkan tingkat dominansi dari suatu jenis tertentu. Dari spesies mangrove di lokasi penelitian, *R. stylosa* merupakan spesies yang memiliki nilai tertinggi, hal ini menandakan bahwa spesies *R. stylosa* mampu beregenerasi serta beradaptasi dengan baik terhadap lingkungan mangrove, yaitu faktor salinitas, substrat, dan suhu.

Tabel 5. Hasil perhitungan indeks penting pada tingkat semai, pancang dan pohon

No	Spesies	Indeks Nilai Penting		
		Semai (%)	Pancang (%)	Pohon (%)
1.	<i>R. stylosa</i>	145,67	167,75	146,66
2.	<i>A. alba</i>	2,38	12,87	70,59
3.	<i>S. alba</i>	51,95	119,38	82,75
Total		200	300	300

Pada kategori pertumbuhan tingkat semai nilai INP adalah 200, karena pada kategori pertumbuhan tingkat semai hanya menggunakan hitungan penjumlahan dari kerapatan relatif dan frekuensi relatif, indeks nilai penting terendah adalah spesies *A. alba* dengan nilai 70.59% berada di pertumbuhan tingkat pohon, lalu pada kategori pertumbuhan tingkat pancang terendah terdapat pada spesies *A. alba* dengan nilai 12.87%. Hal ini menunjukkan bahwa *S. alba* sangat mempengaruhi kestabilan ekosistem mangrove pada lokasi penelitian ini yang disebabkan karena kemampuan spesies mangrove *S. alba* yang mampu beradaptasi dengan fluktuasi salinitas perairan yang berada di kawasan hutan mangrove Desa Tompotana Pulau Tanakeke yang dipengaruhi pasang surut air laut serta jenis akar yang dimiliki sangatlah cocok dengan substrat dengan tipe berlumpur pada lokasi penelitian.

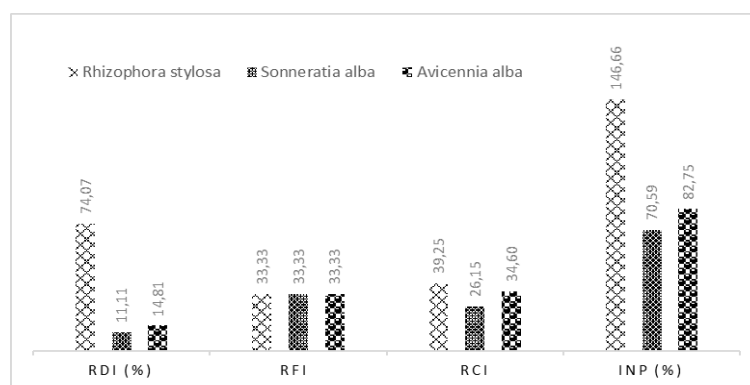
Spesies *Rhizophora stylosa* memiliki nilai INP tertinggi pada semua kategori pertumbuhan tingkat semai, pancang, dan pohon. Hasil tersebut mencerminkan bahwa lokasi penelitian pesisir Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke dalam kondisi baik, dikarenakan hutan mangrove pada lokasi penelitian belum banyak mengalami perubahan yang disebabkan oleh kegiatan manusia, walaupun ada sebagian masyarakat yang memanfaatkan kayu sebagai bahan bakar dan bahan bangunan. Dapat dilihat spesies *Rhizophora stylosa* mendapat peranan yang tinggi pada lokasi penelitian dikarenakan spesies *Rhizophora stylosa* memiliki karakteristik dan morfologi yang mendukung dalam persaingan dengan spesies lainnya serta lokasi penelitian dapat dikatakan baik untuk pertumbuhan. Keadaan ekosistem yang menandakan hutan mangrove pada lokasi penelitian belum banyak mengalami perubahan yang disebabkan oleh manusia. Usman *et al.*, (2013) menjelaskan bahwa kawasan mangrove yang mendapatkan nilai penting tinggi menandakan bahwa kondisi mangrove tersebut dalam kondisi baik dan belum mengalami perubahan, sebaliknya apabila kondisi ini berubah daratan karena sedimentasi dan rusak karena ulah manusia, maka perlu dilakukan rehabilitasi agar keseimbangan ekosistem tetap terjaga.

Suhu perairan pesisir Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke berkisar antara 33-35°C. Suhu yang didapatkan dari ketiga stasiun memberi gambaran bahwa tidak berbeda jauh sehingga keberadaan jenis mangrove yang dijumpai mendekati sama. Secara umum suhu yang dijumpai pada perairan pesisir Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke tergolong alami untuk pertumbuhan ekosistem mangrove di suatu kawasan pesisir. Hal ini dibenarkan oleh Kennish (1990), bahwa mangrove dapat tumbuh dengan baik pada daerah tropis dengan temperatur diatas 20°C. Perbedaan temperatur pada kawasan mangrove antara pagi, siang maupun sore hari dipengaruhi oleh kerapatan mangrove yang menyebabkan penetrasi cahaya matahari yang dipancarkan terhambat.

Karakteristik substrat diketahui menentukan kehidupan mangrove. Substrat sedimen yang ada pada daerah mangrove mempunyai ciri-ciri selalu basah, mengandung garam, memiliki oksigen yang sedikit, berbutir-butir dan kaya akan bahan organik. Berdasarkan keterangan tersebut bahwa substrat yang ada pada lokasi penelitian sesuai terhadap pertumbuhan mangrove di suatu perairan serta menunjang tingginya tingkat kerapatan dalam jangka waktu sesuai pertumbuhan masing-masing jenis mangrove.

Tabel 6. Parameter kualitas perairan

No	Parameter Perairan	Satuan	Stasiun			Kisaran
			I	II	III	
1	Suhu	°C	35	33	33	33 - 35
2	Substrat	-	Lumpur	Lumpur	Lumpur berpasir	-
3	DO	Mg/l	8,8	8,6	8,7	8,6 - 8,8
4	Salinitas	‰	33	31	31	31 - 33
5	pH	-	6,6	6	6,3	6 - 6,6
6	Substrat	-	Lumpur	Lumpur	Lumpur berpasir	-
7	Pasang surut	-	surut	surut	surut	-



Gambar 2. Kondisi mangrove Desa Tompotana

Oksigen terlarut (DO) pada lokasi penelitian menunjukkan ketiga stasiun dalam keadaan baik yaitu berkisar antara 8,6 - 8,8 mg/l dimana pada kondisi ini memberi gambaran bahwa tidak terjadi pencemaran maupun pengapuran yang dapat menyebabkan rendahnya DO di suatu perairan pesisir, sehingga memudahkan mangrove untuk dapat hidup pada lokasi tersebut.

Salinitas perairan pesisir pesisir Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke dari ketiga stasiun ditemukan hasil yang tidak jauh berbeda atau hampir sama yaitu berkisar 33-35 ppt. Hasil pengukuran salinitas pada ketiga stasiun tersebut memberi gambaran bahwa kawasan tersebut dikategorikan dalam keadaan baik sehingga dapat menunjang pertumbuhan mangrove pada kawasan tersebut. Hal ini dibenarkan juga oleh pendapat Ilugo (1980), yang menyatakan bahwa tumbuhan mangrove tumbuh subur di area estuaria dengan salinitas 10-30 ppt jika salinitas yang sangat tinggi melebihi salinitas pada umumnya yaitu diatas 35 ppt maka dapat berpengaruh buruk terhadap vegetasi mangrove tersebut.

Derajat keasaman (pH) perairan dari ketiga stasiun adalah 6,3. Hal ini memberi gambaran bahwa pH yang ada pada lokasi penelitian ini termasuk normal. Menurut LLPM (1998) ekosistem mangrove akan tumbuh dengan baik pada daerah kisaran nilai pH antara 5,0-9,0. Lebih lanjut dibenarkan Hilmi (2005), menyatakan mangrove dapat tumbuh pada kisaran pH normal. Apabila pH dalam kisaran terlalu tinggi maupun terlalu rendah dan tidak dapat tolerir oleh mangrove maka akan mengakibatkan kematian pada mangrove tersebut. Kondisi pH perairan atau sedimen berpengaruh pada pertumbuhan akar.

Derajat keasaman (pH) merupakan gambaran jumlah ion hidrogen dalam perairan. Berdasarkan hasil pengukuran pH perairan pada pesisir Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke berkisar antara 6-7. Kisaran ini memberi gambaran bahwa kawasan mangrove masih dalam keadaan baik. Menurut LLPM (1998) ekosistem mangrove akan tumbuh dengan baik pada daerah kisaran nilai pH antara 5,0-9,0. Lebih lanjut dibenarkan Hilmi (2005), menyatakan mangrove dapat tumbuh pada kisaran pH normal. Apabila pH dalam kisaran terlalu tinggi maupun terlalu rendah dan tidak dapat ditoleransi oleh mangrove maka akan mengakibatkan kematian pada mangrove tersebut.

Pasang surut di pesisir Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke di dapat dari Tabel 1,8 - 2,0 meter, pola pasang surut di pesisir Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke didominasi oleh

pasang surut semi diurnal, dimana dalam waktu 24 jam terjadi 2 kali pasang dan 2 kali surut. Menurut (Nontji, 2002) pengaruh pasang surut terhadap mangrove menentukan zonasi komunitas flora dan fauna mangrove, durasi pasang surut berpengaruh besar terhadap perubahan salinitas pada tanah mangrove, salinitas air menjadi sangat tinggi pada saat pasang naik, dan menurun selama pasang surut, perubahan salinitas pada saat pasang merupakan salah satu faktor yang membatasi distribusi spesies mangrove.

Kawasan pesisir Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke memiliki kondisi mangrove yang beragam yang terdiri dari spesies mangrove yaitu *Rhizophora stylosa*, *S. alba*, dan spesies *A. alba*. Keragaman jenis mangrove tersebut dipengaruhi oleh jenis substrat, kondisi perairan dan parameter kualitas perairan. Selain itu, keberlangsungan hidup mangrove juga sangat dipengaruhi oleh pengaruh aktivitas manusia dalam pemanfaatan ruang yang melakukan konversi pemanfaatan lahan mangrove untuk dijadikan lokasi budidaya. Kerapatan relatif (RDi) spesies mangrove tertinggi adalah *Rhizophora stylosa* yaitu sebanyak 74.07% sedangkan kerapatan relative (RDi) spesies terendah adalah *S. alba* (Gambar 2). Jenis mangrove memiliki Frekuensi Relatif (RFi) yang sama yaitu sebesar 33.33. Penutupan Relatif (RCi) tertinggi adalah spesies mangrove *Rhizophora stylosa* yaitu sebesar 39.25 dan Penutupan Relatif (RCi) terendah adalah spesies mangrove *S. alba* yaitu sebesar 26.15. Sedangkan Nilai Penting (INP) tertinggi adalah spesies mangrove *Rhizophora stylosa* yaitu sebesar 148,66% dan Nilai Penting (INP) terendah adalah spesies mangrove *S. alba* yaitu sebesar 70,59%.

Pengambilan titik stasiun 1 terletak pada muara sungai dan diluar mangrove mendapatkan hasil substrat 69,92% liat, 30,03% debu dan 0,05 pasir sehingga substrat tersebut dikategorikan substrat liat. Titik stasiun 2 terletak di luar mangrove dan dekat dengan tambak mendapatkan hasil substrat 81,79% liat, 18,10% debu dan 0,11 pasir sehingga substrat pada stasiun ini juga dikategorikan substrat liat. Sedangkan pada titik stasiun 3 yang terletak dengan mangrove dan pemukiman masyarakat mendapatkan hasil substrat 56,04% liat, 43,86% debu dan 0,10 pasir sehingga dikategorikan substrat liat berdebu (Tabel 7).

Tabel 7. Hasil analisis substrat

Nama Sampel	Fraksi			Keterangan
	% Liat	% Debu	% Pasir	
Stasiun 1	69,92	30,03	0,05	Liat
Stasiun 2	81,79	18,10	0,11	Liat
Stasiun 3	56,04	43,86	0,10	Liat Berdebu

Didapatkan substrat liat dan substrat liat berdebu dimana tingkat kerapatan relative (RDi) tertinggi ditemukan pada spesies mangrove *Rhizophora stylosa* yaitu sebesar 74.07%. Tingginya kerapatan mangrove jenis spesies *Rhizophora stylosa* disebabkan jenis mangrove tersebut dapat tumbuh pada berbagai habitat yang beragam di daerah pasang surut dengan substrat lumpur, liat, pasir dan batu.

Hal tersebut sesuai dengan penelitian Amin et al., (2015) yang menyatakan bahwa rata - rata tertinggi kerapatan *Rhizophora stylosa* terdapat pada substrat pasir berbatu (7 pohon / 4 plot), ditemukannya *Rhizophora stylosa* pada substrat yang berkarakter keras ini diduga karena jenis *Rhizophora stylosa* mempunyai kemampuan hidup pada substrat yang berkarakter keras, meskipun juga jenis ini ditemukan tumbuh pada substrat berlumpur.

Selanjutnya kerapatan relative tertinggi kedua dan ketiga adalah masing-masing spesies mangrove *A. alba* 14.81% dan *S. alba* 11.11%. Hal tersebut disebabkan jenis spesies mangrove *A. alba* dapat tumbuh pada substrat *fine sand* (pasir halus) dengan ukuran butir 0,25 mm dan substrat *granules* (batu kerikil) dengan ukuran butiran 4 mm. Sedangkan mangrove jenis spesies *S. alba* dapat tumbuh dapat tumbuh pada *substrat medium sand* (pasir sedang) dengan ukuran butiran 0,5 mm dan substrat *fine sand* (pasir halus) dengan ukuran butiran 0,25 mm.

KESIMPULAN

Terdapat 3 spesies mangrove di Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke berdasarkan jenis substrat yaitu spesies *R. stylosa*, *A. alba*, dan *S. alba*. Frekuensi Relatif (RFi) di Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke ditemukan pada semua spesies sama yaitu sebesar 33.33, penutupan relative (RCi) tertinggi adalah spesies *Rhizophora stylosa* yaitu sebesar 39.25 dan Penutupan Relatif (RCi)

terendah adalah spesies mangrove *S. alba* yaitu sebesar 26.15. Sedangkan Nilai Penting (INP) tertinggi adalah spesies mangrove *Rhizophora stylosa* yaitu sebesar 148,66% dan Nilai Penting (INP) terendah adalah spesies mangrove *S. alba* yaitu sebesar 70,59%. Kerapatan relative (RDi) tertinggi ditemukan pada spesies mangrove *Rhizophora stylosa* yaitu sebesar 74.07% dengan jenis substrat liat kemudian spesies *A. alba* 14.81% dan *S. alba* 11.11% dengan jenis substrat liat berdebu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kepala Dinas Perikanan Kabupaten Takalar yang telah memberikan data dan dukungan sarana prasarana penelitian, Kepala Desa Tompotana Kecamatan Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar yang telah memberikan arahan selama pengambilan data di lapangan, serta Rektor Universitas Cokroaminoto Makassar yang telah memberikan izin penelitian sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, N. A., Baksir, I. & Tahir. (2015). Struktur komunitas ekosistem mangrove di kawasan pesisir Sidangoli Kabupaten Halmahera Barat, Maluku Utara. *Depik*, 4(3),132-143.
- Amin, D.W., Irawan, H. & Zulfikar, A. (2015). Hubungan Jenis Substrat dengan Kerapatan Vegetasi *Rhizophora* sp di Hutan Mangrove Sungai Nyirih Kecamatan Tanjungpinang. Fakultas Perikanan dan Kelautan UMRAH. Tanjung Pinang.
- AOAC. (2005). Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemist. Virginia USA : Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Arief, A. (2003). Hutan Mangrove, Fungsi dan Manfaatnya. Yogyakarta: Kanisius.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Takalar. (2019). Kabupaten Takalar Dalam Angka Tahun 2019. Halaman website: <https://takalarkab.bps.go.id/> (Terakhir diakses pada 22 Mei 2023).
- Bengen, D.G. (2000). Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove, Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. IPB. Bogor.
- Budiman. (1991). Penelaahan beberapa gatra ekologi moluska bakau indonesia. (Disertasi Doktor). Jakarta: Fakultas Pascasarjana. Universitas Indonesia.
- Daris, L., Massiseng, A.N.A., Jaya, J., & Irsandi, I. (2021). Pengaruh alat tangkap pancing ulur dengan menggunakan lampu yang berbeda terhadap variasi hasil tangkapan cumi-cumi (*Loligo*, sp.) di Perairan Takalar Sulawesi Selatan. *Agrikan : Jurnal Agribisnis Perikanan*, 14(1), 25-32.
- Daris, L., Massiseng, A.N.A., Fachri, M.E., Jaya, J., & Zaenab, S. (2022). The impact of fishermen's conflict on the sustainability of crab (*Portunus pelagicus*) resources in the coastal areas of Maros District, South Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(10), 5278-5289.
- Ezwardi, I. (2009). Struktur Vegetasi dan Mintakat Hutan Mangrove di Kuala Bayeun Kabupaten Aceh Timur Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. (online) (http://dydear.multiply.com/journal/item/15/Analisa_Vegetasi. Diakses 12 Mei 2023:hal :60-88.
- Fauzi, M., Susetya, I. E. (2018). Studi keanekaragaman Bivalvia di ekosistem padang lamun pantai Pandaratan Kecamatan Sarudik Kabupaten Tapanuli Tengah Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Aquacoastmarine*, 6(4): 52-62.
- Foth, H. D. (1984). Dasar - Dasar Ilmu Tanah. Gajah Mada University. Yogyakarta.
- Hilmi, E. (2005). Ekologi Mangrove Pendekatan Karakteristik, Statistik dan Analisis Sistem Bagi Suatu Ekosistem. Purwokerto: PSPK, UNSOED
- Huda, N. (2008). Strategi kebijakan pengelolaan mangrove berkelanjutan di wilayah pesisir di Kabupaten Tanjung Dabung Timur Jambi. *Jurnal Mangrove dan Pesisir*, 2(3).
- Jaya., Laitte, M.H., Daris, L., & Irwansyah. (2022). Studi perubahan tutupan dan kerapatan mangrove menggunakan citra satelit. *Jurnal Airaha*, 11(2), 333-346, DOI: <https://doi.org/10.15578/ja.v11i02.390>.
- Kaunang, Tinny, D & Kimbal, J.D. (2009). Komposisi dan struktur vegetasi hutan mangrove di Taman Nasional Bunaken Sulawesi Utara. *Jurnal Agritek*, 17(6), 139-149.

- Kementerian Lingkungan Hidup. (2004). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004.
- Kennish, M. J. (1990). *Ecology of Estuaries*, 2(1): Biological Aspect. CRC Press. United States.
- LPPM. (1998). Rancangan Sistem Pengelolaan Hutan Bakau Di Kawasan Segara Anakan Kabupaten Daerah Tingkat II Cilacap, Jawa Tengah. Kerjasama Pemerintah Daerah Tingkat II Cilacap – LPPM. Jakarta. 17 h
- Martiningsih, N. E., Made, S., & Nandar, S. (2015). Analisa vegetasi hutan mangrove Di Taman Hutan Raya (Tahura) Bali. Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Mahasaraswati Denpasar. *Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem*, 5(9), 1-69.
- Muhtadi, A., Rudi, H. S., Rusdi, L., & Zulham, A. H. (2016). Status ekologis mangrove Pulau Sembilan, Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara. *Depik*, 5(3), 151-163, DOI: 10.13170/Depik.5.3.5656.
- Nababan, B. & Simamora, K. (2012). Variabilitas konsentrasi Klorofil-A dan suhu permukaan Laut di Perairan Natuna. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1): 121–134.
- Ndede, I. G., Jhonny., & Maria. (2016). Komposisi dan Struktur Vegetasi Hutan Mangrove di Desa Sapa Kabupaten Minahasa Selatan. Program Studi Ilmu Kehutanan, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Nontji, A. (2002). *Laut Nusantara*. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Noor, Y. R., Khazali, M. & Suryadiputra, I.N.N. (2006). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Wetlands International Programme, PKA/WI-IP, Bogor.
- Nursal., Yuslim, F. & Ismiati. (2005). Struktur dan Komposisi Vegetasi mangrove Tanjung Sekodi Kabupaten Bengkalis. *Jurnal. Universitas Riau*. Pekanbaru.
- Nybakken, J.W. (1992). *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Diterjemahkan oleh Eidman, Koesobiono, D.G. Bengen, M. Hutomo dan S Sukarjo. Jakarta: Gramedia, 459 hal.
- Parmadi, E. H., Irma, D. & Sofyatuddin, K. (2016). Indeks nilai penting vegetasi mangrove di Kawasan Kuala Idi, Kabupaten Aceh Timur. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 1(1), 82-95.
- Pramudji. (1996). Studi ekosistem hutan mangrove di beberapa pulau Kepulauan Tanimbar, Maluku Tenggara. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 16(3), 200-209.
- Putra, R. W., Firmansyah, R. M., Wagianto, Gunansyah, & Kamal, E. (2021). Kajian pengelolaan wilayah pesisir dan laut Indonesia (review: reklamasi Teluk Benoa). *Acta Aquatica*, 8(3), 175–180.
- Rizki, R. & Leilani, I. (2018). Etnofarmakologi Tumbuhan Familia Rhizophoraceae oleh Masyarakat di Indonesia. *Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 3(1), 51-60.
- Rusmendro, H. (2008). Watak dan sifat tanah areal rehabilitasi mangrove Tanjung Pasir, Tangerang. *Jurnal Vis Vitalis*, 1(1), 15-19.
- Salmin. (2005). Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Jurnal Oseano*, 30(3): 21-26
- Saputra, S., Sugianto. & Djufri. (2016). Sebaran mangrove sebelum tsunami dan sesudah tsunami di Kecamatan Kuta Raja Kota Banda Aceh. *JESBIO*, 5(1), 23-29.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: PT Alfabet.
- Sunandar, A.P., Saputra, D., Azzahra, M.P., Saraswati., Rahmawati, F., Nurhalizah, S. & Handziko, R.C. (2018). Struktur komunitas dan persebaran mangrove sejati di Gisik Pantai Pasirmendit, Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Jurusan Pendidikan Biologi: Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Usman, L., Syamsuddin. & Hamzah, S.R. (2013). Analisis vegetasi mangrove di Pulau Dudepo Kecamatan Anggrek Kabupaten Gorontalo Utara. *Nike: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(1): 11-17.
- Yusniati, M. (2006). Analisis Spasial Suhu Permukaan Laut di perairan Laut Jawa pada Musim Timur dengan Menggunakan Data Digital Satelit NOAA 16-AVHRR. IPB.