

MORFOMETRI DAUN *Rhizophora mucronata* DI PULAU TEMUDONG DAN PULAU KERAMAT, KECAMATAN UTAN, SUMBAWA, NTB

Rhizophora mucronata Leaf morphometric at Temudong and Keramat Island, Utan District, Sumbawa, NTB

Nandita Pasya Salsabila¹, Sitti Latifah¹, Eni Hidayati¹

¹Jurusan Kehutanan Universitas Mataram

Email : nanditasalsabila1@gmail.com

ABSTRACT

Leaf morphometric is the ratio of leaf length and width that become one of indicator mangrove health. The purpose of this study is to describe the comparison leaf morphometric variations of Rhizophora mucronata on Temudong and Keramat Island in Labuhan Bajo village, Utan District, Sumbawa. Determination of the sample point is done by purposive sampling. As many as 40 leaves is taken which had a perfect shape. The measurement of petiole on Temudong Island obtained as many as 2 variations. Likewise on the sacred Island, variations in morphometry 1 to 2 was not affected based on leaf morphometric. This is supported by water quality of Temudong the temperature is 29 – 34°C; water pH 7,6 – 7,8; salinity 30 – 32 ppt; and DO 2,15 – 3,24 mg/l. In Keramat Island, the temperature is 29,4 – 29,9°C; water pH 7,29 – 7,42; salinity 30 – 32 ppt; and DO 2,26 – 4,31 mg/l.

Keywords; water quality, mangrove, morphometric, *Rhizophora mucronata*

ABSTRAK

Morfometri daun merupakan rasio panjang dan lebar daun yang menjadi salah satu indikator kesehatan mangrove. Tujuan penelitian ini untuk mendeskripsikan perbandingan variasi Morfometri daun *Rhizophora mucronata* di Pulau Temudong dan Pulau Keramat Desa Labuhan Bajo, Kecamatan Utan, Sumbawa. Penentuan titik sampel dilakukan secara *purposive sampling*. Daun yang di ambil sebanyak 40 helai yang memiliki bentuk sempurna. Pengukuran tangkai daun di Pulau Temudong antara 2,1-4 cm, pada Pulau Keramat berkisar antara 1,9-3,9 cm. Morfometri daun di Pulau Temudong diperoleh sebanyak 2 variasi. Demikian pula pada Pulau Keramat. Variasi Morfometri yang berkisar antara 1 hingga 2 menunjukkan bahwa kondisi kesehatan *Rhizophora mucronata* pada kedua pulau tidak mengalami gangguan berdasarkan morfometri daunnya. Hal ini didukung oleh kualitas air di kedua pulau yang mendukung pertumbuhan mangrove. Di pulau Temudong diperoleh suhu 29,9 – 34°C; pH air 7,6 – 7,8; salinitas 30 – 32 ppt; dan DO 2,15 – 3,24 mg/l. Pada Keramat diperoleh suhu 29,4 – 29,9°C; pH air 7,29 – 7,24; salinitas 30 – 32 ppt; dan DO 2,26 – 4,31 mg/l.

Kata kunci: kualitas air, mangrove, Morfometri, *Rhizophora mucronata*

PENDAHULUAN

Mangrove merupakan ekosistem yang produktif di kawasan pesisir sebagai penghubung antara daratan dan laut yang dipengaruhi pasang surut air laut (Sidik et al., 2019). Hutan mangrove menjadi sumberdaya pesisir yang sering mengalami kerusakan. Tekanan lingkungan yang kurang sesuai dapat memberikan dampak negatif jangka panjang terhadap lingkungan sekitarnya. Penyebab utama kerusakan mangrove adalah kegiatan masyarakat dengan pola pemanfaatan yang tidak berkelanjutan. Fenomena ekologi yang terjadi memengaruhi perubahan vegetasi mangrove.

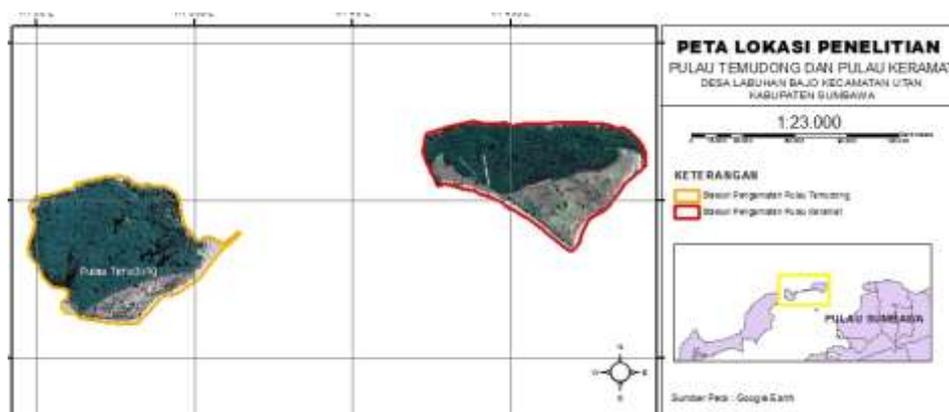
Daun menjadi bagian tumbuhan yang dapat mengalami perubahan bentuk sesuai dengan kesehatan mangrove serta lingkungan tempat hidupnya (Robot et al., 2018). Kesimetrisan (Morfometri) daun menjadi salah satu indikator perubahan bentuk daun yang biasa dijumpai (Nurakhman, 2002, *cit.* Eptyaningsih et al., 2014). Morfometri daun menjadi salah satu parameter untuk melihat kondisi kesehatan mangrove. Barret dan Rosenberg (1981 *cit.* Septyaningsih et al., 2014) menyatakan bahwa lingkungan yang baik akan memiliki keragaman Morfometri yang berkisar antara 1 dan 2. Hal ini menjelaskan bahwa semakin banyak variasi Morfometri daun pada suatu ekosistem mangrove mengindikasikan bahwa lingkungan yang kurang baik. Keragaman Morfometri daun yang tercipta menjelaskan bahwa populasi mangrove memperoleh tekanan lingkungan yang diterima.

Desa Labuhan Bajo merupakan desa pesisir yang secara administrasi terletak di Kecamatan Utan, Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat yang memiliki luasan sekitar 20 km² (BPS Sumbawa, 2019). Desa ini memiliki dua tipe ekosistem mangrove yaitu ekosistem mangrove alami dan rehabilitasi. Ekosistem mangrove alami terletak pada pulau-pulau kecil yang di dalamnya termasuk Pulau Temudong dan Pulau Keramat. Pulau Keramat merupakan pulau kecil yang menjadi salah satu area pariwisata oleh masyarakat sekitar, sehingga di dalamnya terdapat aktivitas manusia. Pulau Temudong juga termasuk ke dalam pulau kecil namun di dalamnya tidak terdapat aktivitas manusia. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan perbandingan variasi Morfometri daun jenis *Rhizophora mucronata* serta kualitas perairan di Pulau Temudong dan Keramat, Desa Labuhan Bajo, Kecamatan Utan, Sumbawa.

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Mei 2022 di Pulau Temudong dan Pulau Keramat Desa Labuhan Bajo, Kecamatan Utan, Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Figure 1. Map of Research

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, GPS (Global Positioning System), ATK, Roll meter, DO meter, Handrefraktometer, pH meter, termometer, penggaris, dan daun mangrove jenis *Rhizophora mucronata*. Parameter utama dalam penelitian ini meliputi panjang dan lebar daun untuk penentuan rasio Morfometri daun, dan panjang tangkai daun. Parameter pendukung dalam penelitian ini yaitu, pH air, salinitas, suhu air, dan DO.

Metode Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu data primer dan sekunder. Data Primer dalam penelitian ini yaitu panjang dan lebar daun, tangkai daun, serta kualitas perairan. Data sekunder dalam penelitian ini terkait dengan data pendukung lainnya. Berikut baku mutu kualitas air di bawah ini.

Tabel 1. Baku Mutu Kualitas Perairan

Table 1. Water Quality Standard

Parameter	Satuan	Baku Mutu
Suhu	°C	28 - 32
pH		7 - 8,5
Salinitas	ppt	s/d 34
DO (<i>Dissolved Oxygen</i>)	mg/L	>5

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut, 2004

Penentuan stasiun dilakukan secara *purposive sampling* yaitu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu (Agung & Yuesti, 2019). Penentuan sampel berdasarkan keberadaan jenis *Rhizophora mucronata* di Pulau Temudong dan Pulau Keramat. Stasiun satu berada pada Pulau Temudong dan Stasiun dua berada pada Pulau Keramat. Masing-masing titik ditentukan sebanyak 3 plot dengan jarak antar plot 50 m (Septyaningsih et al., 2014). Data panjang, lebar, dan tangkai daun diambil di setiap plot pada tingkat vegetasi pohon sebanyak 40 lembar daun yang memiliki bentuk sempurna.

Pengukuran Morfometri daun dilakukan untuk melihat kondisi kesehatan mangrove dengan digunakan rumus sebagai berikut (Efriyldi, 2018).

$$\text{Rasio morfometri} = \frac{\text{lebar daun}}{\text{Panjang daun}}$$

$$FR = \frac{Fn}{F \text{ total}} \times 100\%$$

$$FK = FRn + FR$$

FR : Frekuensi Relatif

FK : Frekuensi Kumulatif

Fn : Frekuensi rasio Morfometri sampel ke n

$$CV = \frac{\text{St. Dev}}{M} \times 100\%$$

CV : Koefisien keragaman

M : Nilai rata-rata rasio morfometrik daun

St. Dev: Simpangan baku dari rasio morfometrik

Perbandingan morfometri daun *Rhizophora mucronata*

Untuk mengetahui perbandingan morfometri daun *Rhizophora mucronata* pada Pulau Temudong dan Pulau Keramat digunakan uji t dengan sample bebas yang dilakukan dengan bantuan *Software Microsoft Excel*. Dengan rumus sebagai berikut.

Rata-rata morfometri daun

$$\bar{X}_{Li} = \frac{\sum X_i}{n_i}$$

Nilai Varians

$$S_L^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X}_i)^2}{n_i - 1}$$

Nilai t_{hitung}

$$t_{hitung} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

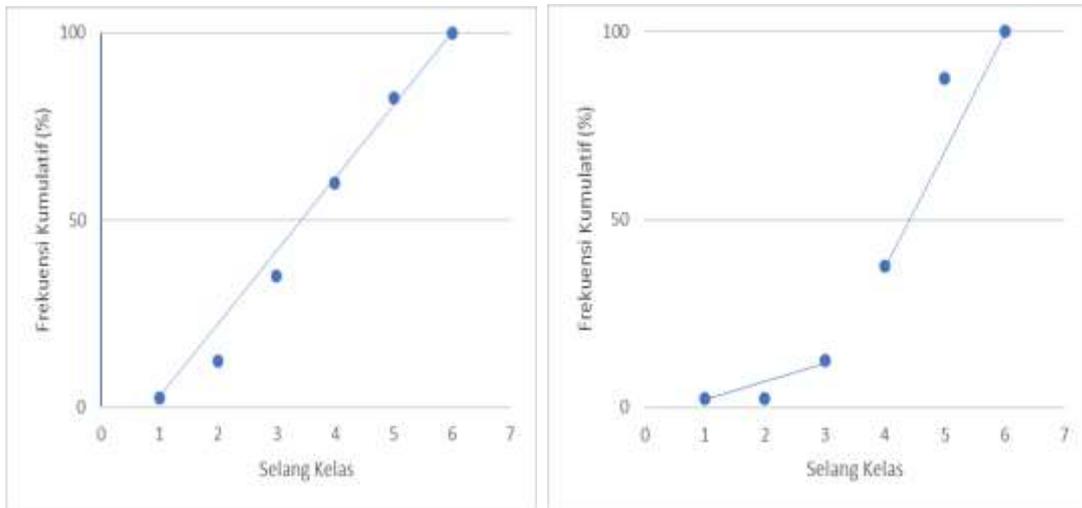
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Pulau Temudong dan Pulau Keramat secara administratif terletak di Desa Labuhan Bajo, Kecamatan Utan, Kabupaten Sumbawa. Pulau Keramat secara geografis terletak pada $8^{\circ} 22' 39,75''$ LS s/d $8^{\circ} 22' 53,46''$ LS dan $117^{\circ} 03' 08,35''$ BT s/d $117^{\circ} 03' 34,62''$ BT dengan batas administratif pada sebelah utara berbatasan langsung dengan Laut Flores, sebelah Timur dan Selatan berbatasan langsung dengan Selat Alas, dan sebelah Barat berbatasan langsung dengan Pulau Temudong (Widhianingrum et al., 2013). Pulau Temudong secara geografis terletak pada $8^{\circ} 22' 47,776''$ LS dan $117^{\circ} 3' 19,224$ BT dengan batas administratif sebelah utara berbatasan dengan Laut Flores, Sebelah Timur berbatasan dengan Pulau Keramat, sebelah Selatan Berbatasan dengan Selat Alas, dan sebelah Barat berbatasan dengan Pulau Panjang.

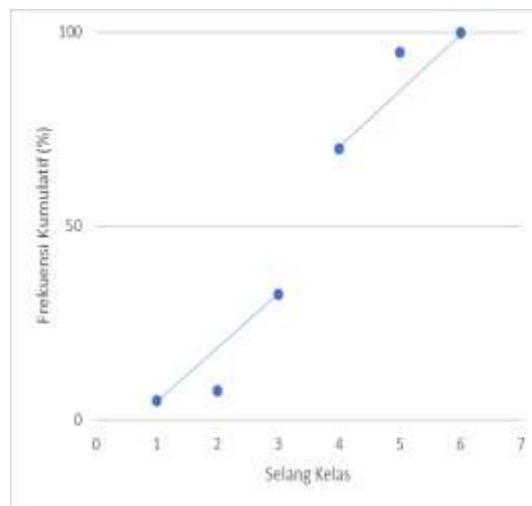
Morfometri Daun *Rhizophora mucronata*

Morfometri daun yang diamati dalam penelitian ini meliputi panjang daun, lebar daun, dan panjang tangkai daun. Variasi Morfometri daun *Rhizophora mucronata* diamati berdasarkan frekuensi kumulatif dan selang kelasnya. Dalam penelitian ini diperoleh 6 kelas pada perhitungan rasio morfometri daun *Rhizophora mucronata*. Hasil perhitungan terhadap rasio morfometri daun *Rhizophora mucronata* pada Stasiun I (Pulau Temudong) dan Stasiun II (Pulau Keramat) disajikan pada grafik berikut.



(a)

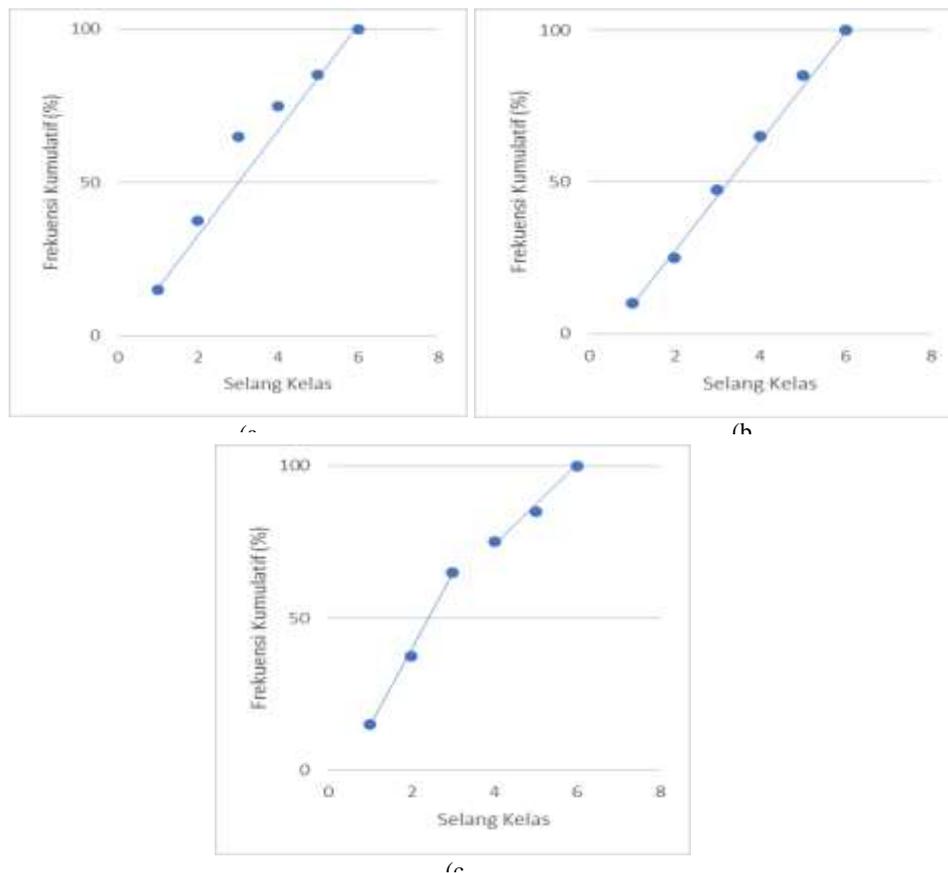
(b)



(c)

Gambar 2. Variasi Morfometri Daun *Rhizophora mucronata* di Pulau Temudong
 Figure 2. Morphometric Variations of *Rhizophora mucronata* Leaves in Temudong Island
 (Sumber : Data Primer Peneliti)

Variasi Morfometri yang terbentuk pada *Rhizophora mucronata* di Pulau temudong menunjukkan dalam kisaran 2 variasi. Dapat diperhatikan pada plot 1 diperoleh sebanyak 1 variasi Morfometri daun, pada plot 2 diperoleh 2 variasi dan plot 3 diperoleh sebanyak 2 variasi Morfometri daunnya. Dengan panjang tangkai berkisar pada 2,1 – 4 cm.



Gambar 3. Variasi Morfometri Daun *Rhizophora mucronata* di Pulau Keramat
 Figure 3. Morphometric Variations of *Rhizophora mucronata* Leaves in Keramat Island
 (Sumber: Data Primer Peneliti)

Variasi Morfometri daun *Rhizophora mucronata* yang terbentuk di Pulau Keramat menunjukkan dalam 2 variasi. Pada plot 1 dan 2 diperoleh sebanyak 1 variasi, dan pada plot 3 diperoleh sebanyak 2 variasi. Dan panjang tangkai berkisar pada 2,1 – 3,9 cm. Hal ini menunjukkan bahwa mangrove jenis *Rhizophora mucronata* di Pulau Keramat dalam kondisi yang sehat.

Adanya perbedaan Morfometri daun pada tiap plot dapat disebabkan oleh intensitas cahaya matahari yang masuk. Menurut (Ismoyo et al., 2017) intensitas cahaya matahari yang masuk melalui sela sela daun dapat memengaruhi laju fotosintesis pada daun, sehingga terjadi perbedaan panjang dan lebar daun.

Variasi Morfometri daun menjadi salah satu indikator kesehatan mangrove. Variasi Morfometri yang terbentuk dalam suatu ekosistem menunjukkan tekanan habitat yang diterima oleh populasi tertentu. Hal ini sesuai dalam penelitian (Efriyldi, 2018; Septyaningsih et al., 2014) yang menyatakan bahwa lingkungan yang baik akan memiliki variasi morfometri yang berkisar pada 1 sampai 2 variasi sehingga variasi dari rasio Morfometri dapat menandakan keadaan vegetasi ekosistem mangrove.

Tabel 2. Nilai Koefisien Keragaman Morfometri Daun *Rhizophora mucronata*
 Table 2. Coefficient of Variation *Rhizophora mucronata* Leaf Morphometric

	Stasiun pengamatan	
	Pulau Temudong	Pulau Keramat
Koefisien Keragaman	7,359%	7,396%

Sumber : Data Primer Peneliti

Pada tabel di atas menunjukkan nilai koefisien keragaman pada Pulau Keramat lebih tinggi dibanding dengan Pulau Temudong. Hal ini menunjukkan bahwa daya adaptasi mangrove pada Pulau Keramat lebih tinggi dibanding dengan Pulau Temudong. (Efriyldi, 2018; Septyaningsih et al., 2014) menjelaskan apabila suatu populasi memiliki nilai koefisien keragaman yang memencar pada nilai morfometri daunnya, menunjukkan daya adaptasi yang luas sehingga kompetisi antar individu berkurang. Namun, bila suatu populasi memiliki nilai koefisien keragaman yang mengelompok pada nilai Morfometri daunnya, maka daya adaptasi yang dimiliki rendah dalam menghadapi lingkungannya.

Perbandingan Morfometri Daun *Rhizophora mucronata*

Perbandingan Morfometri daun *Rhizophora mucronata* pada Pulau Temudong dan Pulau Keramat dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Perbandingan Morfometri Daun *Rhizophora mucronata*
 Table 3. Comparison of *Rhizophora mucronata* Morphometric Leaves

Morfometri	Stasiun Pengamatan	N	Rata-Rata	Standar Deviasi	Standar error	P-value
Daun	Pulau Temudong	120	0,512	0,03768	0,00345	5,61981E-07
	Pulau Keramat	120	0,538	0,04133	0,00365	
Tangkai	Pulau Temudong	120	2,903	0,41484	0,03787	0,198756842
	Pulau Keramat	120	2,975	0,44613	0,04073	

Sumber : Data Primer Peneliti

Berdasarkan tabel di atas rata-rata rasio morfometri daun *Rhizophora mucronata* Pada Pulau Temudong lebih tinggi dibanding dengan Pulau Keramat. Dari hasil uji t diperoleh bahwa rasio morfometri daun pada kedua pulau berbeda nyata dengan nilai *p value* 0,00 dimana lebih kecil dari alpha (< 0,05). Berdasarkan uji statistik pada tangkai daun *Rhizophora mucronata* diperoleh *p value* 0,198 dimana lebih besar dari nilai alpha (> 0,05) sehingga tidak ada perbedaan tangkai daun pada kedua pulau.

Kualitas Perairan

Kualitas Perairan yang diukur dalam penelitian ini meliputi pH air, salinitas, suhu, dan DO (*Dissolved Oxygen*). Hasil pengukuran kualitas perairan dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 4. Parameter Kualitas Perairan
Table 4. Water Quality Parameters

Stasiun Pengamatan		
	Pulau Temudong	Pulau Keramat
Suhu (°C)		
Kisaran	29,3 - 34,3	29,4 - 29,9
Rata-rata	30,778	29,700
Simpangan Baku	1,397	0,156
pH		
Kisaran	7,46 - 7,8	7,29 - 7,42
Rata-rata	7,661	7,343
Simpangan Baku	0,116	0,042
Salinitas (ppt)		
Kisaran	30 - 32	30 - 32
Rata-rata	30,667	31,667
Simpangan Baku	0,667	0,816
DO (mg/L)		
Kisaran	2,15 - 3,24	2,26 - 4,31
Rata-rata	2,612	3,342
Simpangan Baku	0,360	0,618

Sumber: Data Primer Peneliti

Hasil pengukuran kualitas air di Pulau Temudong dan Pulau Keramat dilakukan pada Bulan Mei 2022, dengan 3 kali ulangan pada masing-masing plot, sehingga diperoleh 9 ulangan pada tiap stasiun penelitian. Pada Pulau Temudong diperoleh hasil pengukuran derajat keasaman (pH) yang berkisar pada 7,46 – 7,8 dan pada Pulau Keramat berkisar pada 7,29 – 7,4. Jika dilihat pada seluruh stasiun pengukuran, kisaran pH yang diperoleh tidak jauh berbeda. Keadaan ini masih sesuai dengan baku mutu air laut untuk biota laut. Hal ini sesuai dengan (Schaduw, 2018) menjelaskan bahwa pada nilai pH 6,2 – 8 mangrove akan hidup dengan baik dimana oseanografi dan morfologi suatu daerah juga dapat memengaruhi nilai pH pada suatu perairan. Nilai pH dalam suatu ekosistem mangrove juga dipengaruhi oleh banyak faktor seperti suhu oksigen terlarut, dan kandungan alkali (Saru et al., 2017).

Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran salinitas pada Pulau Temudong dan Pulau Keramat berada pada kisaran 30 – 32 ppt. Pada nilai dengan salinitas tersebut masih berada pada baku mutu air laut untuk biota laut. Salinitas dapat memengaruhi laju pertumbuhan mangrove secara langsung. Dimana pada lingkungan yang asin diperlukan untuk kestabilan ekosistem mangrove. Menurut (Zakaria, 2019) Tumbuhan mangrove dapat tumbuh dengan baik di daerah yang memiliki salinitas 10 – 30 ppt.

Pada pengukuran suhu air di Pulau Temudong memiliki kisaran 29,3°C – 34,3°C sedangkan pada Pulau Keramat berkisar antara 29,4°C – 29,9°C. Dalam Mughofar et al., (2018) menjelaskan bahwa pada suhu rata-rata minimal >20°C menjadi suhu terbaik bagi pertumbuhan mangrove. Hal ini juga sejalan dengan baku mutu kualitas air untuk biota laut menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air dimana baku mutu suhu pada mangrove berkisar pada 28 – 30°C. Namun pada

Pulau Temudong memiliki suhu tertinggi yaitu sebesar 34,3°C. Hal ini diduga akibat tutupan vegetasi mangrove pada plot 2 memiliki kerapatan rendah sehingga cahaya matahari yang masuk langsung terkena badan air. Sesuai dengan (Wailisa et al., 2022) menerangkan bahwa semakin banyak sinar matahari yang mengenai badan air maka suhu air akan semakin meningkat.

DO atau oksigen terlarut Nilai DO pada Pulau Temudong berkisar pada 2,15 – 3,24 mg/L. Pada Keramat berkisar pada 2,26 – 4,31 mg/L. Nilai DO pada Pulau Temudong dan Pulau Keramat tergolong rendah dimana berada di bawah baku mutu kualitas air bagi biota laut dengan nilai >5 mg/L. Suhu dan salinitas dapat memengaruhi tinggi rendahnya kelarutan oksigen di dalam air. Selain itu, pasang surut air laut juga memengaruhi nilai oksigen terlarut dalam air.

KESIMPULAN DAN SARAN

Morfometri daun yang diperoleh di Pulau Temudong berkisar antara 1 sampai 2 variasi. Demikian pula pada Pulau Keramat. Variasi Morfometri yang berkisar antara 1 hingga 2 menunjukkan bahwa kondisi kesehatan *Rhizophora mucronata* pada kedua pulau tidak mengalami gangguan berdasarkan morfometri daunnya. Perbandingan rata-rata morfometri daun *Rhizophora mucronata* berbeda sangat nyata dengan $p\text{-value} < 0,05$ pada uji t, sedangkan perbandingan tangkai daun adalah tidak berbeda nyata dengan $p\text{-value} > 0,05$. Hal ini didukung oleh kualitas air di kedua pulau yang mendukung pertumbuhan mangrove. Di pulau Temudong diperoleh suhu 29,9 – 34°C; pH air 7,6 – 7,8; salinitas 30 – 32 ppt; dan DO 2,15 – 3,24 mg/l. Pada Keramat diperoleh suhu 29,4 – 29,9°C; pH air 7,29 – 7,24; salinitas 30 – 32 ppt; dan DO 2,26 – 4,31 mg/l.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, A. A. P., & Yuesti, A. (2019). *Metode Penelitian Bisnis Kuantitatif Dan Kualitatif Edisi Ke-1* (Vol. 1). <https://www.journals.segce.com/index.php/KARTI/article/view/47/49>
- BPS Sumbawa. (2019). *Kecamatan Utan dalam Angka 2019*.
- Efryldi, A. & B. A. (2018). Kondisi Morfometrik *Rhizophora apiculata* pada Kawasan dengan Aktivitas Antropogenik Berbeda di pesisir Timur Indragiri Hilir, Sumatera. *Asian Journal of Environment, History and Heritage*, 2(1), 113–121.
- Ismoyo, U., Hendarto, B., & Suryanti. (2017). Analisis Bahan Organik dengan Kualitas Tanah terhadap Ukuran Daun Bakau (*Rhizophora mucronata* Lamk) di Hutan Mangrove Desa Mojo Ulujami, Pematang. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 12(2), 134–138.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut, 0 (2004).
- Mughofar, A., Masykuri, M., & Setyono, P. (2018). Zonasi Dan Komposisi Vegetasi Hutan Mangrove Pantai Cengkong Desa Karangandu Kabupaten Trenggalek Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(1), 77–85. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.77-85>
- Robot, R., Sangari, J. R., & Toloh, B. H. (2018). Visualisasi Data Digital Morfometrik Daun *Avicennia marina* Di Perairan Pantai Tongkaina Dan Bintauna. *Jurnal Ilmiah Platax*, 6(1), 42–53. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/platax>
- Saru, A., Amri, K., & Mardi. (2017). *Konektivitas Struktur Vegetasi Mangrove dengan Keasaman dan Bahan Organik Total pada Sedimen di Kecamatan Wonomulyo Kabupaten Polewali*. 3(1), 85–95.
- Schaduw, J. N. W. (2018). Distribusi Dan Karakteristik Kualitas Perairan Ekosistem

- Mangrove Pulau Kecil Taman Nasional Bunaken. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1), 30–49. <http://doi.org/10.22146/mgi.32204>
- Septyaningsih, E. R. M. A., Rdli, E. R. R. I. A., & Idyastuti, A. N. I. W. (2014). *Studi Morfometri dan Tingkat Herbivori Daun Mangrove di Segara Anak Cilacap*. 1, 137–140.
- Sidik, F., Adame, M. F., & Lovelock, C. E. (2019). Carbon sequestration and fluxes of restored mangroves in abandoned aquaculture ponds. *JOURNAL OF THE INDIAN OCEAN REGION*, 15, 177–192. <https://doi.org/10.1080/19480881.2019.1605659>
- Wailisa, R., Putuhena, J. D., & Soselisa, F. (2022). Analisis Kualitas Air di Hutang Mangrove Pesisir Negeri Amahai Kabupaten Maluku Tengah. *Universitas Pattimura*, 57–71. <https://doi.org/10.30598.jhpk.2022.6.1.57>
- Widhianingrum, I., Indarjo, A., & Pratikto, I. (2013). Studi Kesesuaian Perairan untuk Ekowisata Diving dan Snorkeling di Perairan Pulau Keramat, Kabupaten Sumbawa Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Journal of Marine Research*, 2, 181–189. <https://doi.org/10.1038/141548c0>
- Zakaria, L. I. (2019). *Kajian Karakteristik Kualitas Perairan dan Sedimen pada Ekosistem Mangrove di Wilayah Reklamasi Pulau Lumpur Sidoarjo*.