

Study of the Potential and Development of a Mangrove Ecosystem Based on Ecotourism in Pinasungkulan Village, Minahasa Regency

(Kajian Potensi Dan Pengembangan Ekosistem Mangrove Berbasis Ekowisata Di Desa Pinasungkulan Kabupaten Minahasa)

Alis Febri Bonde¹, Farnis B. Boneka², Joshian N. W. Schadu², Daisy M. Makapedua², Antonius P. Rumengan², Victoria E. N. Manoppo²

¹Master of Aquatic Science Study Program, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University, Manado 95115 North Sulawesi, Indonesia

²Teaching Staff of the Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University Jl. Unsrat Bahu Campus, Manado 95115 North Sulawesi, Indonesia

*Corresponding author: farnisboneka@unsrat.ac.id

Manuscript received: 27 August 2024. Revision accepted: 5 Sept 2024

Abstract

This research aims to describe the ecological, socio-economic, institutional, and infrastructural conditions. Primary data collection was carried out through direct observation in the field, measuring the potential of mangrove forests, observing biota, and conducting direct interviews with local communities and relevant stakeholders. Secondary data collection was conducted by gathering documents from previous studies/research, legislation, and other supporting data.

Four types of mangroves were found: *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba*, and *Avicennia marina*. The highest species density was *Rhizophora apiculata* with 6.56 individuals/m², the highest species frequency was 1 for *Rhizophora apiculata*, the highest species coverage value was *Sonneratia alba* at 34.02, and the highest Importance Value Index (IVI) was *Rhizophora apiculata* at point 3 with a value of 226.98. The mangrove diversity index (H') was 2.66, indicating a moderate category and the highest evenness index was at point 2, with a value of 0.92. The Mangrove Tourism Suitability Index (IKW) value was 2.36, indicating a Suitable category. The mangrove area in Pinasungkulan Village can accommodate a 350 square meter mangrove tracking area. The Area Carrying Capacity (DDK) is 56 people per day, with an operational time of 8 working hours per day. The study on community perceptions regarding the benefits of the mangrove ecosystem and its potential to be developed as an ecotourism destination is very positive, and it is expected that this can improve the community's welfare in Pinasungkulan Village.

Keywords: ecotourism, mangroves, carrying capacity, suitability.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan kondisi ekologi, sosial ekonomi, kelembagaan dan infrastruktur. Pengumpulan data primer dilakukan melalui pengamatan langsung (observasi) di lapangan, melalui pengukuran potensi hutan mangrove, pengamatan biota dan wawancara langsung dengan masyarakat lokal dan pihak terkait. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan cara mengumpulkan dokumen hasil studi/penelitian, peraturan perundang-undangan dan data pendukung lainnya. Terdapat 4 jenis mangrove yang ditemukan yaitu *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba* dan *Avicennia marina*. Nilai kerapatan jenis tertinggi adalah *Rhizophora apiculata* yaitu 6,56 individu/m², frekuensi jenis tertinggi adalah 1 pada jenis *Rhizophora apiculata*, nilai penutupan jenis tertinggi *Sonneratia alba* yaitu 34,02, Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi jenis *Rhizophora apiculata* di titik 3 dengan nilai 226,98, indeks keanekaragaman mangrove H'= 2,66 dengan kategori sedang, indeks pemerataan tertinggi pada titik 2 yaitu 0,92. Nilai Indeks Kesesuaian Wisata (IKW) mangrove 2,36, menunjukkan kategori Sesuai. Kawasan mangrove Desa Pinasungkulan dapat dibangun *tracking* mangrove seluas 350 meter². Daya Dukung Kawasan (DDK) adalah 56 orang/hari dengan waktu operasional 8 jam kerja per hari. Kajian persepsi masyarakat tentang manfaat ekosistem mangrove dan potensinya untuk dikembangkan sebagai tujuan ekowisata sangat baik sehingga diharapkan hal tersebut dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat di Desa Pinasungkulan. Kata kunci: *ekowisata, mangrove, daya dukung, kesesuaian.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Hutan mangrove merupakan salah satu bentuk ekosistem hutan yang unik dan khas, terdapat di daerah pasang surut di wilayah pesisir, pantai dan atau pulau-pulau kecil dan merupakan sumber daya alam yang sangat potensial (Waryono, 2002). Kekayaan sumberdaya alam mangrove berupa formasi vegetasi yang unik, satwa serta asosiasi yang ada di dalam ekosistem mangrove memiliki potensi yang dapat dijual sebagai obyek wisata, khususnya ekowisata yang menawarkan konsep pendidikan dan konservasi. Ekowisata dewasa ini menjadi salah satu pilihan dalam mempromosikan lingkungan yang khas yang terjaga keasliannya sekaligus menjadi suatu kawasan kunjungan wisata (Wardhani, 2011).

Kawasan mangrove bagian selatan memiliki kekayaan hutan mangrove yang ditetapkan sebagai kawasan Taman Nasional melalui SK. Menteri Kehutanan No. 730/Kpts-II/91 dengan luas ±13.800 Ha yang letaknya berada di Kabupaten Minahasa dan Kabupaten Minahasa Selatan. Mangrove merupakan salah satu ekosistem di Taman Nasional Bunaken yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi dengan luas total sekitar 1.800 Ha. Luas hutan mangrove yang ada di kawasan TNB bagian selatan sekitar 351 Ha (Eidman *dkk.*, 1999). Hutan mangrove di Desa Pinasungkulan Kabupaten Minahasa memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai kawasan ekowisata mangrove, sejalan dengan upaya pemerintah dalam mengoptimalkan sumber daya alam yang ada. Untuk kebutuhan itulah maka data dan informasi potensi mangrove dikaji.

Perumusan Masalah

Wisata mangrove di Sulawesi Utara mulai berkembang dengan dibentuknya beberapa destinasi wisata seperti *Mangrove Park Bahowo*, Ekowisata Mangrove Desa Bahoi, Ekowisata Mangrove Kuala Batu, Ekowisata Mangrove Panango dan lain-lain. Keberadaan mangrove di Desa

Pinasungkulan kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa adalah salah satu lokasi yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi kawasan ekowisata mangrove sehingga Penulis merasa perlu untuk melakukan kajian potensi mangrove dalam kawasan ini. Perumusan masalah dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi ekologi mangrove di Desa Pinasungkulan?
2. Bagaimana kesesuaian lahan mangrove sebagai kawasan ekowisata di Desa Pinasungkulan?
3. Bagaimana persepsi masyarakat tentang manfaat ekosistem mangrove dan potensinya untuk dapat dikembangkan sebagai tujuan ekowisata di Desa Pinasungkulan?

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan

1. Menganalisa kondisi ekologi mangrove di Desa Pinasungkulan;
2. Menganalisa kesesuaian lahan mangrove sebagai kawasan ekowisata;
3. Mengkaji persepsi masyarakat tentang manfaat ekosistem mangrove dan potensinya untuk dikembangkan sebagai tujuan ekowisata.

Manfaat

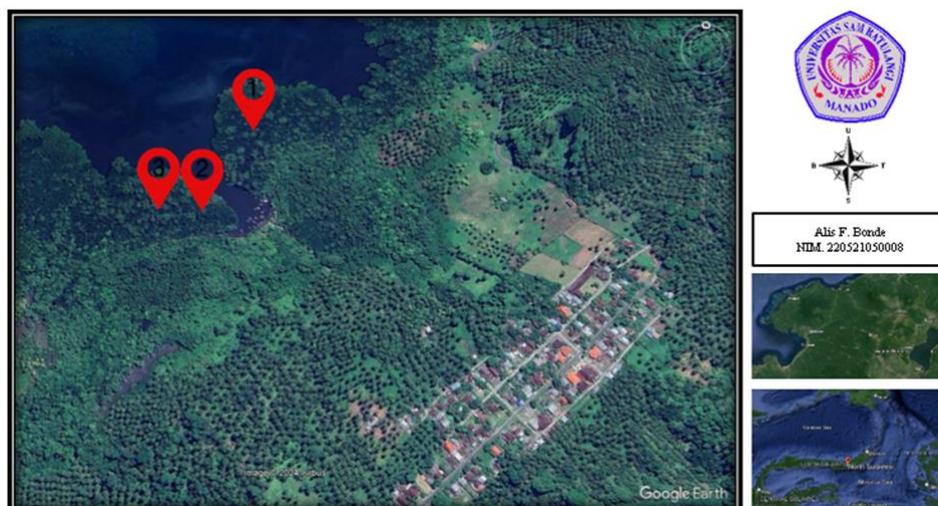
Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan masyarakat di Desa Pinasungkulan sebagai rekomendasi dalam pengembangan dan pengelolaan ekosistem mangrove sebagai tujuan ekowisata.

METODE

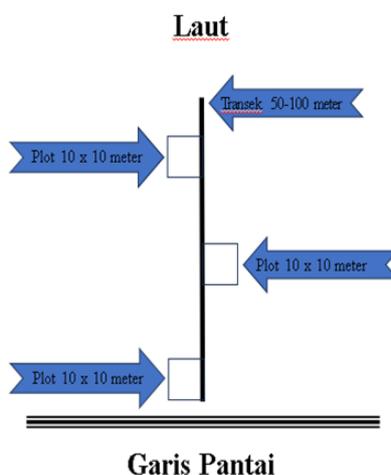
Penelitian telah dilaksanakan di Desa Pinasungkulan pada bulan Oktober 2023 s/d Februari 2024. Berikut adalah lokasi penelitian dengan 3 (tiga) titik lokasi pengambilan data Gambar 1. Penelitian ini dilakukan dengan cara survei untuk mendeskripsikan kondisi ekologi, sosial ekonomi, kelembagaan dan infrastruktur. Teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui wawancara, kuesioner, studi pustaka dan pengamatan langsung di lapangan.

Metode pengukuran menggunakan kuadran/plot (Tuwo, 2011). Pada lokasi penelitian ditetapkan 3 (tiga) titik pengambilan data mangrove. Garis transek ditarik secara tegak lurus dari darat/garis pantai ke arah laut dengan panjang transek sepanjang 100 m dan disesuaikan dengan

kondisi lokasi penelitian. Pada setiap transek diletakkan 3 (tiga) petak contoh (plot) secara acak berbentuk bujur sangkar yang terbuat dari tali plastik dengan ukuran 10 x 10 m untuk tingkat pohon (diameter batang > 4 cm) Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel



Gambar 1. Peletakan transek dan plot di lokasi penelitian

Data yang diambil adalah jenis mangrove dalam titik lokasi pengamatan dengan cara melihat sistem perakarannya, bentuk batang, daun dan bunga dari mangrove dan membandingkan dengan buku panduan Noor dkk., (2019), kemudian dilakukan pengukuran diameter setiap pohon setinggi dada (1,3 meter) yang berada dalam titik lokasi (Gambar 3).

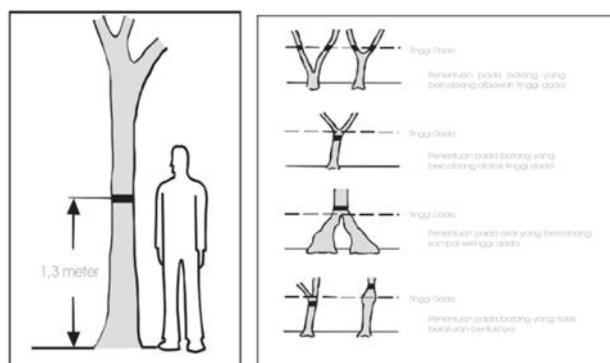
Pengambilan data biota yang ada di mangrove dilakukan melalui pengamatan secara visual. Biota yang ditemukan

didokumentasikan dengan menggunakan kamera telepon genggam, selanjutnya biota yang ditangkap dilepaskan kembali ke habitatnya semula. Untuk biota seperti reptil (biawak, ular, buaya) dan burung hanya didokumentasikan tanpa ditangkap (Bengen, 2001). Data pasang surut yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari prediksi pasang surut PUSHIDROS TNI-AL tahun 2023.

Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mengumpulkan

dokumen-dokumen hasil studi/penelitian, peraturan perundang-undangan dan data pendukung lainnya. Sumber data berasal dari pemerintah pusat dan pemerintah daerah dari dinas/instansi terkait dengan penelitian, yaitu Kementerian Kelautan dan

Perikanan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Balai Taman Nasional Bunaken, Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten, Kantor Desa dan Perguruan Tinggi.



Gambar 2. (A) Penentuan lingkaran batang mangrove setinggi dada; (B) Penentuan lingkaran batang mangrove pada berbagai jenis batang mangrove (Sumber: Kepmen. LH No. 201/2004).

Analisis Data yang dilakukan: Kerapatan Jenis dan Kerapatan Relatif, Frekuensi Jenis dan Frekuensi Relatif Jenis, Penutupan Jenis dan Penutupan Relatif Jenis, INP (Indeks Nilai Penting), Indeks Keanekaragaman Jenis, Indeks Kemerataan Jenis (E), Analisis Data Kesesuaian Wisata Mangrove, Analisis Daya Dukung Kawasan (DDK), Analisis Data Sosial Ekonomi, Kelembagaan dan Infrastruktur.

Metode Penentuan Jumlah Responden (*Purposive sampling*) metode pengambilan sampel tidak secara acak melainkan berdasarkan pertimbangan tertentu atau sengaja. Dalam hal ini yang menjadi pertimbangan adalah yang berinteraksi langsung di ekosistem mangrove Desa Pinasungkulan dan bersedia untuk diwawancarai.

$$n = \frac{N}{1 + N (e)^2}$$

dimana:

n = jumlah sampel yang dibutuhkan (30 responden)

N = jumlah populasi

e = nilai kritis (batas ketelitian) yang diinginkan (persen kelonggaran ketidaktelitian karena kesalahan pengambilan sampel populasi), *margin of error* yang diperkenankan (5%)

Kerapatan (Di)

$$D_i = \frac{n_i}{A}$$

dimana:

D_i = kerapatan jenis i (batang atau individu/ha)

n_i = jumlah total tegakan ke-i

A = luas area total pengambilan sampel

Nilai kerapatan relatif jenis (RD_i)

$$RD_i = \left[\frac{n_i}{\sum n} \right] \times 100 (\%)$$

dimana:

RD_i = kerapatan relatif jenis ke-i

n_i = jumlah total tegakan jenis ke-i

∑n = jumlah total tegakan seluruh jenis

Frekuensi jenis (F_i)

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

dimana:

F_i = frekuensi jenis ke-i

p_i = jumlah petak contoh dimana ditemukan jenis ke-i

∑p = jumlah total petak contoh yang dibuat Frekuensi Relatif Jenis (RF_i)

$$RF_i = \left[\frac{F_i}{\sum f} \right] \times 100 (\%)$$

dimana,

RF_i = frekuensi relatif jenis ke-i

F_i = frekuensi jenis ke-i

Σf = jumlah total frekuensi seluruh spesies

Penutupan jenis (C_i)

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

dimana,

C_i = penutupan jenis

$\Sigma BA = \pi d^2/4$

(d = diameter batang setinggi dada)

(d = keliling/ π), $\pi = 3,14$)

A = Luas total area pengambilan contoh (m^2)

Penutupan relatif jenis (RC_i)

$$RC_i = \left[\frac{C_i}{\Sigma C} \right] \times 100 (\%)$$

dimana,

RC_i = penutupan relatif jenis ke- i

C_i = penutupan jenis ke- i

ΣC = penutupan total untuk seluruh jenis

Indeks Nilai Penting

$$INP = RD_i + RF_i + RC_i$$

dimana,

INP = Indeks Nilai Penting

RD_i = Kerapatan Relatif

RF_i = Frekuensi Relatif

RC_i = Penutupan Relatif

Keanekaragaman jenis

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

dimana,

H' = Indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener

N = Jumlah total individu dalam komunitas

(Σn_i) n_i = Jumlah individu spesies atau jenis ke- i

P_i = Proporsi individu spesies ke- i (n_i/N)

i = 1, 2, 3, ..., s

s = Jumlah spesies

Indeks Kemerataan

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

dimana,

E = Kemerataan jenis

H' = Indeks keragaman

S = Jumlah jenis

Indeks Kesesuaian Wisata Perairan

$$IKW = \sum_{i=1}^n (B_i \times S_i)$$

dimana,

IKW = Indeks kesesuaian ekosistem untuk wisata mangrove

N = Banyaknya parameter kesesuaian

B_i = Bobot parameter ke- i

S_i = Skor parameter ke- i

Kategori IKW:

Sangat sesuai : $IKW \geq 2,5$

Sesuai : $2,0 \leq IKW < 2,5$

Tidak sesuai : $1 \leq IKW < 2,0$

Sangat tidak sesuai : $IKW < 1$

Daya Dukung Kawasan Wisata Mangrove

$$DDK = K \times \frac{L_p}{L_t} \times \frac{W_t}{W_p}$$

dimana:

DDK =Daya Dukung Kawasan wisata (orang/hari),

K =Potensi ekologis pengunjung per satuan unit area (orang),

L_p =Luas atau Panjang area yang dapat dimanfaatkan (m),

L_t =Unit area untuk kategori tertentu (m),

W_t =Waktu yang disediakan oleh kawasan untuk kegiatan wisata dalam satu hari (jam/hari),

W_p =Waktu yang dihabiskan oleh pengunjung untuk setiap kegiatan tertentu (jam/hari).

Penelitian data sosial ekonomi, kelembagaan dan infrastruktur dilakukan analisis secara deskriptif. Dimana data berupa usia, jenis kelamin, pendidikan terakhir, pekerjaan, pendapatan, opini masyarakat dan pengetahuan terhadap ekowisata mangrove ditabulasi dengan *Microsoft Excel* menggunakan Skala Likert. Hasil dari tabulasi ini dibuat dalam bentuk tabel yang menggambarkan jawaban responden.

Skala Likert adalah skala atau pengukuran yang digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, atau persepsi seseorang atau sekelompok orang mengenai sebuah peristiwa dan fenomena sosial, berdasarkan dengan definisi operasional yang telah ditetapkan oleh peneliti. Skala Likert biasanya digunakan sebagai salah satu metode pengumpulan data untuk mengetahui atau mengukur data yang bersifat kuantitatif maupun kualitatif mengenai suatu fenomena sosial. Skala Likert merupakan skala penelitian yang digunakan untuk mengukur sebuah sikap dan pendapat. Skala Likert menggunakan beberapa butir pertanyaan untuk mengukur perilaku individu dengan merespon 5 titik pilihan pada setiap butir pertanyaan, sangat setuju, setuju, tidak memutuskan, tidak setuju, dan sangat tidak setuju (Likert, 1932). Terdapat dua bentuk pertanyaan dalam skala likert, yaitu bentuk pertanyaan positif untuk mengukur skala positif, dan

bentuk pertanyaan negatif untuk mengukur skala negatif (Pranatawijaya *dkk.*, 2019). Setelah dilakukan analisis data dapat diketahui pencapaian kriteria sosial-ekonomi dalam rangka pengembangan ekowisata mangrove. Hasil ini kemudian dipadukan dengan hasil yang didapatkan dari pengukuran indeks kesesuaian wisata mangrove.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Secara administratif Desa Pinasungkulan terletak di wilayah Kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa dengan posisi yang dibatasi oleh wilayah desa-desa tetangga. Di sebelah timur berbatasan dengan perkebunan Desa Kumu dan Desa Senduk, di sebelah selatan berbatasan dengan Desa Rap-Rap

Kabupaten Minahasa Selatan dan di sebelah utara dan barat berbatasan langsung dengan Laut Sulawesi. Jarak tempuh Desa Pinasungkulan ke Ibukota Kecamatan Tombariri adalah 17 km dengan waktu tempuh sekitar 45 menit sedangkan ke Ibukota Kabupaten Minahasa adalah 53 km yang dapat ditempuh dengan waktu sekitar 2 jam (BPS, 2022).

Penelitian ini dilakukan di kawasan mangrove Desa Pinasungkulan (Gambar 4.1) dengan tiga titik pengamatan dimulai pada saat air laut surut menuju pasang, cuaca yang cerah dengan suhu berkisar 28°C - 32°C dan pengambilan data dimulai pada pukul 10.00 – 15.00 WITA. Kondisi umum substrat pada masing-masing titik adalah lumpur berpasir.



Gambar **Error! No text of specified style in document.** Mangrove di Desa Pinasungkulan

Jenis Mangrove

Hasil identifikasi daun, buah, batang dan akar mangrove di Desa Pinasungkulan memiliki 4 (empat) jenis mangrove yang didapatkan dengan menggunakan metode kuadran/plot. Keempat jenis tersebut adalah *Avicennia marina* (Gambar 5), *Rhizophora apiculata* (Gambar 6), *Rhizophora mucronata* (Gambar 7), dan *Sonneratia alba* (Gambar 8).

Avicennia marina memiliki ciri belukar atau pohon yang tumbuh tegak atau menyebar dengan ketinggian pohon mencapai 30 meter. Mangrove jenis ini

merupakan mangrove pionir yang ada pada lahan pantai yang terlindung dan memiliki kemampuan untuk menempati dan tumbuh pada berbagai habitat pasang surut serta mampu tumbuh pada tempat dengan salinitas yang tinggi. Akarnya mampu mengikat sedimen dan mempercepat proses pembentukan tanah timbul. *Avicennia marina* dapat juga hidup bergerombol membentuk suatu kelompok pada habitat tertentu (Noor *dkk.*, 2006).

Rhizophora apiculata dapat tumbuh pada tanah berlumpur, halus, dalam dan tergenang pada saat pasang normal. Tidak

menyukai substrat yang lebih keras yang bercampur dengan pasir. Tingkat dominasi dapat mencapai 90% dari vegetasi yang tumbuh di suatu lokasi dan menyukai perairan pasang surut yang memiliki pengaruh masukan air tawar yang kuat secara permanen. Pohon dengan ketinggian mencapai 30 m dengan diameter batang mencapai 50 cm. Memiliki perakaran yang khas hingga mencapai

ketinggian 5 m, dan kadang-kadang memiliki akar udara yang keluar dari cabang, kulit kayu berwarna abu-abu tua dan berubah-ubah. Daun berwarna hijau tua dengan hijau muda pada bagian tengah dan kemerahan di bagian bawah, kepala bunga kekuningan dengan buah kasar berbentuk bulat memanjang hingga seperti buah pir dan berwarna coklat (Noor dkk., 2006).



Gambar 5. Mangrove jenis *Avicennia marina*. (A) Daun, (B) Buah



Gambar 6. Mangrove jenis *Rhizophora apiculata*. (A) Daun, (B) Bunga, (C) Buah



Gambar 7. Mangrove jenis *Rhizophora mucronata*. (A) Daun, (B) Bunga



Gambar 8. Mangrove jenis *Sonneratia alba*. (A) Daun, (B) Buah

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Dekme dkk. (2015) menemukan 6 (enam) spesies mangrove yang ada di Desa Pinasungkulan yaitu *Avicennia alba*, *Bruguiera cylindrica*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa*, *Sonneratia alba* dan *Sonneratia ovata*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksplorasi dengan cara mengidentifikasi jenis dan mendeskripsikan struktur morfologi tumbuhan mangrove.

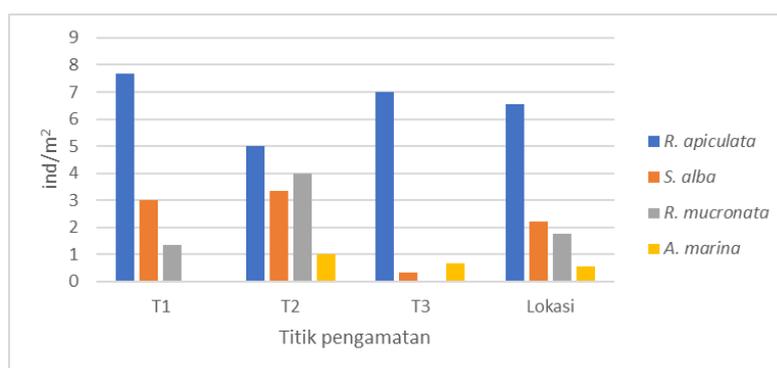
Vegetasi Mangrove

Kerapatan Jenis dan Kerapatan Relatif

Kerapatan merupakan suatu indeks kepadatan individu dalam menguasai ruang atau areal yang menunjukkan kualitas lingkungan pendukung pertumbuhan mangrove (Desmukh, 1992). Pola sebaran vegetasi melalui potensi

kerapatan menunjukkan potensi penguasaan sumber hara oleh jenis vegetasi mangrove.

Hasil olah data terkait kerapatan dan kerapatan relatif menunjukkan nilai tertinggi adalah mangrove jenis *Rhizophora apiculata* dengan nilai kerapatan individu 6,56 individu/m² dan kerapatan relatif 62,96%. Sedangkan nilai kerapatan dan kerapatan relatif yang terendah adalah mangrove jenis *Avicennia marina* yaitu 0,56 individu/m² dan kerapatan relatif 5,27% (Gambar 9). Tingginya nilai kerapatan jenis ditentukan oleh banyaknya jumlah individu, begitu pula sebaliknya jika jumlah individunya sedikit maka nilai kerapatannya rendah. Kerapatan jenis tertinggi disebabkan oleh substrat yang cocok dan kemampuan beradaptasi dengan kondisi lingkungan (Agustini dkk., 2016).



Gambar 9. Kerapatan jenis mangrove di Desa Pinasungkulan

Vegetasi mangrove yang memiliki kerapatan tertinggi berarti memiliki tingkat penguasaan hara yang terbesar. Selain kaya akan unsur hara, daerah mangrove yang memiliki nilai kerapatan yang besar biasanya memiliki suplai kualitas perairan yang sesuai dengan baku mutu

pertumbuhan mangrove dan didukung dengan karakteristik sedimen yang berpasir atau berlumpur. Semakin rapat suatu ekosistem mangrove akan semakin baik dalam hal mereduksi gelombang dan menahan sedimen ataupun sampah dari daratan, akan tetapi hal ini juga akan

berdampak buruk bagi pertumbuhan dan regenerasi mangrove. Ekosistem mangrove digunakan sebagai tempat perlindungan biota yang hidup di dalamnya seperti ikan dan moluska. Hal ini membuat ekosistem mangrove sering digunakan sebagai tempat memijah bagi organisme yang berasosiasi di dalamnya (Schaduw, 2019).

Frekuensi Jenis dan Frekuensi Relatif

Frekuensi jenis adalah peluang ditemukannya jenis ke-i dalam petak contoh yang diamati. Frekuensi jenis merupakan salah satu parameter vegetasi yang dapat menunjukkan pola distribusi atau sebaran jenis mangrove dalam suatu ekosistem mangrove (Bengen, 2000). Frekuensi relatif (Rfi) merupakan perbandingan antara frekuensi jenis (Fi) dan total dari keseluruhan jenis mangrove. Nilai dari frekuensi relatif dapat menggambarkan penyebaran suatu spesies yang ada pada suatu ekosistem (Priyadi, 2020).

Hasil dari pengolahan data menunjukkan bahwa mangrove jenis *Rhizophora apiculata* memiliki nilai frekuensi yang paling tinggi yaitu 1 dan nilai frekuensi relatif sebesar 45,39% (Gambar 10). Artinya mangrove jenis ini ditemukan pada setiap plot dan memiliki tingkat persebaran yang paling tinggi. Nilai frekuensi keberadaan spesies mangrove dipengaruhi oleh jumlah spesies yang ditemukan di setiap plot (Serosero dkk., 2020). Mangrove jenis *Avicennia marina* adalah jenis mangrove yang jarang ditemukan dengan nilai frekuensi 0,22 dan frekuensi relatif 10,37%. Tinggi rendahnya

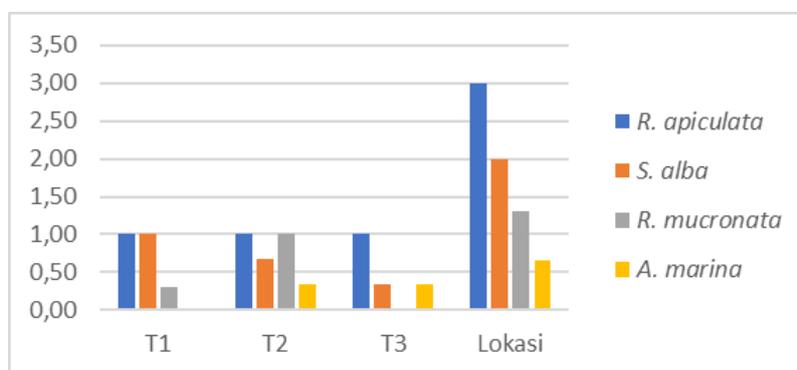
nilai frekuensi relatif disebabkan oleh terjadinya kompetisi yang tidak seimbang antara jenis mangrove yang menempati suatu habitat yang sama, sehingga kurang kompetitif dalam memperoleh nutrisi (Bengen, 2002).

Penutupan Jenis dan Penutupan Relatif

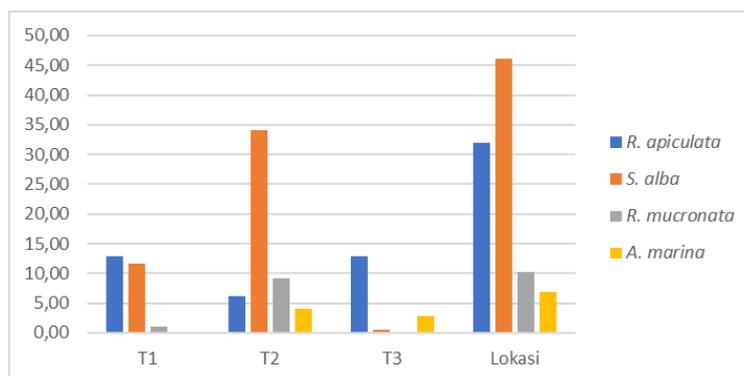
Penutupan jenis (Ci) adalah luas penutupan jenis ke-i dalam suatu area sedangkan penutupan relatif (Rci) adalah perbandingan antara luas area penutupan jenis ke-i (Ci) dan total luas penutupan untuk seluruh jenis (Bengen, 2002). Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada 3 (tiga) titik lokasi pengambilan data ditemukan bahwa penutupan jenis yang tertinggi adalah mangrove *Sonneratia alba* pada titik 2 (dua). Jenis ini memiliki diameter pohon yang besar sehingga nilai penutupan jenis yang diperoleh tinggi (Gambar 11). Faktor yang mempengaruhi nilai tutupan suatu jenis ialah lingkaran batang pohon dan basal area dalam satu lokasi pengambilan sampel (Agustini, 2016).

Indeks Nilai Penting (INP)

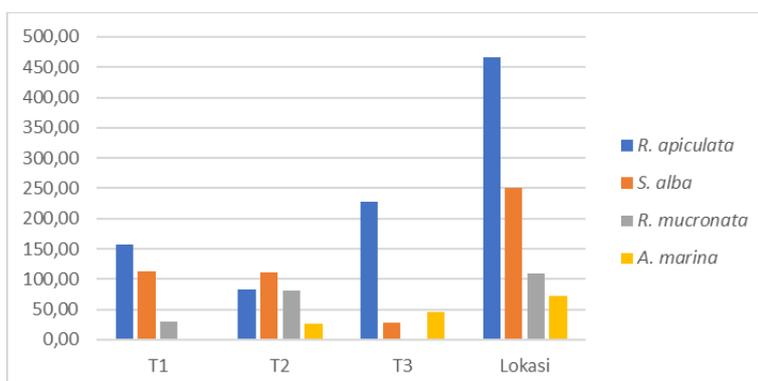
Indeks nilai penting jenis mangrove merupakan penjumlahan dari kerapatan relatif, frekuensi relatif dan penutupan relatif. Indeks nilai penting dapat menunjukkan adanya kontribusi dan peran penting populasi dalam komunitas ataupun ekosistem mangrove (Bengen, 2002). Indeks nilai penting digunakan untuk melihat pertumbuhan jenis mangrove dalam komunitas mangrove. Nilai penting dari tiap jenis mangrove sangat tergantung kondisi pertumbuhan mangrove (Gambar 12).



Gambar 10. Frekuensi jenis mangrove di Desa Pinasungkulan



Gambar 11. Penutupan jenis mangrove di Desa Pinasungkulan



Gambar 12. Indeks Nilai Penting (INP) mangrove di Desa Pinasungkulan

Mangrove untuk tumbuh dengan baik memerlukan sejumlah faktor pendukung seperti ketersediaan nutrisi atau bahan organik, substrat yang cocok, kondisi perairan yang stabil dan tidak adanya eksploitasi mangrove oleh masyarakat setempat (Schadu, 2019).

Hasil olah data dari penelitian ini menunjukkan *Rhizophora apiculata* memiliki Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi pada Titik 3 dengan nilai 226,98 dimana mangrove jenis ini ditemukan di seluruh plot. Sehingga dapat dikatakan bahwa mangrove jenis ini mendominasi di setiap titik pengambilan data. Sedangkan jenis *Avicennia marina* adalah jenis mangrove yang memiliki INP yang terendah yaitu 0 pada Titik 1 dan jenis *Rhizophora mucronata* juga memiliki nilai INP terendah pada Titik 3 yaitu 0. Hal ini karena kedua jenis mangrove ini hanya ditemukan pada beberapa plot di titik pengambilan data.

Perbedaan INP vegetasi mangrove dikarenakan adanya kompetisi pada setiap jenis untuk mendapatkan unsur hara dan sinar matahari pada lokasi penelitian.

Selain itu, faktor lain yang menyebabkan perbedaan vegetasi mangrove adalah jenis substrat dan pasang surut air laut (Parmadi dkk., 2016).

Indeks Keanekaragaman

Gambaran mengenai struktur organisme berupa persekutuan (*assemblages*) spesies dalam komunitas dapat diketahui dari indeks keanekaragaman. Keanekaragaman spesies juga dapat digunakan untuk mengukur stabilitas komunitas, yaitu kemampuan suatu komunitas untuk menjaga dirinya tetap stabil (Bengen, 2000). Hasil olah data dari penelitian ini menunjukkan indeks keanekaragaman mangrove Desa Pinasungkulan sebesar 2,66. Nilai tersebut termasuk dalam kategori keanekaragaman sedang menurut indeks tingkat keanekaragaman hutan mangrove (gambar 13).

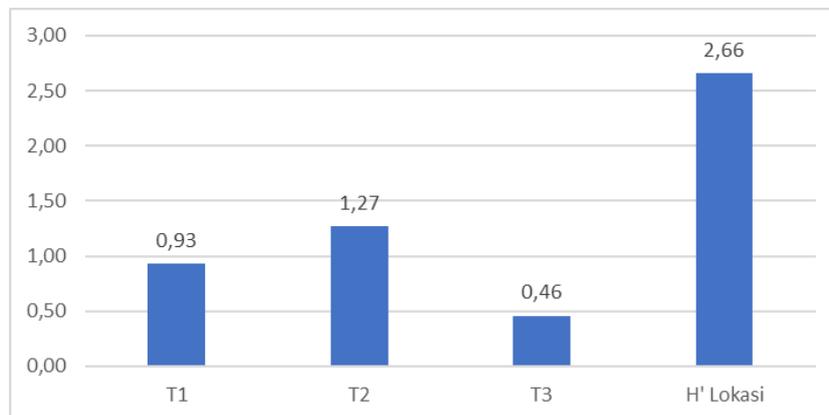
Indeks keanekaragaman sedang menunjukkan produktivitas yang cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang dan tekanan ekologis sedang atau seimbang (Bengen, 2000). Indeks keanekaragaman

spesies yang sedang ini dapat diambil untuk menandai jumlah spesies dalam suatu daerah tertentu atau sebagai jumlah spesies diantara jumlah total individu dari seluruh spesies yang ada. Jumlah spesies dalam suatu komunitas adalah penting dalam segi ekologi karena keragaman spesies tampaknya bertambah bila komunitas menjadi makin stabil. Keanekaragaman sedang pada suatu ekosistem dipengaruhi oleh keberadaan komponen jenis yang ditemukan serta perubahan vegetasi tumbuhan akibat dari aktivitas masyarakat (Baderan, 2016). Keanekaragaman jenis suatu komunitas akan tinggi jika komunitas itu disusun oleh banyak jenis dan tidak ada jenis yang mendominasi, dan suatu komunitas

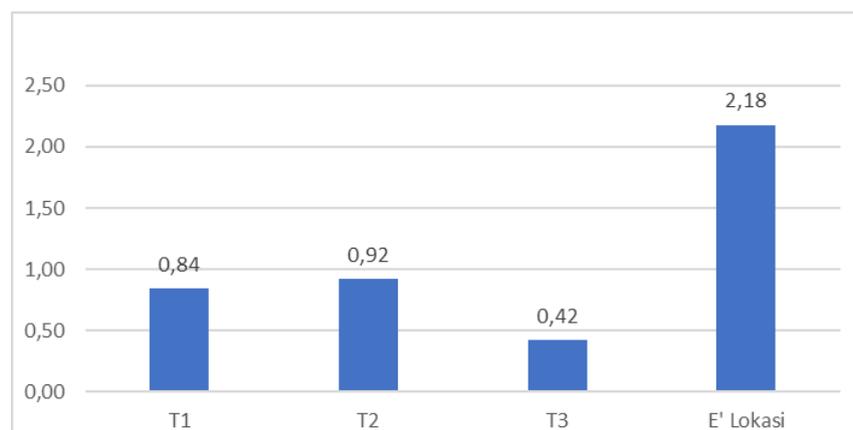
memiliki nilai keanekaragaman jenis yang rendah jika komunitas itu disusun oleh sedikit jenis dan ada jenis yang dominan (Khairunnisa, 2020).

Indeks Kemerataan

Indeks kemerataan merupakan indikator adanya gejala dominasi pada setiap spesies dalam suatu komunitas. Indeks kemerataan pada penelitian ini (Gambar 14) adalah Titik 1 yaitu 0,84 (hampir merata); Titik 2 yaitu 0,92 (hampir merata) dan Titik 3 yaitu 0,42 (kurang merata). Perbedaan nilai kemerataan menunjukkan terdapatnya spesies yang mendominasi atau memiliki nilai individu yang tinggi (Ahlunnisa dkk., 2016).



Gambar 13. Indeks Keanekaragaman mangrove di Desa Pinasungkulan



Gambar 14. Indeks Kemerataan mangrove di Desa Pinasungkulan

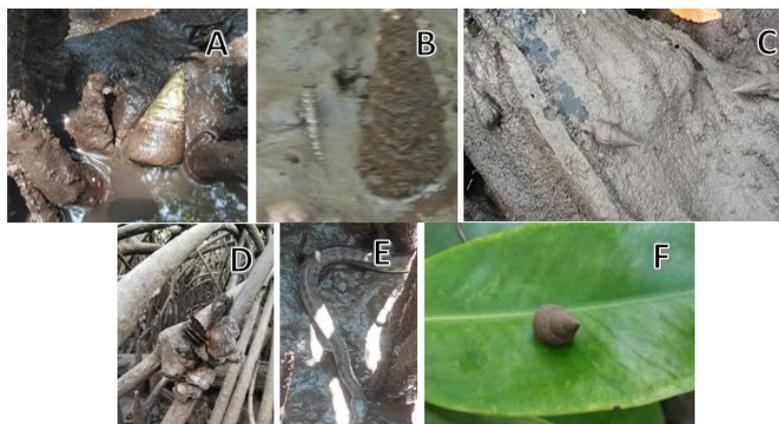
Biota Yang Berasosiasi dengan Mangrove

Mangrove merupakan habitat bagi berbagai jenis satwa liar seperti primata, reptilia dan burung (Gambar 15). Selain

sebagai tempat berlindung dan mencari makan, mangrove juga merupakan tempat berkembang biak bagi burung air. Bagi berbagai jenis ikan dan udang, perairan

mangrove merupakan tempat ideal sebagai daerah asuhan, tempat mencari makan dan tempat pembesaran (Noor dkk., 2006). Dalam penelitian ini ditemukan beberapa biota yang berada di mangrove desa Pinasungkulan yaitu ikan, kepiting,

moluska, ular dan burung (Gambar 4.13.). Mangrove yang mempunyai beragam jenis objek biota yang ditemukan memiliki nilai estetika yang lebih untuk dapat dinikmati oleh pengunjung (Yulianda, 2019).



Gambar 15. Biota yang berasosiasi. (A) *Telescopium* (B) *Perioipthalmus* (C) *Terebralia* (D) *Crassostrea* (E) *Myrrophis* (F) *Littoraria*

Pengukuran Pasang Surut

Dilihat dari karakteristik gerakan muka lautnya, pasang surut di Indonesia dapat dibagi menjadi empat jenis yakni pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), harian ganda (*semidiurnal tide*) dan dua jenis campuran (*mixed tide*) (Nontji, 1987). Triadmodjo (1999) menginformasikan bahwa tipe pasut campuran condong ke harian ganda diidentifikasi mendominasi perairan Indonesia bagian Timur. Pasang surut di pesisir Teluk Manado adalah tergolong dalam tipe pasut campuran condong ke harian ganda. Desa Pinasungkulan memiliki pantai yang landai. Berdasarkan data tabel pasang surut pada bulan Oktober 2023 dari Pusat Hidrografi dan Oseanografi (PUSHIDROS) TNI-AL, pasang air laut tertinggi yaitu 3,5 m dan surut terendah yaitu 0,5 m dengan hasil 3,0 m. Merujuk pada matriks kesesuaian lahan untuk kategori pasang surut pada wisata mangrove menurut Yulianda (2019) nilai tersebut termasuk dalam kategori yang cukup buruk. Pasang surut sangat menentukan zonasi, pertumbuhan dan penyebaran kehidupan mangrove. Lama terjadinya pasang di kawasan mangrove dapat mempengaruhi perubahan salinitas

air dimana salinitas meningkat pada pasang dan menurun pada saat air laut surut (Iskandar dkk., 2019).

Analisis Indeks Kesesuaian Wisata Mangrove

Perhitungan analisis kesesuaian wisata guna menilai kelayakan kawasan wisata mangrove yang ada di Desa Pinasungkulan Kabupaten Minahasa. Berdasarkan Matriks Kesesuaian Wisata Mangrove maka didapatkan hasil IKW seperti dalam Tabel 1.

Berdasarkan matriks perhitungan analisis kesesuaian wisata mangrove di atas didapatkan hasil sebesar 2,36. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa indeks kesesuaian wisata mangrove di Desa Pinasungkulan Kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa adalah Sesuai menurut kategori kesesuaian wisata mangrove oleh Yulianda (2019). Penentuan kawasan untuk dijadikan suatu objek wisata harus didasari dari penilaian kawasan yang memiliki pertimbangan parameter tertentu agar kawasan tersebut layak menjadi objek wisata yang berkelanjutan (Mas'ud dkk., 2020).

Beberapa penelitian sebelumnya yang telah menggunakan matriks

kesesuaian wisata mangrove seperti penelitian oleh Mas'ud *dkk.* (2020) tentang kesesuaian dan daya dukung ekosistem mangrove untuk pengembangan ekowisata di Pulau Pannikiang, Kabupaten Barru,

Sulawesi Selatan dengan nilai yang diperoleh yaitu 2,5 yang masuk dalam kategori sangat sesuai berdasarkan kriteria matriks kesesuaian Yulianda (2019).

Tabel 1. Indeks Kesesuaian wisata mangrove Desa Pinasungkulan

No	Parameter	Bobot	Hasil Analisis	Skor	Nilai
1	Ketebalan Mangrove (m)	0,380	583,19 m	3	1,14
2	Kerapatan Mangrove (Ind/100 m ²)	0,250	11/100 m ²	2	0,5
3	Jenis Mangrove	0,150	<i>R. apiculata</i> , <i>R. mucronata</i> , <i>S. alba</i> , <i>A. marina</i>	2	0,3
4	Pasang surut (m)	0,120	0,5 – 3,5 m	1	0,12
5	Objek Biota	0,100	Ikan, kepiting, moluska, ular, burung	3	0,3
Total					2,36

Indeks Kesesuaian Wisata $2,0 \leq IKW < 2,5$ adalah Sesuai

Keunikan dari kawasan mangrove di Desa Pinasungkulan salah satunya merupakan bagian dari Taman Nasional Bunaken bagian selatan. Selain itu berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan masyarakat lokal, kawasan mangrove di Desa Pinasungkulan ini merupakan daerah migrasi dari beberapa spesies burung. Pada tahun 2018 pernah ada wisatawan asing yang datang ke kawasan mangrove ini untuk mencari salah satu jenis burung yang langka dengan menyewa masyarakat lokal untuk menjadi pemandu wisata di sana.

Penentuan indeks kesesuaian wisata bertujuan untuk mengetahui suatu kawasan wisata sudah sesuai atau belum dalam pengelolaannya. Hal inilah sehingga analisis ini diperlukan agar pengembangan kawasan ekowisata tetap terkendali dan dapat memperkirakan dampak terhadap lingkungan sehingga tujuan wisata menjadi selaras (Yulianda, 2007).

Daya Dukung Kawasan (DDK)

Metode yang digunakan untuk menghitung daya dukung pengembangan ekowisata mangrove pada penelitian ini adalah konsep Daya Dukung Kawasan (DDK). DDK adalah jumlah maksimum pengunjung yang secara fisik dapat ditampung di kawasan yang disediakan pada waktu tertentu tanpa menimbulkan

gangguan pada alam dan manusia (Yulianda, 2007). Dengan konsep DDK diharapkan usaha pemanfaatan ekowisata yang dilakukan mampu mencegah kerusakan sumber daya alam dan lingkungan. Usaha pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan secara lestari dapat terlaksana dengan tetap memperhatikan kesejahteraan masyarakat pengguna sumber daya (Nugroho *dkk.*, 2018).

Kawasan mangrove Desa Pinasungkulan yang dapat dimanfaatkan untuk dibangun *tracking* mangrove sepanjang 350 meter² (Gambar 16) maka DDK kawasan mangrove adalah 56 orang/hari (Tabel 2). Berdasarkan data tersebut kawasan mangrove Desa Pinasungkulan dapat menampung 56 orang per hari dalam waktu 2 jam dan bisa bergantian selama waktu operasional 8 jam kerja per hari. Jumlah tersebut dijadikan sebagai acuan dalam membatasi dan menghitung jumlah pengunjung yang akan mengunjungi kawasan mangrove Desa Pinasungkulan. Perhitungan DDK dimaksud untuk dapat mengurangi pengaruh negatif terhadap dampak yang akan ditimbulkan di kawasan ekowisata mangrove (Sukuryadi *dkk.*, 2020).



Gambar 16. Luas DDK mangrove Desa Pinasungkulan

Tabel 1. Perhitungan Daya Dukung Kawasan wisata mangrove di Desa Pinasungkulan

Parameter Daya Dukung Kawasan	Data yang diperoleh	Daya Dukung Kawasan (DDK)
Potensi ekologis pengunjung per satuan unit area (orang) (K)	1	
Luas atau panjang area (m) yang dapat dimanfaatkan (Lp)	350 m ²	
Unit area untuk kategori tertentu (m ² atau m) (Lt)	25 m	56 orang/hari
Waktu yang disediakan untuk kegiatan dalam satu hari (jam) (Wt)	8 jam	
Waktu yang dihabiskan pengunjung untuk setiap kegiatan (jam) (Wp)	2 jam	

Analisis Data Sosial Ekonomi, Kelembagaan dan Infrastruktur

Jumlah penduduk yang ada di Desa Pinasungkulan berdasarkan data penduduk dari BPS tahun 2023 adalah 496 jiwa yang terdiri dari laki-laki 269 jiwa dan perempuan 227 jiwa. Responden berjumlah 30 orang yang terdiri dari 20 orang masyarakat lokal dan 10 orang *stakeholder* (Tabel 3). Masyarakat lokal terdiri dari pengurus kelompok perikanan dengan mata pencaharian sebagai nelayan dan ibu rumah tangga yang bertempat tinggal dekat dengan kawasan mangrove di Desa Pinasungkulan. Responden *stakeholder* terdiri dari Balai Taman Nasional Bunaken (BTNB) Resort Poopoh, Masyarakat Mitra Polisi Kehutanan, Kepala Seksi Pelayanan Umum di Kantor Kecamatan Tombariri, Hukum Tua Desa Pinasungkulan, Sekretaris Desa Pinasungkulan, Kepala Urusan Umum

Desa Pinasungkulan, Penyuluh Perikanan Kecamatan Tombariri, Kepala Bidang Tata Ruang di Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang dan Pengelola Pengawasan Penangkapan Ikan di Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Minahasa. Pembagian responden ini didasarkan pada kebutuhan informasi yang relevan dengan tujuan penelitian yang ingin diperoleh.

Ekowisata dapat meningkatkan peluang ekonomi berupa perluasan lapangan kerja, peningkatan penghasilan masyarakat lokal dan peningkatan pendapatan daerah. Kondisi sosial, ekonomi, kelembagaan dan sarana wilayah merupakan aspek penting dalam kegiatan ekowisata. Kegiatan ekowisata harus berkontribusi terhadap peningkatan kondisi sosial dan ekonomi masyarakat, khususnya masyarakat lokal. Kelembagaan pemerintah dan masyarakat

harus dapat tumbuh dan berkembang agar dapat mendukung pengembangan ekowisata. Demikian juga dengan sarana wilayah, seperti jalan, listrik dan air bersih. Mengingat pentingnya keempat aspek tersebut, maka kondisi dan perkembangannya harus dimonitoring dan dievaluasi dari waktu ke waktu (Tuwo,

2011). Secara keseluruhan masyarakat dan *stakeholder* mendukung untuk pengembangan kawasan ekowisata mangrove di Desa Pinasungkulan dilihat dari Indeks Kesesuaian Wilayah (IKW) yang sesuai dan analisis Daya Dukung Kawasan (DDK) yaitu 56 orang/hari.

Tabel 3. Pembagian responden didasarkan pada kebutuhan informasi yang relevan

Sikap	Nilai	Kategori Penilaian
Pemahaman masyarakat tentang mangrove	75,10	Baik
Pemahaman <i>stakeholder</i> tentang mangrove	77,90	Baik
Pemahaman masyarakat tentang ekowisata mangrove	80,57	Baik
Pemahaman <i>stakeholder</i> tentang ekowisata mangrove	96,02	Sangat Baik
Persepsi masyarakat terhadap sarana, prasarana dan kelembagaan kawasan mangrove	77,09	Baik
Persepsi <i>stakeholder</i> terhadap sarana, prasarana dan kelembagaan kawasan mangrove	76,70	Baik

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Terdapat 4 (empat) jenis mangrove yang ditemukan di Desa Pinasungkulan yaitu *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba* dan *Avicennia marina*. Dengan nilai kerapatan jenis 6,56 individu/m², frekuensi jenis tertinggi adalah 1 pada jenis *Rhizophora apiculata*, nilai penutupan jenis tertinggi *Sonneratia alba* yaitu 34,02, Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi yaitu *Rhizophora apiculata* pada Titik 3 dengan nilai 226,98, indeks keanekaragaman mangrove Desa Pinasungkulan sebesar 2,66 dengan kategori sedang, indeks pemerataan tertinggi ada pada titik 2 yaitu 0,92. Nilai indeks kesesuaian wisata (IKW) mangrove Desa Pinasungkulan adalah 2,36 yang menunjukkan kategori Sesuai untuk dapat dikembangkan sebagai kawasan ekowisata mangrove. Persepsi masyarakat tentang manfaat ekosistem mangrove dan potensinya untuk dikembangkan sebagai kawasan potensi adalah baik berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan.

Saran

Dalam perencanaan pengembangan kawasan ekowisata mangrove yang ada di Desa Pinasungkulan Kabupaten Minahasa untuk dapat memperhatikan faktor kesesuaian lahan, daya dukung ekologis dan infrastruktur.

Dalam pengembangan ekowisata mangrove hendaknya dapat melibatkan masyarakat lokal di sekitar kawasan mangrove serta meningkatkan kapasitas masyarakat untuk menunjang kegiatan ekowisata tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, N. Tri., Ta'aladin, Z dan Purnama, D. (2016). Struktur Komunitas Mangrove Di Desa Kahyapu Pulau Enggano. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, Bengkulu. EISSN:2527-5186. *Jurnal Enggano*. 1 (1).
- Ahlunnisa, H. A. N., Zuhud, E. A. M., dan Yanto, D. A. N. (2016). Keanekaragaman Spesies

- Tumbuhan di Areal nilai Konservasi Tinggi (Nkt) Perkebunan Kelapa Sawit Provinsi Riau. *Media Konservasi*. 21 (1): 91 – 98.
- Baderan, D. W. (2016). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Mangrove di Kawasan Pesisir Tabulo Selatan, Kabupaten Bualemo, Provinsi Gorontalo. Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah, 41-44.
- Bengen, D. G. (2000). Sinopsis Ekosistem Dan Sumber daya Wilayah Pesisir. Bogor: Pusat Kajian Sumber daya Pesisir dan Lautan IPB.
- Bengen, D. G. (2001). Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Bogor: Pusat Kajian Sumber daya Pesisir dan Lautan.
- Bengen, D. G. (2002). Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian Sumber daya Pesisir dan Lautan. IPB. 59 hal.
- Badan Pusat Statistik. (2022). Kecamatan Tombariri Dalam Angka. BPS Kabupaten Minahasa. Katalog: 1102001.7102160.
- Dekme, Z. M. T. Lasut, A. Thomas dan R. P. Kainde. (2016). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Di Hutan Mangrove Kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa. Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Manado. *Jurnal Cocos*. 7 (2).
- Desmukh. (1992). Ekologi dan Biologi Tropika. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Eidman, M., Djamaludin, R., Lalamantik, L.T.X., Soeroto, B. (1999). Buku Panduan Lapangan Taman Nasional Bunaken. Balai Taman Nasional Bunaken.
- Iskandar, A., J. N. W. Schadu, N. D. C. Rumampuk, C. F. A. Sondak, V. Warouw, A. Rondonuwu. (2019). Kajian Kesesuaian Lahan Ekowisata Mangrove Di Desa Arakan Kabupaten Minahasa Selatan Sulawesi Utara. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 7 (1): 40 – 52.
- Khairunnisa, C. E. T. (2020). Keanekaragaman Jenis Vegetasi Mangrove di Desa Dusun Besar Kecamatan Pulau Maya Kabupaten Kayong Utara. *Jurnal Hutan Lestari*. 325-336.
- KepMen. Lingkungan Hidup Nomor: 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove.
- Mas'ud, R. M., F. Yulianda dan G. Yulianto. (2020). Kesesuaian dan Daya Dukung Ekosistem Mangrove untuk Pengembangan Ekowisata di Pulau Pannikiang, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 12(3):673 – 686.
- Nontji, A. (1987). Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta. 386 hal.
- Noor, R. Y., M. Khazali, dan I N.N. Suryadiputra. (2006). Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia. PHKA/WI-IP, Bogor.
- Nugroho, T. S., A. Fahrudin, F. Yulianda, D. G. Bengen. (2018). Analisis Kesesuaian Lahan dan Daya Dukung Ekowisata Mangrove di Kawasan Mangrove Muara Kubu, Kalimantan Barat. Institut Pertanian Bogor. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*. 9 (2): 483 – 497.
- Parmadi, E. H. J., Dewiyanti, I., dan Karina, S. (2016). Indeks Nilai Penting Vegetasi Mangrove Di Kawasan Kuala Idi, Kabupaten Aceh Timur. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan, Unsyiah*. 1 (1): 82 – 95.
- Pranatawijaya, V. H., Widiatry, R. Priskila, P. B. A. Putra. (2019). Pengembangan Aplikasi Kuesioner Survey Berbasis Web Menggunakan Skala Likert dan Guttman. *Jurnal Sains dan Informatika*. 5 (2):128 – 137
- Pribadi, R. E. D. (2020). Penilaian Kondisi Ekosistem Mangrove di Ayau dan Ayau Kepulauan, Kabupaten Raja Ampat. *Majalah Ilmiah Biologi*

- Biosfera: A Scientific Journal*. 37 (2):106-111.
- Schaduw, J. N. W. (2019). Struktur Komunitas dan Persentase Penutupan Kanopi Mangrove Pulau Salawati Kabupaten Raja Ampat Provinsi Papua Barat. *Majalah Geografi Indonesia*.33 (1):26 – 34.
- Serosero, Rugaya, Abubakar S. H. (2020). Distribusi Dan Struktur Komunitas Mangrove Di Pulau Donrotu, Guratu dan Manomadehe Kabupaten Halmahera Barat, Maluku Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*.12 (1):151 – 166.
- Sukuryadi, Harahab N., Primyastanto, M., dan Semedi, B. (2020). Analysis of Suitability and Carrying Capacity of Mangrove Ecosystem for Ecotourism in Lembar Village, West Lombok District, Indonesia. *Biodiversitas*.21(2):596 – 604.
- Triadmojo, B. (1999). Teknik Pantai. Beta Offset. Yogyakarta. 397 hal.
- Tuwo, A. (2011). Pengelolaan Ekowisata Pesisir dan Laut: Pendekatan Ekologi, Sosial – Ekonomi, Kelembagaan dan Sarana Wilayah. Surabaya.
- Wardhani. (2011). Kawasan Konservasi Mangrove: Suatu Potensi Ekowisata. *Jurnal Kelautan*. 4 (1):60 -76.
- Waryono, T. (2002). Restorasi Ekologi Hutan Mangrove. Dalam Seminar Nasional Mangrove. DKI Jakarta.
- Yulianda, F. (2007). Ekowisata Bahari Sebagai Alternatif Pemanfaatan Sumber daya Pesisir Berbasis Konservasi. Makalah Sains 21 Februari 2007. Departemen Manajemen Sumber daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Yulianda, F. (2019). Ekowisata Perairan: Suatu Konsep Kesesuaian dan Daya Dukung Wisata Bahari dan Wisata Air Tawar. IPB Press. Bogor, Indonesia.