

Community Structure of Macroalgae in the Coastal Waters of Tiwoho Village*(Struktur Komunitas Makroalga Di Perairan Pesisir Desa Tiwoho)***Jonathan Yohanes Iyanleba, Rene Charles Kepel, John Leonard Tombokan, Khristin Fisyse Ivone Kondoy, Stephanus Vianny Mandagi, Alex Denny Kambey**¹Aquatic Resources Management Study Program, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University, Manado 95115 North Sulawesi, Indonesia²Teaching Staff of the Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University Jl. Unsrat Bahu Campus, Manado 95115 North Sulawesi, Indonesia*Corresponding author: renecharleskepel1965@unsrat.ac.id

Manuscript received: 19 Oct. 2024. Revision accepted: 27 Jan. 2025

Abstract

This study aims to describe the morphology and anatomy of each macroalgae species and to analyze the community structure of macroalgae from the study location. Data was collected using the Line Transect method with quadrat sampling techniques conducted at the lowest tide. Temperature measurement was done using a thermometer and salinity using a refractometer, while substrate determination was visually assessed based on the type of substrate. The results of this study found 7 species, consisting of 1 species of red algae, 4 species of brown algae, and 2 species of green algae. The morphology of these algae types varies with different anatomies based on cross and longitudinal sections of each part of the algal thallus. The highest species density was *Turbinaria ornata* (transect 1), while the lowest density was *Halimeda opuntia* and *Sargassum polycystum* (transect 1), *Turbinaria ornata* (transect 2 and transect 3). The macroalgae diversity index values on the three transects were in the medium category. The species evenness index values on the three transects were stable. The species richness index values on the three transects were in the low category. The dominance index values on the three transects were in the low category.

Keywords: Macroalgae, Community, Transect, Quadrat, Tiwoho.

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan morfologi dan anatomi masing-masing spesies makroalga, dan menganalisis struktur komunitas makroalga dari lokasi penelitian. Pengambilan data menggunakan metode *Line Transect* dengan teknik sampling kuadrat yang dilakukan pada saat surut terendah. Pengukuran suhu menggunakan Termometer dan salinitas menggunakan Refraktometer, dan untuk penentuan substrat dilihat secara visual jenis dari substrat tersebut. Hasil penelitian ini ditemukan 7 spesies yang terdiri dari 1 spesies alga merah, 4 spesies alga coklat dan 2 spesies alga hijau. Morfologi jenis-jenis alga tersebut beragam dengan anatomi yang berbeda berdasarkan potongan melintang dan memanjang dari masing-masing bagian thallus alga. Kepadatan spesies tertinggi yaitu *Turbinaria ornata* (transek 1) sedangkan kepadatan terendah yaitu *Halimeda opuntia* dan *Sargassum polycystum* (transek 1), *Turbinaria ornata* (transek 2 dan transek 3). Nilai indeks keanekaragaman makroalga pada ketiga transek termasuk dalam kategori sedang. Nilai indeks kemerataan jenis pada ketiga transek termasuk dalam keadaan stabil. Nilai indeks kekayaan jenis pada ketiga transek termasuk dalam kategori rendah. Nilai indeks dominasi pada ketiga transek termasuk dalam kategori rendah.

Kata kunci: Makroalga, Komunitas, Transek, Kuadrat, Tiwoho.

PENDAHULUAN

Makroalga merupakan salah satu jenis tumbuhan yang mempunyai ukuran dan struktur tubuh yang besar seperti

thallus. Makroalga termasuk organisme dari Dunia Protista yaitu mirip dengan tumbuhan yang mempunyai ciri warna dan pigmen yang berbeda (Mouritsen, 2013). Satu dari ekosistem di pesisir yang

berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekologi adalah makroalga.

Sebaran makroalga di perairan laut umumnya mengikuti sebaran terumbu karang sebagai habitatnya. Namun, sebaran makroalga juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan ciri-ciri spesies makroalga. Salah satu indikator untuk menilai kualitas air adalah dengan menilai populasi ekosistem makroalga yaitu dengan melihat sebaran, kelimpahan dan pemanfaatan makroalga yang terdapat di perairan sekitarnya (Nalle et al., 2020). Makroalga (*macroalgae*) atau rumput laut (*seaweed*) adalah sekelompok organisme mirip tumbuhan yang tidak berbunga yang hidup di laut. Makroalga termasuk dalam tiga kelompok besar berdasarkan pigmentasi dominan yaitu merah (Rhodophyta), coklat (Phaeophyta) dan hijau (Chlorophyta).

Makroalga merupakan organisme yang banyak ditemukan hampir di seluruh pesisir pantai Indonesia, khususnya di pesisir pantai yang mempunyai terumbu karang datar. Indonesia memiliki tidak kurang dari 628 jenis makroalga dari 8.000 jenis makroalga yang ditemukan di seluruh dunia (Luning, 1990). Makroalga umumnya hidup di dasar laut dengan substrat berpasir, puing-puing, karang mati, dan benda keras yang terendam di dasar laut. Distribusi makroalga sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan habitat (Krupek & Branco, 2012). Jika faktor lingkungan dan habitatnya baik, maka distribusi dan keanekaragaman spesies makroalga juga akan baik. Semakin besar jumlah jenis makroalga maka semakin tinggi nilai keanekaragamannya.

Makroalga di perairan Indonesia yang telah teridentifikasi sebanyak 782 spesies. Berdasarkan pigmennya, jenis-jenis tersebut terdiri dari 196 alga hijau, 134 alga coklat dan 452 alga merah (Anggadiredja et al., 2009). Di Sulawesi Utara, jenis-jenis makroalga di alam telah diteliti. Penelitian-penelitian tentang biodiversitas sejak tahun 2018 telah dilakukan dimana diperoleh 15 spesies di Tongkaina, Kota Manado (Kepel et al., 2018a), 14 spesies di Blongko, Kabupaten Minahasa Selatan (Kepel et al., 2018b), 8

jenis di Bahoi Kabupaten Minahasa Utara (Baino et al., 2019), 10 jenis di Kora-Kora, Kabupaten Minahasa (Kepel dan Mantiri, 2019), 45 jenis di Pulau Mantehage, Kabupaten Minahasa Utara (Kepel et al., 2019a), 35 jenis di Semenanjung Minahasa pada musim penghujan (Kepel et al., 2019b), 19 jenis di Semenanjung Minahasa pada musim kemarau (Kepel et al., 2020a), 1 jenis yaitu *Ulva prolifera* di Teluk Totok dan perairan Blongko (Kepel et al., 2020b), 6 jenis di Tanjung Merah (Achmad et al., 2021), 15 jenis di Ondong (Kandati et al., 2021), 7 jenis di Pulau Bombuyanoi (Patra et al., 2021), 16 jenis di Tanjung Merah, Rap-rap dan Teluk Totok (Kepel et al., 2023), 6 jenis di Molas (Hadath et al., 2023), 18 jenis di Rap-rap (Rafii et al., 2024), dan 8 jenis di Beton Panjang Tateli dan 12 jenis di Tasik Ria, Desa Mokupa (Turangan et al., 2024).

Di perairan pesisir Desa Tiwoho terdapat rata-rata pasang surut dengan substrat berlumpur dan beberapa hamparan lamun serta makroalga dan juga mangrove. Sampai saat ini, belum ada penelitian tentang makroalga di perairan pesisir Tiwoho, demikian pula penelitian mengenai makroalga khususnya aspek karakteristik morfologi dan anatomi belum dilakukan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan kajian karakteristik morfologi dan anatomi dan juga struktur komunitasnya.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2024. Lokasi penelitian bertempat di perairan pesisir Desa Tiwoho, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara (Gambar 1).

Metode Penelitian

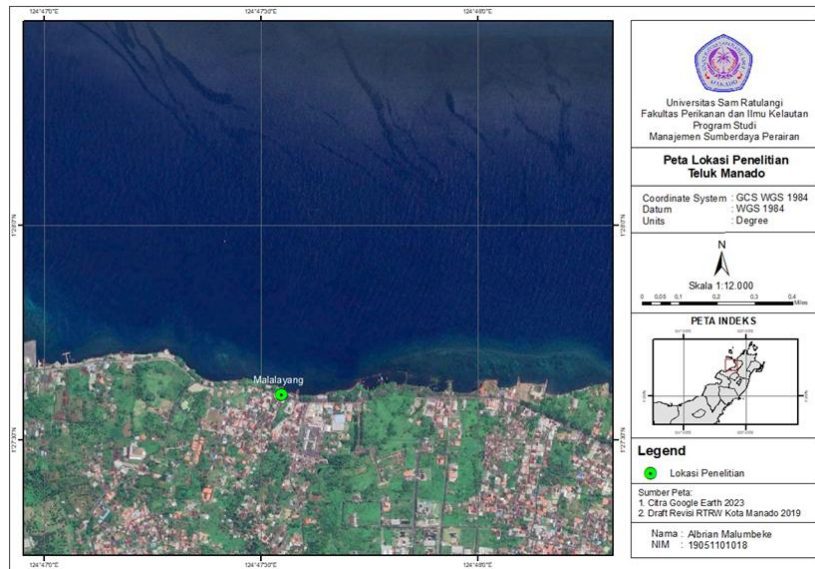
Pengambilan sampel makroalga sendiri menggunakan metode *Line Transect* dengan teknik sampling kuadrat (Krebs, 1999).

Pengambilan Sampel dan Data

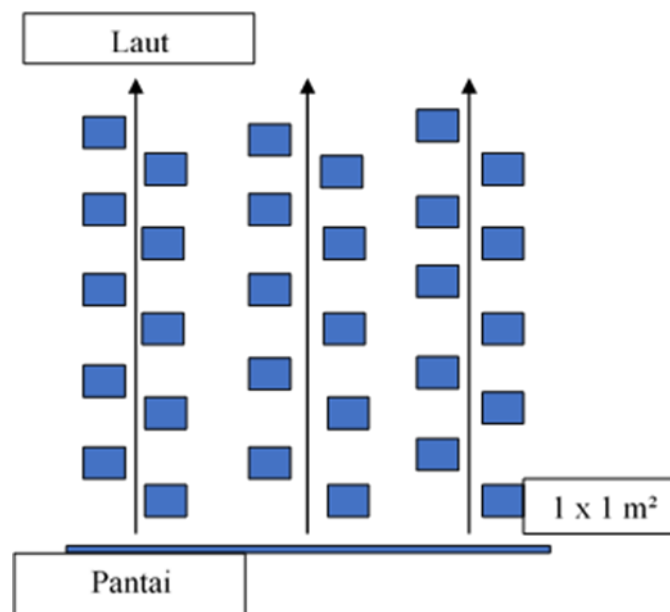
Lokasi pengambilan ditentukan dengan melihat kondisi perairan yang ditumbuhi makroalga dan bisa mewakili lokasi tersebut. Pengambilan sampel

dilakukan pada saat surut terendah dengan bantuan aplikasi *Tides* (untuk mengetahui waktu surut terendah). Peletakan transek pada masing-masing lokasi untuk pengambilan data makroalga sebanyak 3 garis transek sepanjang 50 m

yang ditarik tegak lurus dari pantai ke arah laut dengan asumsi bahwa penyebaran komunitas merata. Jarak antar transek yaitu 30 m dengan jarak kuadrat yaitu 5 m (Gambar 2).



Gambar 1. Lokasi penelitian



Gambar 2. Skema transek kuadrat

Setiap kuadrat dipakai untuk pengambilan data berukuran 1 x 1 m². Untuk semua sampel makroalga yang didapat dihitung jumlah individu tiap spesies dan dimasukkan ke dalam kantong sampel. Setiap kantong sampel diberi label

nomor, kemudian sampel yang terkumpul dibawa ke laboratorium untuk diadakan proses identifikasi.

Sampel dibersihkan terlebih dahulu dengan cara dicuci untuk mengeluarkan kotoran yang menempel. Selanjutnya,

sampel diidentifikasi hingga tingkat spesies di rumah dengan menggunakan petunjuk identifikasi dari Calumpong dan Meñez (1997) dan Trono (1997). Untuk menjaga kualitas sampel agar tidak rusak, maka sampel disimpan kedalam lemari pendingin atau *freezer* untuk mempertahankan kualitas sampel tetap baik hingga tahapan analisis anatomi spesies. Dilakukan juga proses dokumentasi terhadap setiap spesimen dengan menggunakan kamera. Selain pengambilan sampel makroalga, dilakukan juga pengamatan terhadap kualitas perairan, seperti kondisi suhu, salinitas dan substrat dasar perairan.

Analisis Data

1. Indeks Dominasi (Odum, 1996)

$$C = \sum (n_i/N)^2 = \sum P_i^2$$

dimana:

n_i = Jumlah individu tiap jenis

N = Jumlah individu seluruh jenis

Kriteria indeks dominansi dibagi dalam 3 kategori yaitu 0,01-0,30 adalah dominasi rendah, 0,31-0,60 adalah dominasi sedang dan 0,61-1,00 adalah dominasi tinggi.

2. Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener (Ludwig dan Reynolds, 1988)

$$H' = - \sum (n_i / N) \ln (n_i / N)$$

dimana:

n_i = Jumlah individu tiap jenis

N = Jumlah individu seluruh jenis

Kriteria nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yaitu $H' < 1$ adalah keanekaragaman rendah, $1 < H' \leq 3$ adalah

keanekaragaman sedang, dan $H' > 3$ adalah keanekaragaman tinggi.

3. Indeks Kemerataan Jenis (Ludwig dan Reynolds, 1988)

$$E = H / \ln S$$

dimana:

H = Indeks keanekaragaman

$\ln$ = Logaritma natural

S = Jumlah jenis

Kriteria indeks kemerataan jenis dibagi dalam 3 kategori yaitu $E < 0,3$ adalah kemerataan rendah, $E 0,3-0,6$ adalah kemerataan sedang dan $E > 0,6$ adalah kemerataan tinggi.

4. Indeks Kekayaan Jenis (Ludwig dan Reynolds, 1988)

$$d = S - 1 / \ln N$$

dimana:

S = jumlah jenis pada suatu sampel

N = Jumlah total jenis

$\ln$ = Logaritma natural

Kriteria indeks kekayaan jenis dibagi dalam 3 kategori yaitu $d < 2,5$ adalah kekayaan rendah, $2,5 > d > 4$ adalah kekayaan sedang dan $d > 4$ adalah kekayaan tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Spesies

Pada penelitian ini ditemukan 7 spesies yang tersebar pada 5 famili dari makroalga merah (Rhodophyceae), dan makroalga hijau (Ulvophyceae) (Tabel 1), sedangkan makroalga coklat (Phaeophyceae) tidak ditemukan.

Tabel 1. Jenis-jenis makroalga yang teridentifikasi

No	Kelas	Ordo	Famili	Spesies
1	Florideophyceae	Nemaliales	Galaxauraceae	<i>Tricleocarpa fragilis</i>
2		Gracilariales	Gracilariaceae	<i>Hydropuntia edulis</i>
3	Phaeophyceae	Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Padina australis</i>
4		Fucales	Sargassaceae	<i>Sargassum polycystum</i>
5				<i>Turbinaria ornata</i>
6	Ulvophyceae	Bryopsidales	Halimedaceae	<i>Halimeda macroloba</i>
7				<i>Halimeda opuntia</i>

Analisis Komunitas Makroalga Jumlah Spesies

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh 7 spesies makroalga yang terdiri

dari 1 spesies alga merah dan 4 spesies alga coklat dan 2 spesies alga hijau. Menurut hasil penelitian ini ditemukan jumlah spesies makroalga lebih sedikit dibandingkan dengan yang ditemukan oleh Kepel et al. (2018a) sebanyak 15 spesies di Tongkaina – Kota Manado, Kepel et al. (2018b) sebanyak 14 spesies di Blongko – Kabupaten Minahasa Selatan, Baino et al. (2019) sebanyak 8 jenis di Baho – Kabupaten Minahasa Utara, Kepel dan Mantiri (2019) sebanyak 10 jenis di Kora-Kora – Kabupaten Minahasa, Kepel et al. (2019a) sebanyak 45 jenis di Pulau Mantehage – Kabupaten Minahasa Utara, Kepel et al. (2019b) sebanyak 35 jenis di Semenanjung Minahasa pada musim penghujan, Kepel et al. (2020a) sebanyak 19 jenis di Semenanjung Minahasa pada musim kemarau, Kandati et al. (2021) sebanyak 15 jenis di Ondong – Kabupaten Siau Tagulandang Biaro, Rafii et al. (2024) sebanyak 18 jenis di Rap-rap – Kota Manado dan Turangan et al. (2024) sebanyak 12 jenis di Tasik Ria, Moupa – Kabupaten Minahasa dan sebanyak 8 jenis di Beton Panjang, Tateli – Kabupaten Minahasa.

Namun demikian, menurut hasil penelitian ini juga ditemukan jumlah spesies makroalga lebih besar dibandingkan dengan yang ditemukan oleh Achmad et al. (2021) sebanyak 6 jenis di Tanjung Merah – Kota Bitung, Hadath et al. (2023) sebanyak 6 jenis di Molas – Kota

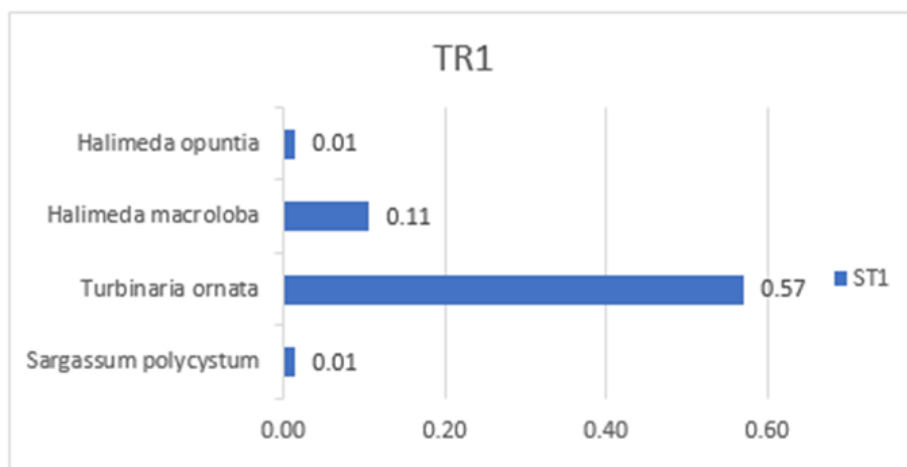
Manado, dan Kepel et al. (2023) sebanyak 6 jenis di Tanjung Merah, Rap-rap dan Teluk Totok. Adapun hasil penelitian ini sama banyak jumlah spesies makroalga dengan yang ditemukan oleh Patra et al. (2021) sebanyak 7 jenis di Pulau Bombuyanoi – Kabupaten Bolaang Mongondow Timur.

Analisis Kepadatan Makroalga

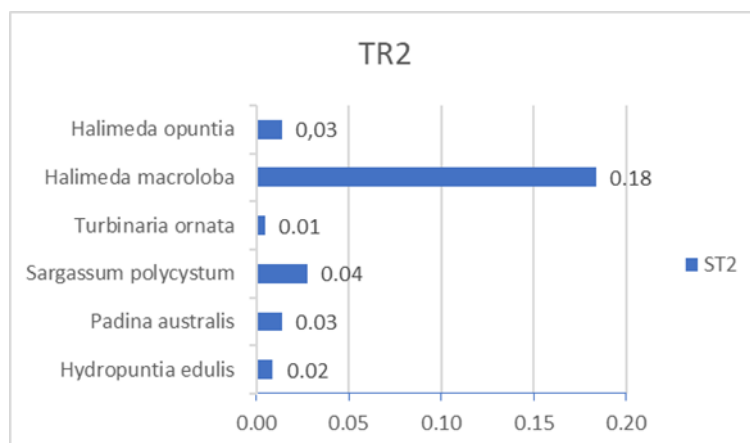
Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan spesies pada transek 1 *Turbinaria ornata* memiliki kepadatan yang tertinggi yaitu, 0,57 individu/m² sedangkan kepadatan terendah yaitu *Halimeda opuntia* dan *Sargassum polycystum* terendah masing-masing 0,01 individu/m² (Gambar 3).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan spesies pada transek 2 *Halimeda macroloba* memiliki kepadatan yang tertinggi yaitu, 0,18 individu/m² sedangkan kepadatan terendah yaitu *Turbinaria ornata* terendah masing-masing 0,01 individu/m² (Gambar 4).

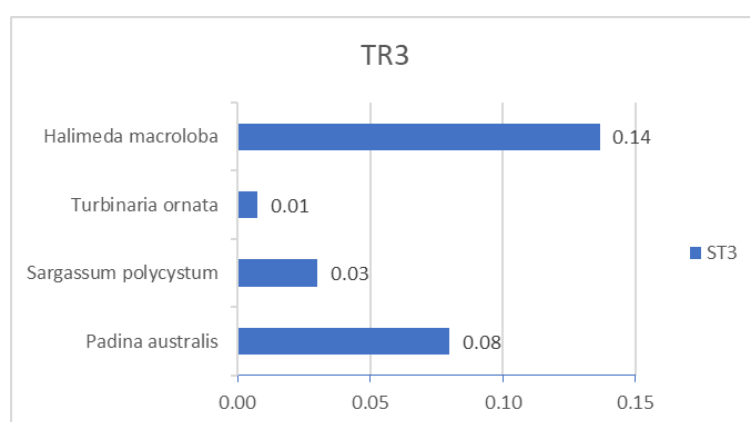
Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan spesies pada transek 3 *Halimeda macroloba* memiliki kepadatan yang tertinggi yaitu, 0,14 individu/m² sedangkan kepadatan terendah yaitu *Turbinaria ornata* terendah masing-masing 0,01 individu/m² (Gambar 5).



Gambar 3. Kepadatan jenis makroalga pada transek 1



Gambar 4. Kepapatan jenis makroalga pada transek 2



Gambar 5. Kepapatan jenis makroalga pada transek 3

Analisis Keanekaragaman Spesies, Kemerataan Spesies, Kekayaan Spesies, dan Dominasi Spesies Makroalga

Nilai Indeks Keanekaragaman Spesies makroalga (Tabel 2) di perairan pesisir Tiwoho pada ketiga transek termasuk dalam kategori sedang (1,4953). Berdasarkan kriteria indeks keanekaragaman (H'), ketiga transek memiliki nilai $1 < H' \leq 3$ adalah indeks keanekaragaman sedang. Menurut Odum (1996), semakin besar nilai H' berarti komunitasnya semakin beragam. Nilai

Indeks Kemerataan Spesies (E) makroalga (Tabel 2) pada ketiga transek dalam kategori tinggi yaitu (0,8099). Menurut Odum (1996), suatu komunitas dikatakan stabil jika nilai indeks kemerataan berkisar 0,6-0,8. Nilai Indeks Kekayaan Spesies (R) makroalga (Tabel 2) pada ketiga transek sebesar (1,3951). Berdasarkan kriteria indeks kekayaan spesies, ketiga transek tergolong rendah. Nilai Indeks Dominasi Spesies (D) makroalga (Tabel 2) pada ketiga transek yaitu (0,4093). Berdasarkan kriteria indeks dominasi spesies, ketiga transek tergolong rendah.

Tabel 2. Nilai indeks-indeks komunitas makroalga

Lokasi	H'	E	R	D
Tiwoho	1,4953	0,8099	1,3951	0,4093

Perbedaan tinggi dan rendahnya tingkat keanekaragaman hayati makroalga yang diperoleh dibandingkan dengan hasil penelitian lainnya disebabkan adanya

perbedaan jumlah sampel lokasi, dan perbedaan parameter lingkungan baik topografi pantai, substrat, transparansi perairan dan dampak antropogenik. Pada

ketiga transek penelitian tersebut menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki topografi pantai yang landai, substrat umumnya pasir, pasir berlumpur, dan patahan karang berpasir.

Berdasarkan hasil penelitian, substrat di lokasi penelitian menunjukkan adanya perbedaan substrat yakni pada alga merah ditemukan pada substrat yang berbeda-beda yaitu pada substrat pasir, batu, dan batu bercampur pasir. Menurut Langoy et al. (2011), alga merah tumbuh menempel pada substrat batu, pasir berbatu, dan rata-rata terumbu karang. Spesies alga hijau ditemukan pada substrat pasir, pasir berlumpur, patahan karang berpasir. Menurut Sukiman et al. (2014), lokasi dengan substrat pasir kebanyakan ditumbuhi oleh alga hijau terutama dari genus *Halimeda*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Ditemukan 7 spesies yang terdiri 1 spesies alga merah, 4 spesies alga coklat dan 2 spesies alga hijau. Adapun morfologi atau bentuk thallus dari jenis-jenis alga tersebut beragam dengan anatomi yang berbeda berdasarkan potongan melintang dan memanjang dari masing-masing bagian thallus alga. Kepadatan spesies tertinggi yaitu *Turbinaria ornata* sedangkan kepadatan terendah yaitu *Halimeda opuntia*. Nilai indeks keanekaragaman makroalga pada ketiga transek termasuk dalam kategori sedang. Nilai indeks pemerataan jenis pada ketiga transek termasuk dalam keadaan stabil. Nilai indeks kekayaan jenis pada ketiga transek termasuk dalam kategori rendah. Nilai indeks dominasi pada ketiga transek termasuk dalam kategori rendah.

Saran

Perlu dilakukan penelitian-penelitian lebih lanjut mengenai bioekologi berupa penelitian pada musim yang berbeda dan manfaat dari makroalga bagi kehidupan manusia. Begitu juga dengan penelitian mengenai anatomi dan metode uji DNA pada makroalga.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F.V., R.C. Kepel, S.V. Mandagi, F.F. Tilaar, J.L. Tombokan dan E.L.A. Ngangi. 2021. Struktur komunitas makroalga di perairan Tanjung Merah Kota Bitung. *Jurnal Ilmiah Platax* 9(1): 138-142.
- Anggadiredja, T., Zalnika, A., Purwoto, H. dan Istini. 2009. Rumpun Laut. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Baino, I., Kepel, R.C. dan Manu, G.D. 2019. Biodiversitas makroalga di perairan pesisir Desa Baho, Kecamatan Likupang Barat, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Ilmiah Platax* 7(1): 134-141.
- Calumpang, H.P. and E.G. Meñez. 1997. Field guide to the common mangroves: seagrasses and algae of the Philippines. Bookmark, Inc. Makati City, Philippines. 197 p.
- Hadath, D.S.B., Kepel, R.C., Rangan, J.K. Sangari, J.R.R., Mantiri, R.O.S.E dan Lasabuda, R. 2023. Struktur komunitas makroalga di perairan pantai Molas, Kecamatan Bunaken, Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Platax* 11(2): 353-361.
- Kandati, F.R.S., Kepel, R.C., Rangan, J.K., Gerung, G.S., Salaki, M.S. dan Lasabuda, R. 2021. Biodiversitas makroalga di perairan pesisir Ondong. *Jurnal Ilmiah Platax* 9(1): 100-114.
- Kepel, R.C. dan Mantiri, D.M.H. 2019. Biodiversitas makroalga di perairan pesisir Kora-Kora, Kecamatan Lembean Timur, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Ilmiah Platax* 7(2): 49-59.
- Kepel, R.C., Mantiri, D.M.H. dan Nasprianto. 2018a. Biodiversitas makroalga di perairan pesisir Tongkaina, Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Platax* 6(1): 160-173.
- Kepel, R.C., Mantiri, D.M.H., Rumengan, A. dan Nasprianto. 2018b. Biodiversitas makroalga di perairan pesisir Desa Blongko, Kecamatan Sinonsayang, Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Ilmiah Platax* 6(1): 174-187.

- Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Watung, P.M.M. and Mantiri, D.M.H. 2019a. Community structure of seaweeds along the intertidal zone of Mantehage Island, North Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux* 12(1): 87-101.
- Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Tombokan, J.L. and Mantiri, D.M.H. 2019b. Biodiversity and community structure of seaweeds in Minahasa Peninsula, North Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux* 12(3): 880-892.
- Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Tombokan, J.L. and Mantiri, D.M.H. 2020a. Community structure of seaweeds in dry season in Minahasa Peninsula, North Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux* 13(1): 392-402.
- Kepel, R.C., Mantiri, D.M.H. and Sahami, F.M. 2020b. Phylogeny and molecular identification of green macroalgae, *Ulva prolifera* (O. F. Müller, 1778) in Totok Bay, Maluku Sea, and Blongko waters, Sulawesi Sea, North Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux* 13(4): 2196-2203.
- Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Tombokan, J.L. and Mantiri, D.M.H. 2023. Community structure of macroalgae in Tanjung Merah, Rap-rap and Totok Bay, North Sulawesi, Indonesia. *AIP Conference Proceedings* 2694, 060004.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological methodology*. Second Edition. Addison Wesley Longman, Inc. New York.
- Krupek, R.A., and Branco, C.Z. 2012. Ecological distribution of stream macroalgae in different spatial scales using taxonomic and morphological groups. *Brazilian Journal of Botany* 35(3): 273-280.
- Langoy, M.L., Saroyo, S., Dapas, F.N., Katili, D.Y., dan Hamsir, S.B. 2011. Deskripsi alga makro di Taman Wisata Alam Batuputih, Kota Bitung. *Jurnal Ilmiah Sains* 11(2): 219-224.
- Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F. 1988. *Statistical ecology: A primer on methods and computing*. A Willey Interscience Publication. New York. 337 p.
- Mouritsen, O.G. 2013. *Seaweeds: edible, available, and sustainable*. University of Chicago Press. 283 p.
- Nalle, T., Santoso, P. and Suwari, S. Kajian kualitas air terhadap populasi makroalga di pesisir Teluk Kupang Nusa Tenggara Timur. 2020. *J. Vokasi Ilmu-Ilmu Perikan* 1(1): 23 p.
- Odum, E.P. 1996. *Dasar-dasar ekologi*. Terjemahan Samigan dan B. Srigadi. Gajah Mada University. Press. Yogyakarta.
- Patra, F., Kepel, R.C., Lumingas, L.J.L., Gerung, G.S., Kondoy, K.F., Sumilat, D.A. dan Undap, S.L. 2021. Karakteristik anatomi jenis makroalga dari Pulau Bombayanoi, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Sulawesi Utara. *Aquatic Science & Management* 9(2): 18-25.
- Rafii, K.A., Kepel, R.C., Kondoy, K.F.I., Mandagi, S.V., Tombokan, J.L. dan Lohoo, A.V. 2024. Morfologi dan anatomi komunitas makroalga di perairan pesisir Rap Rap, Kelurahan Tongkaina, Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Platax* 12(1): 141-156.
- Sukiman, A.M., Astuti, S.P., Ahyadi, H., dan Aryanti, E. 2014. Keanekaragaman dan distribusi spesies makroalga di wilayah Sekotong Lombok Barat. *Jurnal Penelitian Unram* 18(2): 71-81.
- Trono, G.C. 1997. *Field guide and atlas of the seaweed resources of the Philippines*. Bookmarks, Inc. Makaty City. 306 p.
- Turangan, S., Kepel, R.C., Mandagi, S.V., Mantiri, R.O.S.E., Menajang, F.S.I. dan Kambey, A.D. 2024. Komunitas makroalga di perairan Desa Tateli, Kecamatan Mandolang, dan perairan Desa Mokupa, Kecamatan Tombariri, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax* 12(1): 164-170.