

KOMPOSISI KELIMPAHAN DAN STRUKTUR KOMUNITAS FITOPLANKTON DI KAWASAN PANTAI SEKOTONG, NUSA TENGGARA BARAT

DAMAI DINIARIWISAN^{1)*}, THOY BATUN CITRA RAHMADANI²⁾

Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

damaidiniari@unram.ac.id (corresponding)

ABSTRAK

Potensi sumberdaya pesisir di wilayah Sekotong, Nusa Tenggara Barat sangat besar baik dari sisi ekologi maupun ekonominya. Berbagai jenis biota perairan baik makroorganisme hingga mikroorganisme seperti fitoplankton dapat ditemukan di wilayah ini. Fitoplankton secara umum dapat digunakan sebagai bioindikator guna memantau kondisi perairan, polusi dan eutrofikasi. Penelitian ini bertujuan mengetahui komposisi kelimpahan dan komunitas fitoplankton yang ada di kawasan pantai Sekotong. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2023 dengan metode deskriptif yaitu mengambil dan mengukur sampel di lapang yang selanjutnya dideskripsikan hasilnya. Hasil kelimpahan fitoplankton yang didapatkan paling tinggi sebanyak 8640 sel/l, dimana masuk dalam kategori oligotrofik atau rendah. Sedangkan untuk komposisi fitoplankton yang ditemukan terdiri dari Chrysophyta dan Cyanophyta. Hasil indeks dominasi berkisar 0,19-0,34 yang berarti dominansi rendah, sedangkan indeks keanekaragaman dengan rentang 0,91-1,71 yang berarti keanekaragaman sedang. Kondisi kualitas air menunjukkan nilai perairan yang normal. Sehingga secara umum, kondisi komunitas fitoplankton di kawasan Pantai Sekotong masih masuk dalam kategori normal dengan kelimpahan yang rendah.

Kata kunci: *Fitoplankton, Kelimpahan, Struktur Komunitas, Pantai Sekotong*

ABSTRACT

The potential for coastal resources in the Sekotong region, West Nusa Tenggara is very large both from an ecological and economic perspective. Various types of aquatic biota, both macroorganisms and microorganisms such as phytoplankton, can be found in this area. Phytoplankton can generally be used as a bioindicator to monitor water conditions, pollution and eutrophication. This research aims to determine the composition of the abundance and community of phytoplankton in the Sekotong coastal area. This research was carried out in January 2023 using a descriptive method, namely taking and measuring samples in the field and then describing the results. The highest phytoplankton abundance results obtained were 8640 cells/l, which is included in the oligotrophic or low category. Meanwhile, the phytoplankton composition found consisted of Chrysophyta and Cyanophyta. The results of the dominance index range from 0.19 to 0.34, which means low dominance, while the diversity index ranges from 0.91 to 1.71, which means moderate diversity. Water quality conditions show normal water values. So in general, the condition of the phytoplankton community in the Sekotong Beach area is still in the normal category with low abundance.

Keywords: *Phytoplankton, Abundance, Community Structure, Sekotong Beach*

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir memiliki potensi sumberdaya yang besar. Potensi yang dapat dikembangkan mencakup sisi ekonomis dan ekologis. Pengelolaan secara tepat dan berkelanjutan diperlukan untuk menjaga kelestarian lingkungan (Putri *et al.*, 2023). Sebagai salah satu wilayah dengan potensi besar pada kawasan pesisirnya, Pulau Lombok menjadi lokasi yang tak luput dari perhatian publik. Kawasan Pantai Sekotong yang terletak di Kecamatan Sekotong, Kabupaten Lombok Barat, memiliki berbagai ekosistem seperti mangrove dan padang lamun. Daerah ini banyak dimanfaatkan sebagai destinasi wisata yang ada di Pulau Lombok, namun belum sebesar kawasan Senggigi.

Ekosistem yang ada di perairan pantai Sekotong menjadikan wilayah ini memiliki potensi sumberdaya perikanan dan kelautan yang cukup tinggi. Potensi tersebut diharap dapat terus dikelola dengan baik.

Berbagai jenis biota perairan bernilai ekologis penting dan kurang penting, baik mikroorganisme hingga makroorganisme dapat ditemukan di wilayah ini. Salah satu mikroorganisme penting dan berperan besar sebagai produsen primer yaitu fitoplankton (Yuliana, 2015). Fitoplankton menyumbang kurang lebih setengah dari produksi primer global, dan merupakan organisme autotrof utama di laut. Proses fotosintesis yang dilakukannya menghasilkan oksigen dan menjadi sumber energi bagi rangkaian rantai makanan biota laut. Faturohman *et al.*, (2016) menyatakan walaupun berukuran mikroskopis, namun jumlahnya yang melimpah mampu menjadi pondasi dasar piramida makanan.

Fitoplankton secara umum dapat digunakan sebagai bioindikator guna memantau kondisi perairan, polusi dan eutrofikasi. Kajian mengenai fitoplankton menjadi minat utama untuk mengeksplorasi sumberdaya perairan untuk aplikasi bioteknologi di bidang budidaya sebagai pakan hidup, antibakteri dan antivirus (Gastineau *et al.*, 2012). Selain itu, mereka juga banyak digunakan di bidang farmasi, kosmetik dan mungkin industri makanan dan kesehatan. Jenis diatom dan dinoflagelata diketahui menjadi penyebab HABS (*Harmful Algal Blooms*) yang dapat melepas racun dalam air. Fenomena HABS sendiri dapat menjadi penyebab masalah kesehatan dan ekonomi karena akumulasi racun pada ikan dan kerang yang selanjutnya dikonsumsi manusia (Idiawati *et al.*, 2021). Berdasarkan uraian tersebut, perairan pantai Sekotong mempunyai potensi sumberdaya laut untuk mengeksplorasi kelimpahan fitoplankton.

Kajian untuk indeks biologi perairan umumnya dapat dilakukan melalui analisa komunitas fitoplankton, sehingga komposisi jenis, kelimpahan dan sebaran fitoplankton di Pantai Sekotong perlu diteliti. Sebagai kawasan pesisir yang mempunyai peluang cukup besar di bidang perikanan, diperlukan informasi mengenai kondisi kesuburan kawasan pantai Sekotong itu sendiri untuk dapat ditentukan langkah pengelolaan selanjutnya.

Rumusan Masalah

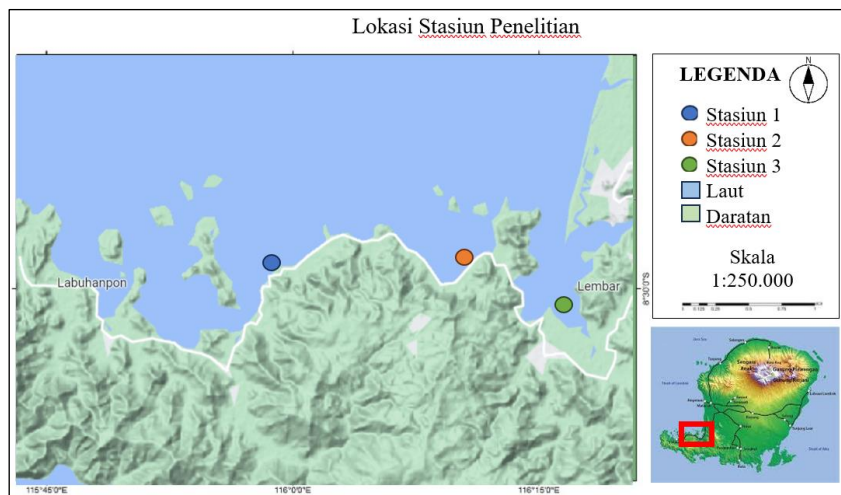
Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu “ Bagaimana komposisi kelimpahan dan komunitas fitoplankton yang ada di kawasan pantai Sekotong Kabupaten Lombok Barat ?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kelimpahan dan komunitas fitoplankton yang ada di kawasan pantai Sekotong Kabupaten Lombok Barat.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang meliputi pengukuran parameter fisika kimia air dan pengambilan sampel fitoplankton di lapangan dilakukan pada bulan Desember 2022. Dimana metode yang dipakai yaitu survey dan analisa datanya secara deskriptif. Parameter fisika kimia yang diamati yaitu suhu, salinitas, pH, DO dan nutrient (fosfat dan nitrat). Untuk proses identifikasi fitoplankton dilakukan di Laboratorium Lingkungan Akuakultur Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Pengambilan sampel fitoplankton dan fisika kimia air dilakukan 4 kali pengulangan selama satu bulan dengan interval satu minggu pada 3 stasiun.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Tabel 1. Lokasi dan Titik Koordinat Stasiun

Stasiun	Lokasi	Posisi	
		Lintang Selatan	Bujur Timur
Sta. 1	Sekotong Barat	8°44'41.9"	115°57'16.3"
Sta. 2	Sekotong Barat	8°44'45.0"	116°01'08.2"
Sta. 3	Sekotong Tengah	8°44'59.4"	116°03'41.1"

Pengukuran Fisika Kimia

Pengukuran fisika kimia air dilakukan secara *in situ* atau pada masing-masing lokasi yang telah ditentukan. Parameter fisika yang diukur meliputi salinitas, suhu dan pH, sedangkan kimianya yaitu *Dissolved Oxygen*, nitrat dan fosfat. Tiap parameter tersebut diukur dan dicatat sesuai dengan hasil yang ditunjukkan oleh masing-masing alat ukur.

Pengambilan Sampel Fitoplankton

Sampel fitoplankton diambil dari permukaan air laut menggunakan ember berukuran 5 liter dan disaring menggunakan plankton net berdiameter 25 cm dengan mesh size 30 µm. Pada bagian ujung plankton net dipasang botol film berukuran 25 ml sebagai tempat sampel fitoplankton yang tersaring yang selanjutnya ditetesi lugol 1-2 tetes untuk mengawetkan sampel.

Parameter Penelitian

Perhitungan parameter penelitian menggunakan software Microsoft excel guna memudahkan akumulasi data. Kelimpahan dihitung untuk mengetahui jumlah fitoplankton tercacah. Selain kelimpahan, struktur komunitas dapat diidentifikasi menggunakan indeks Shannon Wiener (Diniariwisian & Rahmadani, 2023). Indeks Shannon-Wiener yang dihitung adalah indeks dominansi dan keanekaragaman. Rumus-rumus yang digunakan menurut Shabrina *et al.* (2021) yaitu:

- Indeks dominansi

$$D = - \sum_{n=i}^n \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan :

D = Indeks dominansi

n_i = Total sel genus ke-i

N = Total sel seluruh genus

dengan kriteria nilai D yaitu:

$0 < D \leq 0,5$ artinya tidak terdapat dominansi

$0,5 < D \leq 0,75$ artinya mulai ada dominansi dengan jumlah sedang

$0,75 < D \leq 1$ artinya dominansi tinggi

- Indeks keanekaragaman

$$H' = - \sum_{n=f}^S p_i \ln p_i$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman atau diversitas

S = Jumlah jenis yang ditemukan

p_i = n_i/N

dengan kriteria nilai H yaitu:

$H' > 3$, diversitas tinggi

$1 < H' < 3$, diversitas cukup

$H' < 1$, diversitas rendah

Sedangkan rumus untuk mengetahui kelimpahan adalah:

$$N = \left(\frac{T \times P \times V \times 1}{L \times p \times v \times W} \right)$$

Keterangan:

N = Fitoplankton tiap liter (sel/l)

T = Luas cover glass (mm²)

V = Vol konsentrat fitoplankton sampel (25 ml)

- L = Luas lapang pandang mikroskop
 v = Vol sampel dalam objek glass (1 ml)
 P = Jumlah atau total yang teramati
 p = Jumlah lapang pandang pada mikroskop yang teramati
 W = Vol air sampel yang disaring (25 l)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelimpahan fitoplankton menggambarkan kepadatan jumlah spesies yang terhitung dalam sampel. Kelimpahan tersebut dapat menjadi salah satu indikator status perairan yang diteliti (Diniariwisani & Rahmadani, 2023). Berdasarkan hasil identifikasi jenis fitoplankton yang dilakukan di laboratorium, diketahui bahwa pada 3 stasiun penelitian yang ada, dihasilkan perhitungan kelimpahan dalam tabel 2.

Tabel 2. Kelimpahan fitoplankton

Lokasi	Jenis Fitoplankton	Kelimpahan (Sel/l)
Stasiun 1	Chrysophyta	
	Cymbella	4267
	Melosira	213
	Frustulia	2133
	Skeletonema	107
	Synedra	1600
	Cyanophyta	
	Anabaena	320
	Jumlah	8640
Stasiun 2	Chrysophyta	
	Cymbella	320
	Frustulia	107
	Nitzschia	320
	Navicula	427
	Synedra	533
	Cyanophyta	
	Synechococcus	320
		Jumlah
Stasiun 3	Chrysophyta	
	Melosira	213
	Navicula	747
	Synedra	213
		Jumlah

Berdasarkan tabel di atas, terdapat 2 divisi utama yang mengisi kelimpahan yaitu Chrysophyta dan Cyanophyta. Kelimpahan tertinggi fitoplankton sebesar 8640 sel/l dimana berlokasi pada stasiun 1. Angka tersebut masih berada dibawah 10.000 sel/l yang berarti termasuk kategori perairan oligotrofik. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Aisoi (2019) bahwa perairan dengan kepadatan fitoplankton <10.000 sel/l termasuk oligotrofik, 10.000-12.000 sel/l termasuk mesotrofik dan jika diatas 12.000 sel/l adalah eutrofik.

Perbedaan kelimpahan pada tiap stasiun tidak terlalu menunjukkan jumlah yang signifikan, dimana ketiga lokasi masuk dalam kategori oligotrofik. Perbedaan kelimpahan yang didapat dimungkinkan karena perbedaan tata guna lahan di sekitar stasiun pengamatan, dimana stasiun 1 merupakan wilayah yang masih sangat minim aktivitas masyarakat, stasiun 2 adalah wilayah mangrove yang juga sebagai lokasi wisata pantai, sedangkan stasiun 3 merupakan wilayah yang cukup dekat dengan jalur lalu lintas kapal dekat pelabuhan Lembar. Yudasmara (2015) menyatakan bahwa kelimpahan spesies fitoplankton dapat dipengaruhi beberapa faktor seperti kondisi fisika kimia air, aktivitas masyarakat di sekitar lokasi sampling dan kandungan nutrisi di air. Rendahnya kelimpahan pada stasiun 3 yang hanya berjumlah 1173 sel/l, diduga karena lokasinya yang dekat dengan jalur lalu lintas kapal, sehingga dimungkinkan perairan yang mulai terkontaminasi bahan bakar kapal dan juga berbagai limbah kapal lainnya yang memicu perubahan kondisi kimia perairan dan juga menyebabkan kekeruhan. Kekeruhan di perairan membuat cahaya matahari terhalang untuk dapat masuk ke kolom air, sehingga menghambat fotosintesis (Lailiah *et al.*, 2023).

Struktur komunitas fitoplankton yang teramati di semua stasiun disajikan dalam indeks Shannon Wiener yang meliputi nilai indeks dominansi dan keanekaragaman pada tabel 3.

Tabel 3. Indeks Shannon Wiener (Indeks Dominansi dan Indeks Keanekaragaman)

Lokasi	Nilai Indeks	
	Dominansi (D)	Keanekaragaman (H')
Sta 1	0,34	1,27
Sta 2	0,19	1,71
Sta 3	0,19	0,91

Mengacu pada hasil perhitungan indeks dominansi dan keanekaragaman yang tersaji dalam tabel diatas, diketahui nilai indeks dominansi berkisar dari 0,19 sampai 0,34, dimana nilai tersebut masih dibawah 0,5 yang berarti dominansi rendah atau tidak terdapat genus yang mendominasi. Walaupun terdapat banyak genus dari divisi Chrysophyta, namun tidak terdapat genus tertentu yang sangat mendominasi sehingga indeks dominansinya rendah. Namun jika dominansi yang ada dilihat berdasarkan divisinya, maka divisi Chrysophyta cenderung lebih mendominasi dibanding Cyanophyta. Hal tersebut juga didukung dengan tidak ditemukannya satu genus pun dari divisi Cyanophyta pada stasiun 3. Hal itu sesuai dengan pendapat Diniariwisan *et al.* (2018), bahwa pada wilayah perairan laut umumnya banyak didominasi fitoplankton dari divisi Chrysophyta.

Nilai indeks keanekaragaman atau diversitas yang diperoleh menunjukkan nilai terendah 0,9 pada stasiun 3 sampai dengan yang tertinggi 1,71 pada stasiun 2. Kisaran nilai tersebut berarti keanekaragaman dalam kategori sedang. Indeks keanekaragaman sedang dapat diartikan belum terdapat indikasi pencemaran terutama yang disebabkan oleh kelebihan nutrien tertentu (Asiddiqi *et al.*, 2019).

Komposisi komunitas fitoplankton dan juga kelimpahan yang terhitung menunjukkan status perairan pantai Sekotong dalam level oligotrofik dengan tidak terdapat genus dominan. Kondisi tersebut dapat berubah seiring waktu karena pengaruh siklus hidup fitoplankton itu sendiri maupun karena faktor lingkungan. Menurut Wiyarsih *et al.* (2019) indeks keanekaragaman dan dominansi dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti ketersediaan nutrien di lingkungan serta kemampuan adaptasi fitoplankton sendiri.

Kondisi dan keberadaan fitoplankton sendiri cukup dipengaruhi oleh kondisi kualitas perairan (Syafriani & Tri Apriadi, 2018). Hasil kualitas air yang diamati dalam penelitian ini disajikan dalam tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Lokasi	Kualitas Air					
	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	pH	DO (mg/l)	Fosfat (mg/l)	Nitrat (mg/l)
Sta 1	30	30	8	7	0,09	0,1
Sta 2	29	28	8	7	0,1	0,1
Sta 3	31	30	9	6	0,08	0,05

Hasil kualitas air yang terukur selama penelitian menampilkan nilai yang tidak memiliki perbedaan yang besar. Nilai tersebut berada pada kisaran ambang batas yang dapat ditoleransi oleh organisme terutama fitoplankton. Suhu yang terukur berada pada kisaran 29-31 °C. Nilai tersebut dalam rentang tidak jauh berbeda dan masih masuk kategori suhu perairan laut tropis, dimana kawasan lautan Indonesia umumnya mempunyai kisaran 28-31 °C (Patty, 2013). pH yang terukur menunjukkan nilai 8-9 yang berarti masih dalam ambang batas namun cenderung basa. Secara umum, nilai pH pada perairan laut terbuka antara 6-9.

Kandungan nutrien perairan yang mendukung pertumbuhan fitoplankton ditunjukkan dari nilai nitrat dan fosfat. Nilai nitrat (N) dan fosfat (P) yang terukur, menunjukkan nilai yang cukup tinggi. Konsentrasi kandungan nitrat lebih dari 0,2 mg/l dapat memicu eutrofikasi yang tentunya dengan dukungan nilai kualitas air yang lain. Nilai fosfat 0,031 sampai 0,1 mg/l termasuk kategori eutrofik (Diniariwisan *et al.*, 2018). Walaupun nilai nitrat dan fosfat cukup tinggi, namun kondisi kelimpahan fitoplankton masuk kategori oligotrofik. Hal tersebut bisa dikarenakan faktor fisika kimia air yang lain seperti pH. Samudera *et al.* (2021) menyatakan bahwa konsentrasi pH yang cenderung bersifat basa dapat mengganggu sistem kerja metabolisme organisme termasuk menyebabkan rendahnya kelimpahan fitoplankton.

PENUTUP

Simpulan

Penelitian ini mengidentifikasi 2 divisi yaitu Chrysophyta yang terdiri dari 7 genus (Cymbella, Melosira, Frustulia, Skeletonema, Nitzschia, Navicula, Synedra) dan Cyanophyta yang terdiri dari 2 genus (Synechococcus dan Anabaena). Kelimpahan fitoplankton yang terhitung pada seluruh stasiun penelitian berada pada kategori oligotrofik, dimana struktur komunitas yang terbentuk di dalamnya tidak terdapat genus yang mendominasi.

Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lanjutan yang lebih dalam baik dari sisi fisika, kimia dan biologi perairan pada lokasi tersebut, supaya status perairan yang didapat lebih akurat dan dapat menggambarkan kondisi faktanya. Sehingga langkah pengelolaan perairan berkelanjutan dapat ditentukan lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisoi, L. E. (2019). Kelimpahan Dan Keanekaragaman Fitoplankton Di Perairan Pesisir Holtekamp Kota Jayapura. *Jurnal Biosilampari : Jurnal Biologi*, 2(1), 6–15. <https://doi.org/10.31540/biosilampari.v2i1.620>
- Asiddiqi, H. G., Piranti, A. S., & Riyanto, E. A. (2019). The Relationship Between Water Quality and Phytoplankton Abundance at The Eastern Part of Segara Anakan Cilacap, Central Java. *BioEksakta : Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 1(2), 1. <https://doi.org/10.20884/1.bioe.2019.1.2.1761>
- Diniariwisan, D., Herawati, E. Y., & Mahmudi, M. (2018). THE PREDICTION OF WATERS TROPHIC STATUS BASED ON THE CONTENTS OF NUTRIENT AND CHLOROPHYLL-A THROUGH THE TROPHIC INDEX AT THE ESTUARY OF KETINGAN RIVER, SIDOARJO. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 78(6), 514–518. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2018-06.60>
- Diniariwisan, D., & Rahmadani, T. B. C. (2023). LOMBOK BARAT The Abundance and Community Structure of Phytoplankton in Senggigi. 13(October 2022), 387–395. <https://doi.org/http://doi.org/10.29303/jp.v13i2.504>
- Faturohman, I., Sunarto, & Nurruhwati, I. (2016). Korelasi Kelimpahan Plankton Dengan Suhu Perairan Laut Di Sekitar PLTU Cirebon. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(1), 115–122.
- Idiawati, N., Safitri, I., & Sofiana, M. S. J. (2021). Community Structure and Diversity of Phytoplankton in Lemukutan Island Waters, West Kalimantan. *Saintek Perikanan : Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 17(2), 122–129. <https://doi.org/10.14710/ijfst.17.2.122-129>
- Lailiah, Z., Karlina, I., & Hidayati, J. R. (2023). *Jurnal Riset Ilmu Kelautan Indonesia Hubungan Struktur Komunitas Fitoplankton dengan Parameter Kualitas Air di Perairan Pulau Mapur Selatan , Kepulauan Riau Relationship between Phytoplankton Community Structure and Water Quality Parameters in Southern Ma. I*, 1–9. <https://ejournal.umrah.ac.id/index.php/riki/issue/view/10/4>
- Patty, S. I. (2013). Distribution Temperature, Salinity And Dissolved Oxygen In Waters Kema, North Sulawesi. *JURNAL ILMIAH PLATAX*, 1(3), 148. <https://doi.org/10.35800/jip.1.3.2013.2580>
- Putri, A. D. R., Sartimbul, A., & Yuniarti, A. (2023). Plankton Community Composition and Water Quality in Gili Ketapang , Probolinggo Regency , East Java. *Journal of Research in Science Education*, 9(11), 9290–9299. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.5516>.
- Samudera, I. N. G., Widianingsih, dan Suryono. 2021. Struktur Komunitas Fitoplankton dan Kualitas Air di Perairan Paciran, Lamongan. *Journal of Marine Research*. 10(4): 493-500.
- Shabrina, F. N., Saptarini, D., & Setiawan, E. (2021). Struktur Komunitas Plankton di Pesisir Utara Kabupaten Tuban. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 9(2), 5–10. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v9i2.55150>
- Syafriani, R., & Tri Apriadi. (2018). KEANEKARAGAMAN FITOPLANKTON DI PERAIRAN ESTUARI SEI TERUSAN, KOTA TANJUNGPINANG Ria. *Limnotik*, 24(2), 74–82. <https://limnotek.limnologi.lipi.go.id/index.php/limnotek/article/view/150/129>
- Wiyarsih, B., Endrawati, H., & Sedjati, S. (2019). Komposisi Dan Kelimpahan Fitoplankton Di Laguna Segara Anakan, Cilacap. *Buletin Oseanografi Marina*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.14710/buloma.v8i1.21974>
- Yudasmar, G. A. (2015). Analisis Keanekaragaman Dan Kemelimpahan Relatif Algae Mikroskopis Di Berbagai Ekosistem Pada Kawasan Intertidal Pulau Menjangan Bali Barat. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 4(1), 503–515. <https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v4i1.4929>
- Yuliana. (2015). Distribusi dan Struktur Komunitas Fitoplankton di perairan Jailolo Halmahera barat. *Jurnal Akuatika*, VI No.1(1), 41–48. <http://jurnal.unpad.ac.id/akuatika/article/view/5963/3127>