

Relationship of Nitrate and Phosphate Content with Phytoplankton Abundance at the West Kambang River Estuary, Lengayang District, Pesisir Selatan, West Sumatra

Nisa Tria Fatma^{1*}, Syahril Nedi¹, Irvina Nurrachmi¹

¹Department of Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Universitas Riau

Corresponding Author: nisatria2409@gmail.com

Diterima/Received: 08 December 2021; Disetujui/Accepted: 07 January 2022

ABSTRACT

This research was conducted in February 2021 in the Estuary of the West Kambang River, Lengayang District, Pesisir Selatan, West Sumatra. This study aims to analyze the relationship between nitrate and phosphate concentrations with the abundance of phytoplankton in the West Kambang River Estuary. The method used in this study is a survey method. Determination of sampling stations was carried out by purposive sampling based on anthropogenic activities around the Estuary of the West Kambang River. Based on the results of the study, nitrate concentrations ranged from 0,76–0,86 mg/L, phosphate concentrations ranged from 0,85–0,94 mg/L, the average abundance of phytoplankton ranged from 201,50–284,27 ind/L. Based on the one way Anova test, the concentration of nitrate, phosphate and abundance of phytoplankton did not differ significantly between stations. The results of simple linear regression test showed that the concentration of nitrate had a weak relationship with the abundance of phytoplankton and phosphate had a moderate relationship with the abundance of phytoplankton.

Keywords: Nitrate, Phosphate, Phytoplankton, Kambang River Estuary Waters

1. PENDAHULUAN

Muara sungai adalah wilayah pesisir yang memiliki hubungan langsung dengan laut terbuka. Wilayah ini meliputi sungai dan delta-delta besar, hutan mangrove dan beberapa aktivitas warga lainnya. Muara sungai ini juga dapat dikatakan sebagai wilayah sangat dinamis, karena selalu terjadi proses dan perubahan baik lingkungan fisik maupun biologis. Bercampurnya masa air laut dengan air tawar menjadikan wilayah estuaria memiliki keunikan tersendiri, yaitu dengan terbentuknya air payau dengan salinitas yang berfluktuasi (Supriadi, 2001).

Muara sungai terbesar yang ada di daerah Kecamatan Lengayang yaitu muara Sungai Kambang Barat. Ada beberapa kegiatan yang ditemukan di daerah muara sungai ini, seperti pelabuhan kapal penangkapan ikan, pemukiman penduduk, dan kawasan mangrove. Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan manusia di sepanjang daerah aliran muara sungai dapat meningkatkan kandungan unsur haranya, sehingga dapat mempengaruhi kualitas perairan, kelimpahan fitoplankton dan lingkungan (Wulandari, 2009).

Salah satu faktor penentu kualitas perairan adalah kandungan zat hara yang merupakan indikator kesuburan perairan. Tingkat kesuburan perairan sangat dipengaruhi oleh kandungan unsur hara di dalamnya (Megawati *et al.*, 2014). Zat hara utama yang digunakan untuk mengetahui kualitas perairan adalah nitrogen (N) dan fosfor (P).

Bentuk senyawa nitrogen terlarut yang dominan di perairan adalah nitrat dan sangat penting bagi pertumbuhan tanaman dan alga (Effendi, 2003). Kadar nitrat sangat rendah secara alami, tetapi menjadi tinggi jika adanya dari aktivitas domestik dan pertanian yang mengandung nitrat termasuk penggunaan pupuk. Fosfor terlarut yang terkandung di perairan pada umumnya berada dalam bentuk fosfat. Kedua unsur nutrisi tersebut memegang penting bagi produktifitas perairan. Nitrat dan fosfat merupakan unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya.

Fitoplankton merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan produktivitas primer di laut (Isnaini *et al.*, 2014). Keberadaan fitoplankton dapat memberikan informasi mengenai kondisi suatu

perairan di sekitarnya, sehingga fitoplankton merupakan parameter biologi yang dapat dijadikan sebagai bioindikator kesuburan suatu perairan (Munthe *et al.*, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan konsentrasi nitrat, fosfat dengan kelimpahan fitoplankton di perairan Muara Sungai Kambang, Kecamatan Lengayang, Sumatera Barat.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2021. Pengambilan sampel nitrat, fosfat, kelimpahan fitoplankton dan parameter kualitas perairan dilakukan secara *insitu* di perairan Muara Sungai Kambang Barat, Kecamatan Lengayang. Analisis sampel nitrat dan fosfat dilaksanakan di Laboratorium Kimia Laut serta analisis kelimpahan fitoplankton dilakukan di Laboratorium Biologi Laut Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei yang dilakukan

dengan pengamatan, pengukuran dan pengambilan sampel secara langsung di lapangan, kemudian dilanjutkan dengan identifikasi sampel fitoplankton di Laboratorium Biologi Laut Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau.

Prosedur Penelitian

Penentuan Stasiun dan Titik Sampling

Stasiun pengambilan sampel ditentukan secara *purposive sampling* berdasarkan aktivitas antropogenik di sekitar perairan. Pada penelitian ini ditetapkan 5 stasiun dimana masing-masing stasiun terbagi menjadi 3 titik sampling yang dianggap dapat mewakili kondisi lingkungan penelitian (Gambar 1). Penentuan stasiun dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- Stasiun 1 : Kawasan ekosistem mangrove
- Stasiun 2 : Kawasan Pelabuhan TPI
- Stasiun 3 : Kawasan pemukiman
- Stasiun 4 : Kawasan muara sungai yang mengarah ke sungai
- Stasiun 5 : Kawasan muara sungai yang mengarah ke laut



Gambar 1. Peta Lokasi dan Titik Sampling Penelitian

Parameter Kualitas Perairan

Parameter kualitas perairan yang diukur meliputi salinitas, suhu, pH, kecerahan, dan kecepatan arus. Pengukuran parameter kualitas perairan dilakukan tiga kali pengulangan pada setiap stasiun saat kondisi air pasang dan pengukuran kualitas air dilakukan sebelum pengambilan sampel nitrat, fosfat dan fitoplankton.

Pengambilan Sampel Nitrat dan Fosfat

Sampel air nitrat dan fosfat diambil pada setiap titik sampling yang diambil pada saat

kondisi air sedang pasang. Sampel air diambil dan dimasukkan ke dalam botol sampel 100 ml. Untuk sampel nitrat, ditambahkan larutan H_2SO_4 (asam sulfat) sebagai pengawet dan sampel fosfat tidak diberikan pengawet. Botol sampel diberi label sesuai dengan stasiun pengambilan sampel, setelah itu disimpan ke dalam *ice box*, yang selanjutnya dianalisis di Laboratorium Kimia Laut.

Pengambilan dan Penanganan Sampel Fitoplankton

Teknik pengambilan sampel fitoplankton

dilakukan pada waktu siang hari. Sampel fitoplankton diambil sebanyak 100 L dengan menggunakan ember berukuran 10 L dan kemudian disaring menggunakan *plankton net* No. 25. Sampel air yang telah tersaring dimasukkan ke dalam botol sampel dan diberikan lugol 4% sebanyak 3-4 tetes sebagai bahan pengawet untuk fitoplankton. Kemudian botol sampel diberi label dan disimpan di *ice box* yang selanjutnya akan dianalisis di Laboratorium Biologi Laut.

Identifikasi fitoplankton dilakukan dengan menggunakan metode sapuan dan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Sampel fitoplankton diambil dengan menggunakan pipet tetes dan diteteskan di atas *object glass* kemudian ditutup menggunakan *cover glass* dan diamati di bawah mikroskop.

Perhitungan Kelimpahan Fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton dihitung menggunakan rumus perhitungan dengan merujuk pada rumus dari (APHA, 1989).

$$\text{Kel. Fitoplankton (ind/L)} = Z \times \frac{X}{Y} \times \frac{1}{V}$$

Keterangan:

- Z : Jumlah individu fitoplankton yang ditemukan
- X : Volume air sampel dalam botol sampel (125 ml)
- Y : Volume 1 tetes air sampel (0,06 mL)
- V : Volume air yang disaring (100 L)

Analisis Data

Perhitungan kelimpahan fitoplankton dihitung menggunakan bantuan *software* microsoft excel. Untuk mengetahui perbedaan konsentrasi nitrat, fosfat dan kelimpahan

fitoplankton antar stasiun menggunakan statistika uji Anova dengan bantuan SPSS. Untuk mengetahui hubungan konsentrasi nitrat dan fosfat terhadap kelimpahan fitoplankton menggunakan uji statistik regresi linier sederhana

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Kecamatan Lengayang secara astronomis terletak pada 1°23,51'-1°45,54' Lintang Selatan dan 100°40,38'-101°50' Bujur Timur. Secara umum keadaan topografi Nagari Kambang Barat merupakan daerah daratan dan sebagian wilayah kelautan dengan lahan sebagian besar dimanfaatkan oleh masyarakat untuk lahan pertanian, sehingga sebagian besar masyarakat Nagari Kambang Barat berprofesi sebagai petani dan nelayan.

Iklim yang dimiliki wilayah Nagari Kambang Barat yaitu iklim kemarau dan penghujan. Hal tersebut memiliki pengaruh langsung terhadap pola tanam yang ada di Nagari Kambang Barat, Kecamatan Lengayang. Secara geografis Nagari Kambang terletak di perbatasan sebelah Barat Nagari Samudera Indonesia, Utara dengan Nagari Amping Parak, Timur dengan Nagari Kambang dan Kambang Utara, dan Selatan berbatasan dengan Nagari Lakitan Utara.

Parameter Kualitas Perairan

Hasil pengukuran kualitas air sebagai data pendukung untuk mengetahui variasi parameter pada masing-masing stasiun pengamatan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Pengukuran Kualitas Perairan

Stasiun	Salinitas (ppt)	Suhu (°C)	pH	Kecerahan (%)	Kec. Arus (m/detik)
1	5,3	28,7	7,5	33,4	0,18
2	7,7	27,7	7,5	34,9	0,22
3	12,7	29,3	8,3	32,6	0,12
4	25	30	7,8	33,6	0,36
5	29,3	30	8,3	100	0,27

Tabel 1 dapat diketahui bahwa salinitas pada perairan berkisar 5,3 – 29,3 ppt, suhu perairan berkisar 27,7–30°C, pH perairan berkisar 7,5–8,3, kecerahan berkisar 32,6–100%, dan kecepatan arus perairan berkisar 0,18 – 0,36 m/detik.

Konsentrasi Nitrat dan Fosfat

Nitrat sangat diharapkan bagi pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton, sehingga konsentrasi nitrat merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kesuburan suatu perairan (Hidayat, 2017). Konsentrasi nitrat tertinggi terdapat pada stasiun 2; 0,86 mg/L yang berada di kawasan

Pelabuhan Kapal Penangkapan Ikan. Hal ini dikarenakan adanya limbah buangan yang berasal dari aktivitas pelabuhan tersebut seperti sampah, yang merupakan salah satu jenis dari limbah domestik. Limbah domestik ini dapat meningkatkan nitrat di perairan (Rao *et al.*,

2017).

Hasil analisis konsentrasi nitrat dan fosfat yang terkandung dalam perairan Muara Sungai Kambang berbeda pada setiap stasiunnya. Konsentrasi nitrat dan fosfat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Konsentrasi Nitrat dan Fosfat pada Setiap Stasiun

Stasiun	Rata-rata Konsentrasi	
	Nitrat (mg/L) ±Standar Deviasi	Fosfat (mg/L) ±Standar Deviasi
1	0,76±0,045	0,86±0,076
2	0,86±0,116	0,94±0,100
3	0,85±0,078	0,85±0,067
4	0,77±0,038	0,94±0,096
5	0,83±0,046	0,83±0,076

Konsentrasi nitrat terendah terdapat pada stasiun 1 yang berada di kawasan mangrove dengan nilai konsentrasi nitrat yaitu 0,76 mg/L. Rendahnya konsentrasi nitrat ini dikarenakan pada stasiun pengamatan tidak ada rumah penduduk, sehingga tidak adanya buangan limbah domestik yang dapat meningkatkan konsentrasi nitrat. Hal ini diperkuat oleh penelitian Nurhasanah *et al.* (2018), rendahnya konsentrasi nitrat diduga karena masukan suplai nutrisi nitrat sedikit dan jaraknya yang jauh dari pemukiman penduduk. Suhu perairan dapat mempengaruhi rendahnya konsentrasi nitrat. Hal ini dikarenakan nitrat yang terkandung di perairan akan mengalami proses denitrifikasi oleh bakteri aerob. Suhu optimum akan mempengaruhi proses denitrifikasi di perairan. Berdasarkan hal tersebut, suhu yang di peroleh pada stasiun 1 28,7°C lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 2. Purba *et al.* (2015) menyatakan bahwa proses denitrifikasi tidak memerlukan oksigen namun sangat dipengaruhi oleh suhu. Laju penguraian nitrat akan semakin cepat apabila suhu mencapai titik optimum, sehingga akan menjadikan konsentrasi nitrat di lapisan permukaan perairan rendah karena nitrat telah diubah menjadi gas nitrogen.

Konsentrasi fosfat tertinggi terdapat pada stasiun 2 yang berada di Pelabuhan Tempat Kapal Penangkapan Ikan dan stasiun 4 yang berada muara sungai yang mengarah sungai dengan konsentrasinya yaitu 0,94 mg/L. Tingginya konsentrasi fosfat dikarenakan terdapat buangan limbah dari aktivitas pelabuhan seperti sampah. Parameter lingkungan lainnya yang dapat mempengaruhi tingginya konsentrasi fosfat di stasiun 2 dan 4

yaitu tingginya kecepatan arus pada stasiun tersebut. Pada umumnya konsentrasi fosfat lebih tinggi di dasar perairan. Arus yang besar akan menyebabkan naiknya sedimen yang mengandung fosfat yang berada di dasar perairan ke permukaan. Dzialowski *et al.* (2008) menyatakan proses tersebut disebut dengan resuspensi sedimen dengan artian suatu proses yang memberikan kontribusi masukan nutrisi seperti fosfat yang berada di sedimen dasar perairan naik ke permukaan.

Konsentrasi fosfat terendah terdapat pada stasiun 5; 0,83 mg/L yang berada di muara sungai yang mengarah ke laut. Hal ini dikarenakan pada stasiun pengamatan jauh dari daratan. Pada umumnya konsentrasi fosfat akan semakin menurun jika semakin jauh ke arah laut (*off shore*). Ulqodry *et al.* (2010) menyatakan pada perairan pesisir, aliran dari sungai sebagai pembawa hanyutan sampah yang merupakan sumber fosfat akan mengakibatkan konsentrasi fosfat di muara lebih besar.

Klasifikasi dan Kelimpahan Fitoplankton

Jenis fitoplankton yang ditemukan yaitu berasal dari kelas Bacillariophyceae sebanyak 10 spesies, Cyanophyceae sebanyak 3 spesies, Chlorophyceae sebanyak 1 spesies dan Dinophyceae sebanyak 2 spesies.

Spesies yang paling banyak ditemukan berasal dari kelas Bacillariophyceae dengan jenis *Isthmia* sp. Hal ini dikarenakan kelas Bacillariophyceae atau yang biasa disebut diatom merupakan fitoplankton yang paling umum dijumpai di perairan. Diatom memiliki peranan penting dalam ekosistem perairan dikarenakan fitoplankton jenis ini mampu

mengubah energi matahari menjadi senyawa organik sebagai makanan bagi biota perairan lainnya. Selain itu, diatom juga dekalan sebagai produsen primer yang dominan di perairan (Nedi *et al.*, 2018).

Kelimpahan fitoplankton tertinggi terdapat pada stasiun 4 (muara sungai yang mengarah ke sungai) yaitu 284,72 ind/l yang diduga karena tingginya konsentrasi unsur hara fosfat pada stasiun 4. Hal tersebut disebabkan oleh adanya pertemuan massa air. Nedi *et al.* (2020) juga menyatakan masukan unsur hara yang dibutuhkan oleh organisme perairan yaitu semakin tinggi kandungan suatu unsur hara di perairan maka semakin tinggi juga kelimpahan fitoplankton di perairan tersebut. Kelimpahan fitoplankton terendah terdapat pada stasiun 1 (kawasan ekosistem mangrove) yaitu 201,5

ind/l dikarenakan oleh rendahnya konsentrasi nitrat (0,77 mg/L) dan fosfat (0,86 mg/l) pada stasiun tersebut. Nutrien yang paling banyak dibutuhkan oleh pertumbuhan fitoplankton yaitu unsur N dan P. Unsur tersebut merupakan faktor produktifitas primer fitoplankton (Mustofa, 2015).

Kecerahan perairan juga mempengaruhi kelimpahan fitoplankton. Rendahnya kelimpahan fitoplankton pada stasiun 1 (kawasan mangrove) ini juga diakibatkan oleh rendahnya nilai kecerahan pada stasiun 1 yaitu 33,4%, yang berarti tingginya kekeruhan pada stasiun 1. Maturbongs (2015), menyatakan bahwa kekeruhan perairan merupakan keadaan terbalik dari kecerahan perairan, sehingga apabila kecerahan rendah maka nilai kekeruhan tinggi dan sebaliknya.

Tabel 3. Rata-rata Kelimpahan Fitoplankton (ind/L)

St.	Titik Sampling	Kel. Fitoplankton	Rata-Rata±St. Deviasi
1	1	250	201,5±43,23
	2	167	
	3	187,5	
2	1	312,5	277,78±78,87
	2	333,33	
	3	187,5	
3	1	270,83	208,33±55,12
	2	166,67	
	3	187,5	
4	1	312,5	284,72±86,74
	2	187,5	
	3	354,17	
5	1	250	215,27±31,83
	2	187,5	
	3	208,3	

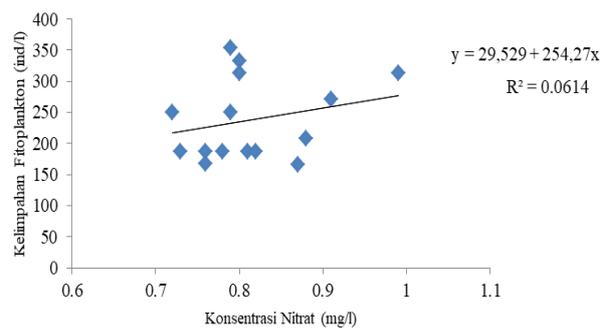
Hubungan Konsentrasi Nitrat dan Fosfat dengan Kelimpahan Fitoplankton

Hasil analisis uji regresi linear sederhana konsentrasi nitrat dengan kelimpahan fitoplankton di Muara Sungai Kambang Barat, diperoleh persamaan $y = 29,529 + 254,27x$ dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,0614$ dan nilai koefisien korelasi $r = 0,24$. Berdasarkan nilai korelasi (r) diperoleh bahwa konsentrasi nitrat dengan kelimpahan fitoplankton memiliki hubungan yang lemah. Keeratan hubungannya dapat dilihat pada Gambar 2.

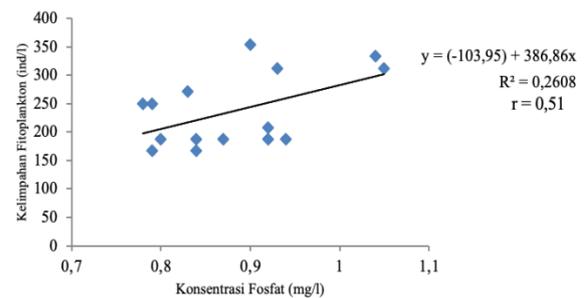
Hubungan konsentrasi fosfat dengan kelimpahan fitoplankton di perairan Muara Sungai Kambang Barat memiliki persamaan regresi $y = (-103,95) + 386,86x$ (Gambar 4)

memiliki koefisien korelasi $r = 0,51$ yang artinya memiliki hubungan yang sedang. Konsentrasi nitrat dan fosfat tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kelimpahan fitoplankton. Untuk melihat keeratan hubungannya dapat dilihat pada Gambar 3.

Azis *et al.* (2020) menyatakan kandungan unsur hara nitrat dan fosfat dapat mempengaruhi keberadaan fitoplankton karena unsur hara tersebut dimanfaatkan dengan baik oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya. Kelimpahan fitoplankton sangat berhubungan dengan kandungan nutrien seperti nitrat dan fosfat. Kandungan nutrien dapat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton dan sebaliknya fitoplankton yang padat dapat menurunkan kandungan nutrien dalam air



Gambar 2. Hubungan Nitrat dengan Kelimpahan Fitoplankton di Muara Sungai Kambang



Gambar 3. Hubungan Fosfat dengan Kelimpahan Fitoplankton di Muara Sungai Kambang

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Konsentrasi nitrat di perairan Muara Sungai Kambang berkisar 0,76-0,86 mg/L dan konsentrasi fosfat di perairan Muara Sungai Kambang berkisar 0,83-0,94 mg/L. Berdasarkan tingkat kesuburan perairan yang ditinjau dari konsentrasi nitrat dan fosfat, perairan Muara Sungai Kambang tergolong kedalam kategori perairan oligotrofik yang berarti perairan tersebut mengandung unsur hara yang rendah. Kelimpahan fitoplankton di perairan Muara Sungai Kambang berkisar 201,50-284,72 ind/L, dengan kelimpahan tertinggi berada di area muara sungai yang mengarah ke sungai dan kelimpahan terendah

berada di area kawasan ekosistem mangrove. Konsentrasi nitrat dengan kelimpahan fitoplankton memiliki hubungan yang lemah, sedangkan konsentrasi fosfat dengan kelimpahan fitoplankton memiliki hubungan yang sedang.

Perlu dilakukannya penelitian lanjutan mengenai parameter kimia lainnya seperti BOD, COD, DO, silikat dengan kelimpahan fitoplankton dan menghitung struktur komunitas fitoplankton di perairan Muara Sungai Kambang. Diharapkan kepada masyarakat untuk tetap menjaga lingkungan untuk keberlangsungan hidup biota-biota di perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- [APHA] American Public Health Association. (1989). *Standart Methods For The Examination of Waters and Wastewater*. 17th ed. American Public Health Association, American Water Works, Water Pollution Control Federation. Washington D.C.
- Azis, A., W. Nurgayah, dan Salwiyah. (2020). Hubungan Kualitas Perairan Perairan dengan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Koeno, Kecamatan Palangga Selatan, Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Sapa Laut*, 5(3): 221-234.
- Dzialowski, A.R., S.Wang, N. Lim, dan J. Beury. (2008). Effects of Sediment Resuspension on Nutrient Concentration and Algal Biomass in Reservoirs of the Central Plains. *Lake and Reservoir Management*, 24(4): 13-32.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hidayat, T. (2017). *Kelimpahan dan Struktur Komunitas Fitoplankton Pada Daerah yang di Reklamasi Pantai Seruni Kabupaten Bantaeng*. Makasar: Universitas Hasanuddin.
- Isnaini., S. Heron, dan A. Riris. (2014). Komposisi dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Sekitar Pulau Maspari, Ogan Komering Ilir. *Maspari Journal*, 6(1): 39-45.
- Maturbongs, R.M. (2015). Pengaruh Tingkat Kekeruhan Perairan Terhadap Komposisi Spesies Makro Algae Kaitannya dengan Proses Upwelling pada Perairan Rutong-Leahari. *Jurnal Agricola*, 5(1): 21-31.

- Megawati, C., Y. Muhammad, dan M. Lilik. (2014). Sebaran Kualitas Perairan ditinjau dari Zat hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Selat Bali Bagian Selatan. *Jurnal Oseanografi*, 3(2): 142-150.
- Munthe, Y.V., A. Riris, dan Isnaini. (2012). Struktur Komunitas dan Sebaran Fitoplankton di Perairan Sungang Sumatera Selatan. *Maspri Journal*, 4(1): 122-30.
- Mustofa, A. (2015). Kandungan Nitrat dan Fosfat sebagai Faktor Tingkat Kesuburan Perairan Pantai. *Jurnal Diprotek*, 6(1): 13-19.
- Nedi, S., I. Effendi, dan Elizal. (2020). Status Tingkat Tropik Muara Sungai Dumai berdasarkan Kandungan Klorofil. *Jurnal IOP Ilmu Bumi dan Lingkungan*. 496(1): 1-6.
- Nurhasanah., S.H. Siregar, dan I. Nurrachmi. (2018). Hubungan Kelimpahan Diatom Epipelik dengan Konsentrasi Nitrat, Fosfat dan Silikat di Zona Intertidal Perairan Kuala Tanjung Kecamatan Sei Suka Kabupaten Batu Bara Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan*
- Purba, D.K., P.W. Purnama, dan M.R. Muskananfolo. (2015). Analisis Kesuburan Perairan Sekitar Muara Sungai Tuntang, Morodemak Berdasarkan Hubungan Antara Nilai Produktifitas Primer Dengan NO_3 dan PO_4 . *Jurnal of Maquares*. 4(1): 19–24.
- Rao, E.V.S.P., K. Puttanna, K.R. Sooryanarayana, A.K. Biswas, dan J.S. Arunkumar. (2017). Assessment of Nitrat Threat to Water Quality in India. *The Indian Nitrogen Assessment*, 323-333.
- Simanjuntak, M. (2006). *Kadar Fosfat, Nitrat dan Silikat Kaitannya dengan Kesuburan Perairan Delta Mahakam. Kalimantan Timur*. Pusat Penelitian Oseanografi Lipi. Jakarta.
- Supriadi, I.H. (2001). Dinamika Estuaria Tropik. *Jurnal Oseana*. 16(4): 1–11.
- Ulqodry, T.Z., Yulisman, S. Muhammad, dan Santoso. (2010). Karakteristik dan Sebaran Nitrat, Fosfat, dan Oksigen Terlarut di Perairan Karimun Jawa, Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sains*. 13(1): 35-41.
- Wulandari, D. (2009). *Keterikatan Antara Kelimpahan Fitoplankton dengan Parameter Fisika Kimia di Estuari Sungai Brantas (Porong), Jawa Timur*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.