

KANDUNGAN NITRAT, FOSFAT, DAN SILIKA SEBAGAI PENENTU KONDISI PERAIRAN FITU TERNATE, MALUKU UTARA

(Nitrate, Phosphate, and Silica Content as Determinants of Water Conditions in Fitu Ternate, North Maluku)

Yuliana^{1)*}, Mutmainnah²⁾, dan Sri Endah Widiyanti³⁾

¹⁾ Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Khairun, Gambesi, Ternate, Maluku Utara, Indonesia

²⁾ Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Khairun, Gambesi, Ternate, Maluku Utara, Indonesia

³⁾ Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Khairun, Gambesi, Ternate, Maluku Utara, Indonesia

* Korespondensi Author: yulianarecar@gmail.com

Diterima: 20 Nopember 2023 ; Disetujui: 26 Nopember 2023 ; Dipublikasikan 30 Desember 2023

ABSTRAK

Perairan Fitu memiliki peranan penting di Pulau Ternate karena menjadi salah satu kawasan yang dapat digunakan untuk pengembangan pariwisata bahari, lokasi penangkapan ikan (bagan tancap), dan budidaya laut (*marine culture*) di Maluku Utara. Namun, hingga saat ini kondisi perairan Fitu berdasarkan kandungan nutrisi belum diketahui. Tujuan dari penelitian ini adalah 1). untuk menganalisis kandungan nitrat, fosfat, dan silika di perairan Fitu Ternate, dan 2). untuk menentukan kondisi perairan Fitu berdasarkan kandungan nitrat dan fosfat. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret - April 2023 di perairan Fitu Kota Ternate Provinsi Maluku Utara pada 5 (lima) stasiun. Sampling dilakukan sebanyak 4 (empat) kali dengan periode pengambilan sampel 2 (dua) minggu sekali. Pengukuran kandungan nutrisi (nitrat, fosfat, dan silika) dilakukan di laboratorium dengan menggunakan spektrofotometer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat di perairan Fitu berkisar antara 0,0210 - 0,2696 mg/L, fosfat dengan kisaran antara 0,0110 - 0,0350 mg/L, dan silika adalah 2,326 - 8,678 mg/L. Perairan Fitu termasuk dalam kategori perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) berdasarkan kandungan nitratnya dan termasuk perairan mesotrofik berdasarkan kandungan fosfatnya.

Kata kunci : nutrisi, perairan Fitu, dan tingkat kesuburan

ABSTRACT

Fitu waters have an important role on Ternate Island because they are one of the areas that can be used for the development of marine tourism, fishing locations, and marine culture in North Maluku. However, until now the condition of Fitu's waters based on nutrient content is not yet known. The objectives of this research are 1). to analyze the nitrate, phosphate, and silica content in Fitu waters Ternate, and 2). to determine the condition of Fitu waters based on nitrate and phosphate content. This research was carried out in March - April 2023 in the Fitu waters of Ternate City, North Maluku Province at 5 (five) stations. Sampling was carried out 4 (four) times with a sampling period of every 2 (two) weeks. Measurement of nutrient content (nitrate, phosphate, and silica) was carried out in the laboratory using a spectrophotometer. The research results show that the concentration of nitrate in Fitu waters ranges between 0.0210 - 0.2696 mg.L⁻¹, phosphate ranges between 0.0110 - 0.0350 mg.L⁻¹, and silica is 2.326 - 8.678 mg.L⁻¹. Fitu waters are included in the category of waters with a low level of fertility (oligotrophic) based on nitrate content and are mesotrophic waters based on phosphate content.

Keywords: nutrients, Fitu waters, and fertility level

1. PENDAHULUAN

Perairan Fitu merupakan salah satu perairan yang ada di Pulau Ternate, perairan ini terletak di bagian selatan Pulau Ternate. Perairan Fitu memiliki peranan penting di Pulau Ternate karena menjadi salah satu kawasan yang dapat digunakan untuk pengembangan pariwisata bahari, lokasi penangkapan ikan (bagan tancap), budidaya laut (*marine culture*), serta menjadi tempat pendaratan perahu-perahu nelayan. Selain itu, di bagian pesisir (daratan) perairan Fitu dijadikan sebagai kawasan pengembangan industri seperti industri pengolahan kayu, tempat usaha penangkaran lobster, dan industri pembuatan kapal. Berbagai aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat tersebut berpotensi mengakibatkan peningkatan kandungan nutrisi di perairan ini.

Nutrien merupakan senyawa kimia yang digunakan dalam proses pertukaran zat dan fisiologis organisme hidup, dan keberadaan nutrisi menjadi indikator produktivitas perairan (Simanjuntak, 2012). Nutrien di suatu perairan berasal dari dua sumber yaitu pertama, *autochthonous* yang berarti bahwa nutrisi diproduksi di perairan itu sendiri, melalui proses dekomposisi oleh bakteri terhadap hewan-hewan dan tumbuhan yang telah mati, dan kedua *allochthonous* merupakan nutrisi yang berasal dari luar perairan bersangkutan atau berasal daratan, kemudian masuk ke perairan melalui sungai dan *run off*. Nutrien pada umumnya ada dalam bentuk anorganik seperti nitrat, fosfat, dan silika (Jeniarti *et al.*, 2021).

Nitrogen dan fosfor merupakan nutrisi yang berasal dari komponen limbah dan dapat ditemukan di perairan. Kedua jenis nutrisi tersebut memiliki dampak positif, di sisi lain, pada tingkat tertentu dapat berdampak negatif dan merugikan ekosistem akuatik (Prakoso, 2019). Salah satu dampak dari nutrisi ini yaitu terjadinya eutrofikasi, yang disebabkan oleh adanya peningkatan kadar zat hara, terutama nitrat dan fosfat.

Nitrat dan fosfat merupakan jenis unsur hara yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi atau tingkat kesuburan perairan. Kedua jenis nutrisi tersebut tergolong unsur hara makro dan sangat esensial bagi kehidupan dan perkembangan organisme yang menjadi dasar dari rantai makanan dan penentu kehidupan di dalam perairan (fitoplankton). Namun, nitrat (NO_3) dan fosfat (PO_4) dengan kadar yang berlebih pada perairan dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan, yang pada akhirnya dapat mengganggu kehidupan organisme pada ekosistem perairan (Ardhaneswari & Wispriyono, 2022). Demikian halnya di perairan Fitu, apabila terjadi peningkatan nutrisi

yang terus-menerus pada perairan ini, maka akan terjadi gangguan ekosistem yang pada akhirnya perairan Fitu menjadi perairan yang tidak produktif lagi.

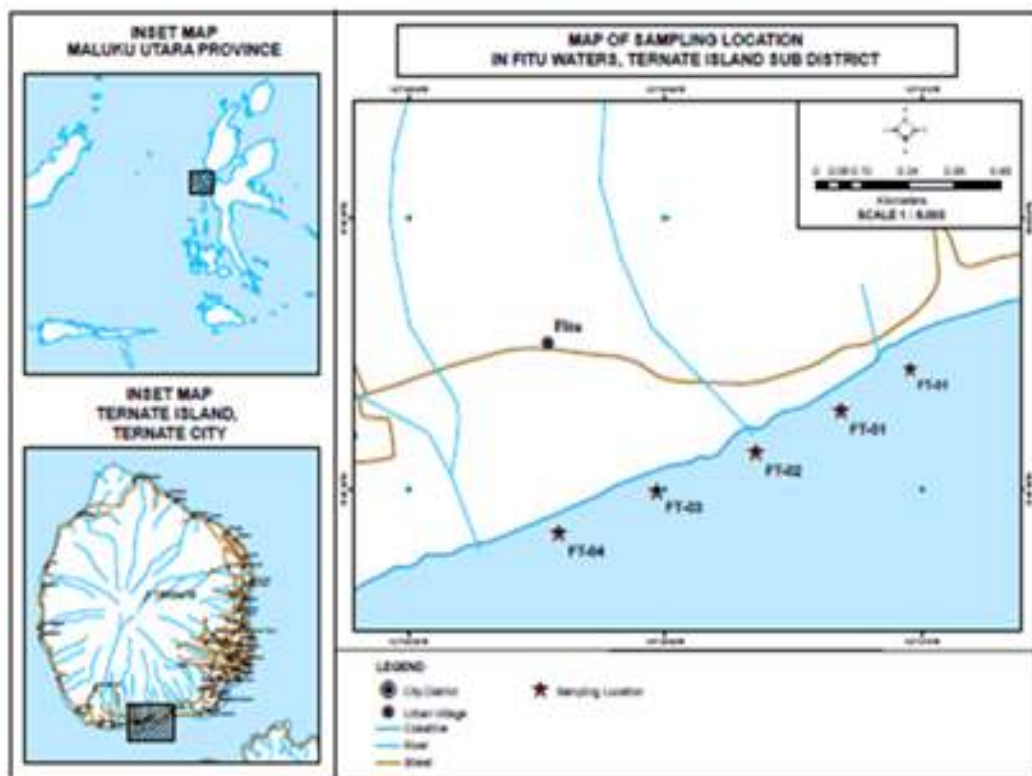
Di perairan Fitu, penelitian yang telah dilakukan terkait dengan kondisi perairan ini masih sangat terbatas. Sampai saat ini, hanya penelitian tentang struktur komunitas zooplankton sebagai penentu kondisi perairan Fitu yang telah dilakukan oleh Yuliana & Mutmainnah (2021). Padahal penelitian tentang kondisi perairan Fitu berdasarkan kandungan nutrisi sangat penting dilakukan, terutama dalam upaya pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya perairan ini secara lestari dan berkelanjutan.

Berdasarkan fenomena tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah 1). untuk menganalisis kandungan nitrat, fosfat, dan silika di perairan Fitu Ternate, 2). untuk menentukan kondisi perairan Fitu berdasarkan kandungan nitrat dan fosfat.

2. METERI DAN METODE

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret - April 2023 di perairan Fitu Kota Ternate Provinsi Maluku Utara pada 5 stasiun (Gambar 1). Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 4 kali, dengan periode pengambilan sampel 2 minggu sekali.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Perairan Fitu Ternate, Maluku Utara.

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan selama penelitian selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan dan alat yang digunakan selama penelitian di Perairan Fitu Ternate, Maluku Utara

Parameter	Satuan	Metode	Alat	Tempat Analisis
- Nitrat	mg/L	Brucine	Spektrofotometer	Laboratorium
- Ortofosfat	mg/L	Stanous chloride	Spektrofotometer	Laboratorium
- Silika	mg/L	Molybdosilicate	Spektrofotometer	Laboratorium

2.2. Metode Penelitian

Sampel air untuk pengukuran nitrat, fosfat, dan silika diambil sebanyak 0,5 liter pada bagian permukaan. Selanjutnya sampel-sampel tersebut dianalisis di Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Analisis sampel menggunakan spektrofotometer (APHA, 2005), dengan metode masing-masing yaitu nitrat : *brucine*, fosfat : *stanous chloride*, dan silika : *molybdosilicate* (Tabel 1).

Kondisi perairan Fitu ditentukan dengan melakukan perbandingan antara hasil pengukuran konsentrasi nitrat dan fosfat dengan kriteria yang dikemukakan oleh Wetzel (1975).

2.3. Analisis Data

Perbedaan kandungan nitrat, fosfat, dan silika berdasarkan stasiun dan waktu pengamatan dianalisis dengan analisis sidik ragam. Data-data yang diperoleh selama penelitian ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk mempermudah dalam pengolahan dan analisis data, digunakan alat bantu perangkat lunak SPSS IBM 23, Minitab 16, serta Excel Stat 2017.

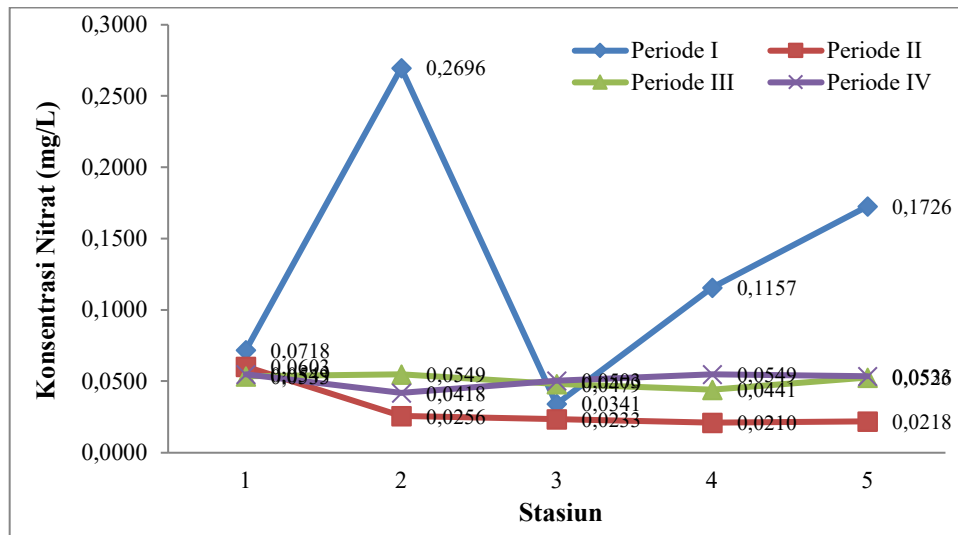
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kandungan nitrat, fosfat, dan silika yang diperoleh selama penelitian, serta kondisi Perairan Fitu selengkapnya diuraikan sebagai berikut:

3.1. Kandungan Nitrat

Keberadaan organisme akuatik dari jenis tumbuhan (fitoplankton) di perairan berkaitan erat dengan nitrat. Sifat nitrat yaitu mudah larut dalam air dan relatif stabil, senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen pada perairan. Kandungan nitrat selama penelitian di perairan Fitu memiliki nilai yang bervariasi antara setiap stasiun dan waktu pengamatan, dengan kisaran nilai antara 0,0210 - 0,2696 mg/L.

Kandungan nitrat tertinggi (0,2696 mg/L) ditemukan pada stasiun 2 periode I dan terendah (0,0210 mg/L) pada stasiun 4 periode II (Gambar 2). Konsentrasi nitrat selama penelitian selengkapnya tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Kandungan nitrat selama penelitian di Perairan Fitu Ternate, Maluku Utara.

Kandungan nitrat yang diperoleh ini memiliki nilai yang lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian Yuliana *et al.* (2023) di perairan Kastela yang menemukan kandungan nitrat dengan kisaran 0,030 - 0,286 mg/L dan penelitian Triawan *et al.* (2023) di perairan Tanjung Sembilang Kutai Kartanegara dengan konsentrasi nitrat adalah 0,320 - 0,880 mg/L. Namun, lebih tinggi dari penelitian Yuliana *et al.* (2021) di perairan Sasa dengan konsentrasi nitrat yaitu <0,001 - 0,105 mg/L.

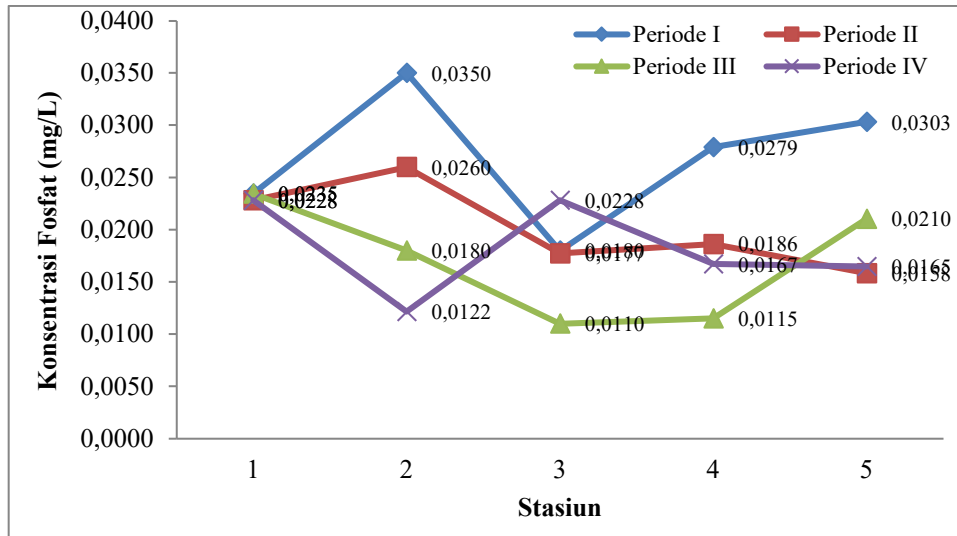
Konsentrasi nitrat tertinggi yang didapatkan pada stasiun 2 periode I (Gambar 2) disebabkan oleh tingginya masukan nutrisi dari daratan yang diterima oleh stasiun ini, dibandingkan dengan lokasi yang lain. Sumber utama zat hara nitrat berasal dari perairan itu sendiri yaitu melalui proses-proses penguraian, pelapukan ataupun dekomposisi tumbuh-tumbuhan dan sisa organisme mati. Nutrien yang tinggi pada stasiun ini masuk melalui sungai yang bermuara pada lokasi ini. Selain itu, di sekitar stasiun 2 terdapat kebun, limbah-limbah yang dihasilkan dari aktivitas perkebunan tersebut, kemudian masuk ke dalam perairan melalui *run off*. Sebagaimana dijelaskan oleh Setiowati *et al.* (2016) bahwa nitrogen dapat bersumber dari aktivitas pertanian, peternakan, dan limbah domestik. Hal lain yang mengakibatkan tingginya kandungan nitrat pada stasiun ini adalah terjadinya proses dekomposisi oleh bakteri pengurai pada serasah-serasah tumbuhan dan bahan organik di dasar perairan bersangkutan, lalu terangkat ke bagian

permukaan. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Setiowati *et al.* (2016) bahwa nitrogen dapat juga bersumber dari metabolisme dan dekomposisi organisme bahan organik oleh bakteri. Sedangkan kandungan nitrat terendah pada stasiun stasiun 4 periode II (Gambar 2), ditengarai disebabkan oleh kurangnya masukan nutrisi dari daratan yang diterima oleh lokasi ini karena jauh dari pemukiman. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Nurhasanah (2018) bahwa rendahnya konsentrasi nitrat disebabkan masukan suplai nutrisi nitrat sedikit dan jaraknya yang jauh dari pemukiman penduduk.

Hasil analisis sidik ragam, menunjukkan bahwa kandungan nitrat secara spasial (berdasarkan stasiun) tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Hal ini berarti bahwa konsentrasi nitrat sama antara setiap stasiun, walaupun secara deskriptif berbeda. Sementara itu, berdasarkan waktu pengamatan (periode), kandungan nitrat berbeda nyata ($p < 0,05$) antara setiap periode pengamatan. Hasil uji beda nyata terkecil didapatkan bahwa periode pengamatan I berbeda dengan pengamatan II, III, dan IV.

3.2. Kandungan Fosfat

Fosfat merupakan salah satu jenis makro nutrisi yang keberadaannya sangat penting bagi semua makhluk hidup, khususnya organisme yang menjadi dasar dari rantai makanan (fitoplankton) di dalam perairan. Fosfat sangat penting, terutama dalam pembentukan protein dan transfer energi di dalam sel seperti Adenosina trifosfat (ATP) dan Adenosina difosfat (ADP) (Aprilia *et al.*, 2020). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan fosfat selama penelitian di perairan Fitu memiliki nilai yang berfluktuasi antara setiap stasiun dan waktu pengamatan, dengan nilai yang berkisar antara 0,0110 - 0,0350 mg/L. Sama halnya dengan nitrat, kandungan fosfat tertinggi (0,0350 mg/L) juga terdapat pada stasiun 2 periode I dan terendah (0,0110 mg/L) pada stasiun 3 periode III (Gambar 3). Hasil pengukuran fosfat selama penelitian selengkapnya disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kandungan fosfat selama penelitian di perairan Fitu Ternate, Maluku Utara.

Kandungan fosfat yang diperoleh tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil penelitian Meirinawati dan Fitriya (2018) di perairan Halmahera Maluku dengan konsentrasi fosfat yaitu 0,004 - 0,007 mg/L. Namun, lebih rendah dari penelitian Nurmalitasari dan Sudarsono (2023) di perairan Kabupaten Bantul dengan kandungan fosfat yaitu 0,448 - 0,730 mg/L.

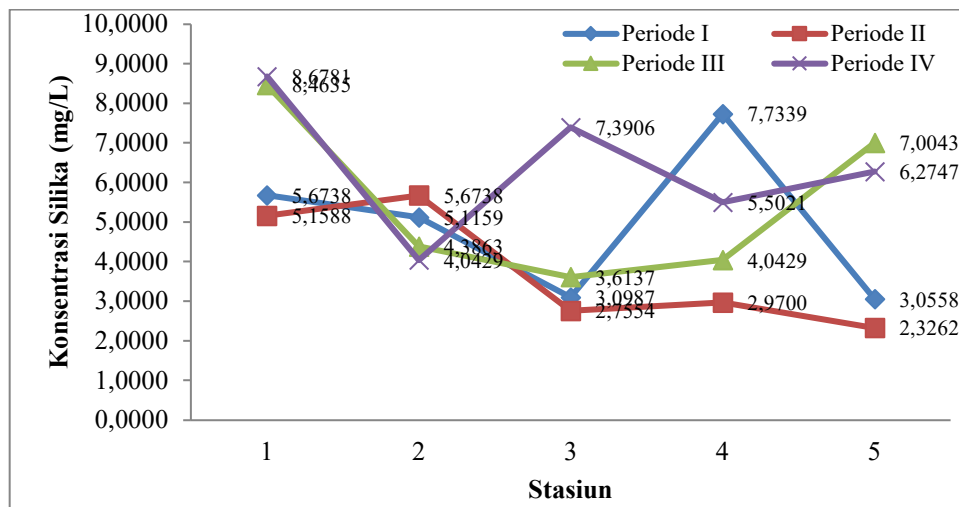
Konsentrasi fosfat tertinggi yang ditemukan pada stasiun stasiun 2 periode I (Gambar 3) disebabkan oleh masukan fosfat dari daratan yang diterima oleh lokasi ini lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun-stasiun yang lain. Hal ini terjadi karena adanya sungai yang bermuara pada lokasi ini. Fosfat yang masuk ke perairan ini berasal dari limbah domestik ataupun limbah-limbah pertanian yang dibuang oleh masyarakat ke sungai kemudian limbah-limbah tersebut terbawa oleh aliran air ke laut. Selain itu, kadar fosfat akan tinggi di perairan yang dangkal disebabkan oleh arus dan pengadukan massa air yang mengakibatkan terangkatnya kandungan fosfat dari dasar ke lapisan permukaan (Permatasari *et al.*, 2016). Sementara itu, kandungan fosfat terendah pada stasiun 3 periode III (Gambar 3) disebabkan oleh rendahnya masukan fosfat dari daratan yang diterima oleh lokasi ini.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan fosfat berdasarkan stasiun tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Hal ini berarti bahwa konsentrasi fosfat antara setiap stasiun memiliki nilai yang sama, walaupun secara deskriptif berbeda. Sedangkan hasil analisis sidik ragam berdasarkan waktu pengamatan (periode) berbeda nyata ($p < 0,05$). Hasil uji beda nyata terkecil (BNT) ditemukan bahwa nilai fosfat berbeda antara periode I dengan periode III dan IV.

Seminar Ilmiah Nasional III Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muslim Indonesia (Peluang Investasi Dan Strategi Perikanan Laut Dalam Menghadapi Iklim Global)

3.3. Kandungan Silika

Selama penelitian ditemukan bahwa kandungan silika di perairan Fitu memiliki nilai yang bervariasi antara setiap stasiun dan waktu pengamatan, dengan nilai yang berkisar antara 2,3262 - 8,6781 mg/L. Kandungan silika tertinggi (8,6781 mg/L) terdapat pada stasiun 1 periode IV dan terendah (2,3262 mg/L) pada stasiun 5 periode II (Gambar 4). Konsentrasi silika selama penelitian selengkapnya disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kandungan silika selama penelitian di perairan Fitu Ternate, Maluku Utara.

Kandungan silika yang diperoleh selama penelitian termasuk dalam kategori tinggi bila dibandingkan dengan penelitian Meirinawati dan Fitriya (2018) di Perairan Halmahera Maluku dengan konsentrasi silika yaitu 0,063 - 0,159 mg/L. Namun, lebih rendah dari hasil penelitian Aprianto *et al.* (2023) di perairan Pedeleган Pamekasan yang memperoleh kandungan silika yaitu 8,857 - 11,455 mg/L.

Kandungan silika tertinggi (8,6781 mg/L) terdapat pada stasiun 1 periode IV. Kandungan silika yang tinggi pada stasiun 1 periode IV disebabkan oleh terjadi proses pelapukan batuan pada stasiun ini. Sebagaimana dikemukakan oleh Meirinawati dan Muchtar (2017) bahwa silika berasal dari proses pelapukan batuan yang terjadi dalam benua dan sedimen terlarut. Sedangkan konsentrasi silika terendah (2,3262 mg/L) pada stasiun 5 periode II (Gambar 4).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kandungan silika berdasarkan stasiun berbeda nyata ($p > 0,05$). Hasil uji beda nyata terkecil (BNT) ditemukan bahwa nilai silika berbeda antara stasiun 1 dengan stasiun 3. Sedangkan hasil analisis sidik ragam berdasarkan waktu pengamatan (periode) berbeda nyata ($p < 0,05$).

nyata terkecil (BNT) ditemukan bahwa nilai silika berbeda antara periode II dengan periode IV.

3.4. Kondisi Perairan

Penentuan kondisi atau tingkat kesuburan perairan Fitu dilakukan dengan cara membandingkan antara hasil pengukuran nitrat dan fosfat selama penelitian dengan kriteria yang dikemukakan oleh Wetzel (1975). Hasil pengukuran nitrat dan fosfat di perairan Fitu dan kriteria tersebut selengkapnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran nitrat dan fosfat di perairan Fitu Ternate dan kriteria tingkat kesuburan

Parameter	Hasil Pengukuran	Tingkat kesuburan
Nitrat (NO ₃)	0,0210 - 0,2696 mg/L	0 - 1 mg/L
		1 - 5 mg/L
		5 - 50 mg/L
Fosfat (PO ₄)	0,0110 - 0,0350 mg/L	0,003 - 0,010 mg/L
		0,01 - 0,03 mg/L
		0,03 - 0,1 mg/L

Sumber : Hasil pengukuran di perairan Fitu Ternate (2023) dan Wetzel (1975).

Mengacu pada kriteria tersebut, maka kondisi perairan Fitu berdasarkan kandungan nitratnya yaitu termasuk dalam kategori perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) dan termasuk perairan subur (mesotrofik) berdasarkan kandungan fosfatnya. Hal ini dipertegas oleh Sanusi (2006) bahwa berdasarkan kandungan fosfat perairan dengan tingkat kesuburan yang rendah (oligotrofik) memiliki kisaran 0,000 - 0,020 mg/L, perairan dengan tingkat kesuburan yang sedang (mesotrofik) memiliki kisaran 0,021 - 0,050 mg/L, perairan dengan tingkat kesuburan yang tinggi (eutrofik) memiliki kisaran 0,051 - 0,100 mg/L, perairan dengan tingkat kesuburan yang sangat tinggi (hypertrofik) memiliki kisaran > 0,100 mg/L. Sementara itu, menurut Hartoko (2010), kadar fosfat 0,201 mg/L atau lebih menunjukkan bahwa tingkat kesuburannya sangat baik sekali.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan yaitu; 1). Konsentrasi nitrat di perairan Fitu berkisar antara 0,0210 - 0,2696 mg/L, fosfat dengan kisaran nilai yaitu 0,0110 - 0,0350 mg/L, dan silika adalah 2,326 - 8,678 mg/L, dan 2). Perairan Fitu termasuk dalam kategori perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik)

berdasarkan kandungan nitratnya dan termasuk perairan mesotrofik berdasarkan kandungan fosfatnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Khairun, yang telah membiayai penelitian ini melalui Program Penelitian Kompetitif Unggulan Perguruan Tinggi (PKUPT) tingkat Pascasarjana tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- [APHA] American Public Health Association. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th edition. Washington: APHA, AWWA (American Waters Works Association) and WPCF (Water Pollution Control Federation). Pp: 3 - 42.
- Aprianto, I. A., Kartika, A. G. D., Pratiwi, W. S. W., dan Effendy, M. 2023. Distribution of nutrients and chlorophyll-a in Pedelekan Waters, Pademawu, Pamekasan Regency. *Buletin Oseanografi Marina*, 12 (2): 253 - 260.
- Aprilia, D., Dianti, Arifiani, K. N., Cahyaningsih, A. P., Kusumaningrum, L., Sarno, Rahim, K. A. B. A., dan Setyawan, A. D. 2020. Biogeochemical process in mangrove ecosystem. *Bonorowo Wetlands*, 10 (2): 126 - 141.
- Ardhaneswari, M., dan Wispriyono, B. 2022. Analysis of health risks due to exposure to nitrate and nitrite compounds in groundwater in Cihambulu Village, Subang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(1): 65 - 72.
- Hartoko, A. 2010. Spatial distribution of *Thunnus* sp, vertical and horizontal sub surface multilayer temperature profiles of In Situ Agro Float Data in Indian Ocean. Department of Fisheries Faculty of Fisheries and Marine Science, Diponegoro University. *Journal of Coastal Development*, 14(1): 61 - 74.
- Jeniarti, M., Perwira, I.Y., dan Negara, I.K.W. 2022. Nitrate, phosphate, and silicate content in the waters of Pandawa Beach, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 4(2): 193 - 198.
- Meirinawati, H. dan Fitriya, N. 2018. Effect of nutrient concentration on phytoplankton abundance in Halmahera-Maluku waters. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 3(3): 183 - 195.
- Meirinawati, H. dan Muchtar, M. 2017. Fluctuations of nitrate, phosphate, and silicate in the waters of Bintan Island. *Jurnal Segara*, 13(3): 141 - 148.
- Nurhasanah., S.H. Siregar, dan Nurrachmi, I. 2018. Relationship between the abundance of epipelagic diatoms and the concentration of nitrate, phosphate, and silicate in the intertidal zone of Kuala Tanjung Waters, Sei Suka District, Batu Bara Regency, North Sumatra Province. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan*.
- Nurmalitasari, M. dan Sudarsono. 2023. Plankton diversity and primary productivity levels between two seasons in Bantul Regency Waters. *Jurnal Kingdom, The Journal of Biological Studies*, 9 (1): 16 - 34.
- Permatasari R, Djuwito, dan Irwani. 2016. The influence of nitrate and phosphate content on the abundance of diatoms in the estuary of the Wulan River, Demak. *Journal of maquare*, 5(4): 224 - 232.

- Sanusi, H. S. 2006. Chemical characteristics and fertility of the waters of Pelabuhan Ratu Bay (stage II of the east season). *Research report from the Faculty of Fisheries and Marine Sciences*. IPB, Bogor. 89 hlm.
- Setiowati, S., Roto, R., dan Wahyuni, E. T. 2016. Monitoring nitrite and nitrate levels in well water in the Catur Tunggal Yogyakarta area using the Uv-Vis spectrophotometric method. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23(2): 143.
- Simanjuntak, M. 2012. Sea water quality observed from nutrient aspect, dissolved oxygen and pH in the Banggai Waters, Central Sulawesi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(2): 290 - 303.
- Triawan, G. A. Y., Ghitarina, dan Taru, P. 2023. Analysis of nitrate and phosphate content in the waters of Tanjung Sembilang, Kutai Kartanegara, East Kalimantan. *Tropical Aquatic Sciences*, 2 (1): 85 - 91.
- Wetzel, R. G. 1975. *Limnology*. W. B Saunders Co. Philadelphia, Pennsylvania. 743p
- Yuliana dan Mutmainnah. 2021. Assessment of coastal water productivity of Fitu Village, Ternate Island based on its zooplankton community structure. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Yuliana, Mutmainnah, dan Irfan, M. 2021 The use of phytoplankton as a fertility indicator of the Sasa waters, Ternate, North Maluku, Indonesia. *AACL Bioflux* 14(6): 3741 - 3749.
- Yuliana, Mutmainnah, Irfan, M., Nasir, A., dan Djamhur, M. 2023. Phytoplankton quality based on species composition in the Kastela waters, Ternate, North Maluku, Indonesia. *AACL Bioflux* 16(2):743 - 752.