

**Prosiding Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis Ke-36
Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan.
“Transformation of Research and Innovation Oriented Toward Future Techno-Agro-
Maritime Practices”
Makassar, 15 Oktober 2024**

Analisis Kandungan Nutrien di Danau Ngade Ternate Maluku Utara

Analysis of Nutrient Content in Lake Ngade Ternate, North Maluku

Yuliana^{*1}, Juharni¹, Mutmainnah², dan Martini Djamhur²

¹Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Khairun, Ternate Kampus Gambesi Kotak Pos 53 Ternate Kode Pos 97719 Ternate Selatan, Maluku Utara. Telp. (0921) 3110907, 3110904

²Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Khairun, Ternate Kampus Gambesi Kotak Pos 53 Ternate Kode Pos 97719 Ternate Selatan, Maluku Utara. Telp. (0921) 3110907, 3110904

* Korespondensi: yulianarecar@gmail.com.

Abstrak

Danau Ngade memiliki potensi yang besar untuk mendukung kehidupan masyarakat sekitar. Namun, seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia, kualitas air danau ini terancam oleh berbagai permasalahan, termasuk eutrofikasi. Eutrofikasi, yang ditandai dengan peningkatan konsentrasi nutrien seperti nitrogen dan fosfor, dapat menyebabkan pertumbuhan alga yang tidak terkendali dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Penelitian ini bertujuan untuk (1). menganalisis kandungan nitrat, fosfat, dan rasio N/P di Danau Ngade, dan (2) mengevaluasi status trofik Danau Ngade sebagai langkah awal dalam upaya pengelolaan dan pelestariannya. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – Juni 2024 di Danau Ngade Ternate Provinsi Maluku Utara pada 5 stasiun. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 4 kali, dengan periode pengambilan sampel 2 minggu sekali. Pengukuran kandungan nitrat dan fosfat dilakukan di laboratorium dengan menggunakan spektrofotometer. Analisis sidik ragam digunakan untuk menentukan perbedaaan kandungan nitrat dan fosfat berdasarkan stasiun dan waktu pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan nitrat di Danau Ngade memiliki nilai yang berkisar antara 0,0718 - 0,1442 mg/l, fosfat dengan kisaran nilai yaitu 0,0315 - 0,0927 mg/l, serta rasio N/P dengan kisaran antara 1,17 - 3,45. Danau Ngade dikategorikan sebagai perairan dengan status trofik oligotrofik berdasarkan kandungan nitratnya dan termasuk ke dalam golongan perairan eutrofik berdasarkan kandungan fosfatnya. Dengan demikian, danau ini perlu dikelola dan dimanfaatkan secara tepat sehingga terjaga kelestariannya.

Kata kunci : Danau Ngade, nitrat, fosfat, dan status trofik

Abstract

Lake Ngade has great potential to support the lives of the surrounding community. However, along with increasing human activities, the water quality of this lake is threatened by various problems, including eutrophication. Eutrophication, characterized by increased concentrations of nutrients such as nitrogen and phosphorus, can cause uncontrolled algae growth and disrupt the balance of the ecosystem. This study aims to (1) analyze the content of nitrate, phosphate, and the N/P ratio in Lake Ngade, and (2) evaluate the trophic status of Lake Ngade as an initial step in efforts to manage and preserve it. This study was conducted in April - June 2024 at Lake Ngade Ternate, North Maluku Province at 5 stations. Sampling was carried out 4 times, with a sampling period fortnightly. Nitrate and phosphate content was measured in the laboratory using a spectrophotometer. Analysis of variance was used to determine the differences in nitrate and phosphate content based on station and observation time. The results of the study showed that the nitrate content in Lake Ngade had a value ranging from 0.0718 - 0.1442 mg.L⁻¹, phosphate with a value range of 0.0315 - 0.0927 mg.L⁻¹, and the N/P ratio with a range of 1.17 - 3.45. Lake Ngade is categorized as waters with oligotrophic trophic status based on its nitrate content and is included in the eutrophic waters group based on its phosphate content. Thus, this lake needs to be managed and utilized properly to maintain its sustainability.

Keywords: Lake Ngade, nitrate, phosphate, and trophic status

PENDAHULUAN

Danau Ngade merupakan salah satu danau vulkanik yang terdapat di Pulau Ternate Provinsi Maluku Utara. Danau ini terletak pada lokasi strategis dengan jarak sekitar 8 km dari pusat kota, serta memiliki luas \pm 4 Ha dan kedalaman 23 m (Hamid, 2018). Danau Ngade memiliki potensi yang besar sebagai sumber daya alam untuk mendukung kehidupan masyarakat sekitar dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti perikanan, pariwisata, dan penyediaan air bersih. Saat ini, Danau Ngade telah dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai aktivitas seperti pemeliharaan ikan dengan sistem keramba jaring apung (KJA), pariwisata, pemancingan ikan, serta di sekitar danau dimanfaatkan untuk perkebunan dan pemeliharaan ternak. Namun, seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia, kualitas air danau ini terancam oleh berbagai permasalahan dan berpotensi menyebabkan pencemaran sehingga mempengaruhi kandungan unsur hara seperti nitrat dan fosfat (Napitupulu *et al.*, 2021), konsentrasi nitrat dan fosfat dalam jumlah yang berlebih mengindikasikan kondisi lingkungan perairan yang tercemar (Nugroho *et al.*, 2014).

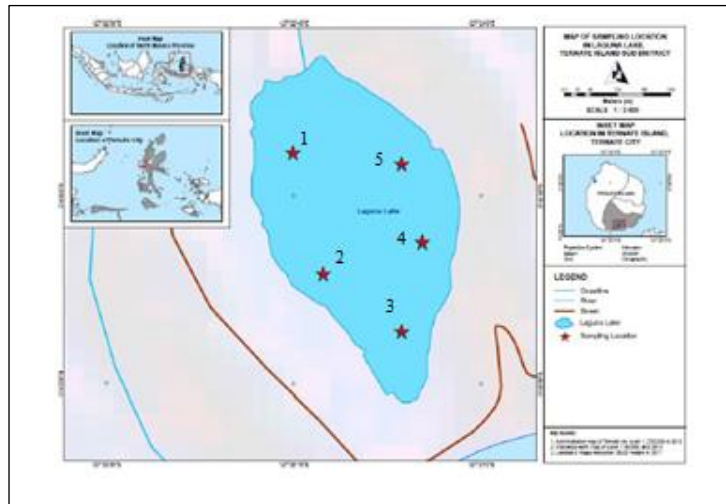
Nitrat dan fosfat adalah dua unsur hara utama yang sering ditemukan di perairan danau dan ekosistem perairan lainnya. Keduanya merupakan bentuk unsur hara esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan organisme akuatik, terutama fitoplankton dan berbagai jenis alga yang lain. Akan tetapi, konsentrasi yang berlebihan dari kedua unsur ini dapat menimbulkan masalah bagi kualitas air, pertumbuhan alga yang tidak terkendali, dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Nitrat dan fosfat memiliki dampak positif, akan tetapi pada tingkat tertentu dapat merugikan ekosistem akuatik, diantaranya adalah terjadinya eutrofikasi, yang disebabkan oleh pengkayaan kadar nutrisi (Irianto dan Triweko, 2019) dan pada akhirnya dapat mengganggu ekosistem perairan (Ardhaneswari dan Wispriyono, 2022). Di sisi lain, nitrogen (dalam bentuk nitrat) dan fosfor (dalam bentuk fosfat) merupakan jenis unsur hara yang dapat digunakan untuk mengetahui status trofik atau tingkat kesuburan danau.

Beberapa penelitian telah dilakukan di Danau Ngade untuk memberikan gambaran umum tentang kondisi kualitas air dan keanekaragaman hayati di danau ini. Penelitian-penelitian tersebut diantaranya adalah fluktuasi dan kelimpahan fitoplankton (Yuliana dan Tamrin, 2007), penentuan waktu inkubasi terbaik untuk pengukuran produktivitas primer (Yuliana dan Irfan, 2018), serta status trofik perairan (Samman *et al.*, 2023). **Berbeda dengan penelitian sebelumnya**, penelitian ini akan menganalisis kandungan nutrisi yang terdapat di Danau Ngade untuk menentukan status trofik danau ini. Hal ini sangat penting dilakukan dalam upaya memberikan informasi yang lebih komprehensif tentang kondisi Danau Ngade dan akan menjadi dasar untuk pengelolaan yang lebih baik. Demikian pula, dengan mengetahui status trofik Danau Ngade, maka dapat diprediksi **daya dukung danau ini sehingga** dapat ditentukan kapasitas maksimum pemanfaatan danau tanpa menimbulkan dampak negatif yang signifikan, serta dapat digunakan sebagai dasar untuk menyusun rencana pengelolaan Danau Ngade yang lebih efektif dan tepat guna.

Berdasarkan fenomena tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk (1). Menganalisis kandungan nitrat, fosfat, dan rasio N/P di Danau Ngade, dan (2), Mengevaluasi status trofik Danau Ngade sebagai langkah awal dalam upaya pengelolaan dan pelestariannya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April - Juni 2024 di Danau Ngade 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 Danau Ngade Ternate, Maluku Utara.

Sampel air untuk pengukuran nitrat dan fosfat diambil sebanyak 0,5 liter pada bagian permukaan (kedalaman 0,5 m). Analisis sampel air dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin menggunakan spektrofotometer, dengan metode *brucine* untuk mengukur nitrat dan metode *stanous chloride* untuk mengukur fosfat.

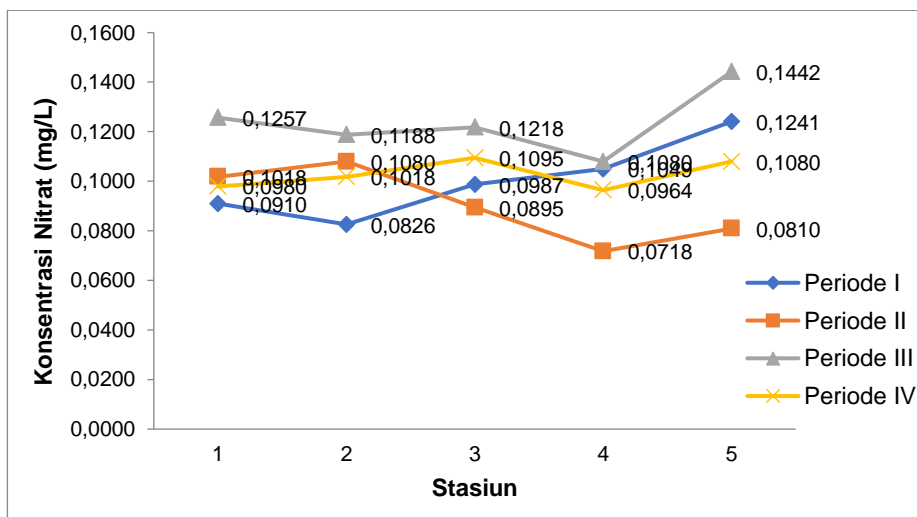
Analisis sidik ragam digunakan untuk menentukan perbedaaan kandungan nitrat dan fosfat berdasarkan stasiun dan waktu pengamatan. Penentuan status trofik Danau Ngade dilakukan berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh Jollenweider (1968 *dalam* Wetzel, 1975). Selanjutnya data-data yang diperoleh selama penelitian ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Alat bantu perangkat lunak SPSS IBM 23, Minitab 16, serta Excel Stat 2017 digunakan untuk memudahkan dalam pengolahan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Nitrat

Nitrat (NO_3^-) adalah salah satu bentuk nitrogen yang sangat penting bagi pertumbuhan alga dan tumbuhan air. Senyawa nitrat dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen pada perairan dan berasal dari aktivitas manusia, seperti penggunaan pupuk pertanian, limbah industri, dan pembuangan limbah domestik. Nitrat memiliki sifat yang relatif stabil dan mudah larut dalam air. Kandungan nitrat di Danau Ngade yang terukur selama penelitian memiliki nilai yang bervariasi antara setiap stasiun dan waktu pengamatan, dengan kisaran nilai yaitu 0,0718 - 0,1442 mg/L, konsentrasi nitrat tertinggi (0,1442 mg/L) diperoleh pada stasiun 5 periode III dan terendah (0,0718 mg/L) pada stasiun 4 periode II (Gambar 2). Kandungan nitrat selama penelitian selengkapnya disajikan pada Gambar 2.

Apabila kandungan nitrat yang diperoleh selama penelitian dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya di perairan yang sama (Danau Ngade), yaitu penelitian Yuliana dan Irfan (2018) yang mendapatkan konsentrasi nitrat sebesar 0,22 - 0,58 mg/L, maka dapat dijelaskan bahwa konsentrasi nitrat pada saat ini lebih rendah. Namun, lebih tinggi dari penelitian Yuliana *et al.* (2023) dengan kandungan nitrat adalah 0,0164 - 0,0726 mg/L. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan nitrat di Danau Ngade mengalami fluktuasi yang berkaitan erat dengan waktu dan aktivitas yang dilakukan oleh masyarakat di danau ini. Sebagai gambaran bahwa pada tahun 2018, hanya terdapat 2 KJA, namun saat ini terdapat 3 buah KJA.



Gambar 2. Kandungan nitrat selama penelitian di Danau Ngade Ternate, Maluku Utara.

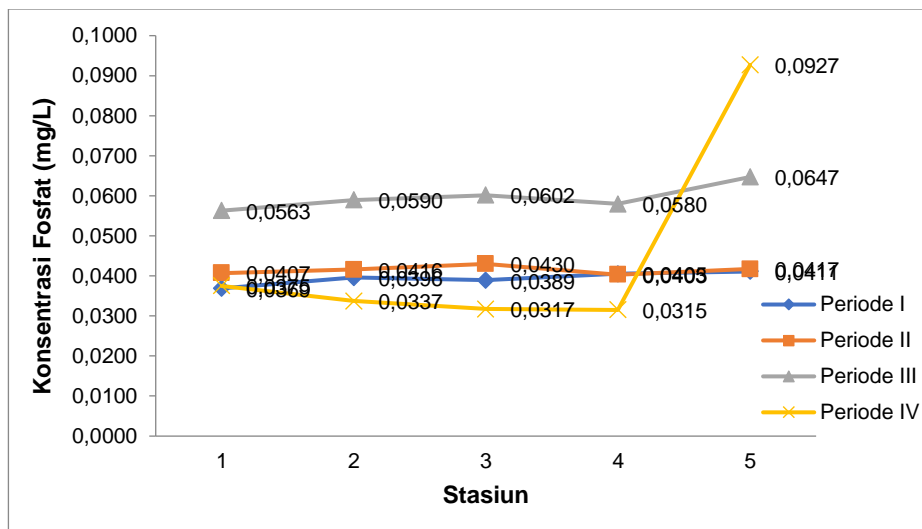
Konsentrasi nitrat tertinggi yang didapatkan pada stasiun 5 periode III (Gambar 2) disebabkan oleh aktivitas keramba jaring apung (KJA) pada stasiun ini. Hal ini dapat terjadi karena pakan yang diberikan pada ikan di KJA sering kali tidak seluruhnya dikonsumsi dan sebagian besar akan jatuh ke dasar perairan. Pakan yang terbuang ini akan terurai dan melepaskan senyawa nitrogen, termasuk nitrat, ke dalam air. Selain itu, kandungan nitrat yang tinggi disebabkan oleh hasil ekskresi ikan, kotoran dan zat buangan dari ikan yang mengandung nitrogen dalam bentuk amonia dan urea. Demikian pula, pada lokasi ini **perputaran air yang terbatas** sehingga nitrat akan terakumulasi lebih cepat karena tidak ada pembilasan alami yang signifikan. Sedangkan kandungan nitrat terendah pada stasiun 4 periode II (Gambar 2) disebabkan oleh pada stasiun ini yang tidak terdapat KJA sehingga masukan nutrisi pada stasiun dan waktu pengamatan ini juga rendah.

Hasil analisis sidik ragam, didapatkan bahwa konsentrasi nitrat berdasarkan stasiun memiliki nilai yang 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 III berbeda dengan pengamatan I, II, dan IV.

Kandungan Fosfat

Fosfor dalam bentuk fosfat merupakan makro nutrisi yang dibutuhkan oleh organisme, terutama alga mikro (fitoplankton) di dalam perairan, serta sangat berperan dalam produktivitas

ekosistem akuatik. Konsentrasi fosfat yang ditemukan selama penelitian di Danau Ngade memiliki nilai yang berbeda antara setiap stasiun dan waktu pengamatan. Kandungan fosfat yang diperoleh memiliki kisaran nilai yaitu 0,0315 - 0,0927 mg/L, dengan nilai tertinggi (0,0927 mg/L) pada stasiun 5 periode IV dan terendah (0,0315 mg/L) pada stasiun 4 periode IV (Gambar 3). Hasil pengukuran fosfat selama penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kandungan fosfat selama penelitian di Danau Ngade Ternate, Maluku Utara.

Kandungan fosfat yang diperoleh tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya di perairan yang sama (Danau Laguna) yaitu penelitian Yuliana dan Irfan (2018) yang menemukan konsentrasi fosfat sebesar 0,14 - 0,27 mg/L dan penelitian Samman *et al.* (2023) yang memperoleh kandungan fosfat yaitu 1,15 - 2,50 mg/L. Namun, lebih tinggi dari penelitian Yuliana *et al.* (2023) di perairan yang sama dengan kisaran nilai fosfat yaitu 0,0395 - 0,0524.

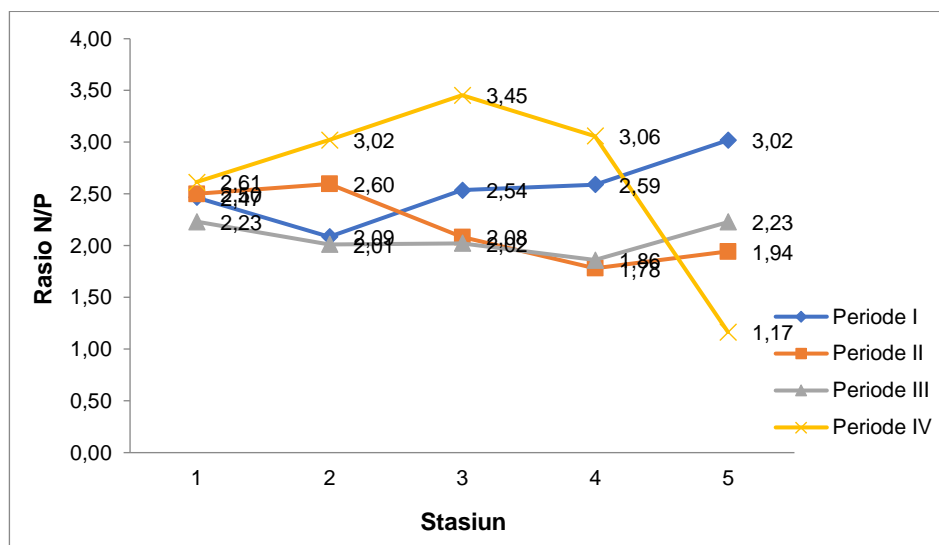
Penyebab kandungan fosfat tertinggi yang didapatkan pada stasiun 5 periode IV berasal dari aktivitas budidaya perikanan (KJA) yang terdapat pada stasiun ini serta disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan. Kegiatan budidaya ikan tersebut mengakibatkan beberapa hal seperti pakan yang tidak dimakan oleh ikan akan terurai di air dan melepaskan fosfor ke lingkungan sekitar keramba, sisa **ekskresi ikan** (kotoran ikan) mengandung fosfat, serta sisa-sisa organik yang terakumulasi, yang selanjutnya akan terurai dan melepaskan fosfat ke dalam air. Selain itu, **sirkulasi air yang rendah akan menyebabkan** akumulasi fosfat lebih cepat karena kurangnya pencucian atau pembilasan alami. Hal lain yang mengakibatkan kandungan fosfat yang tinggi pada lokasi ini adalah **pemeliharaan KJA yang kurang optimal sehingga** terjadi penumpukan sisa organik. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Sukmawati *et al.* (2019) bahwa kandungan fosfat tinggi diindikasikan sebagai pencemaran akibat budidaya ikan. Sementara itu, kandungan fosfat terendah pada stasiun 4 periode IV (Gambar 3) disebabkan oleh rendahnya masukan fosfat yang diterima oleh lokasi ini karena tidak terdapat KJA dan masukan dari daratan juga rendah.

Hasil analisis sidik ragam ditemukan bahwa tidak terjadi perbedaan yang nyata ($p > 0,05$) kandungan fosfat antara setiap stasiun. Hal ini mengindikasikan bahwa kandungan fosfat antara setiap stasiun memiliki konsentrasi yang sama, walaupun secara deskriptif berbeda. Sedangkan hasil analisis sidik ragam berdasarkan waktu pengamatan (periode) diperoleh nilai yang berbeda

nyata ($p < 0,05$). Hasil uji beda nyata terkecil (BNT) didapatkan bahwa kandungan fosfat berbeda antara periode III dengan periode I dan II. Namun, sama dengan periode IV.

Rasio N/P

Rasio nitrogen terhadap fosfor (N/P ratio) di danau adalah indikator penting untuk memahami keseimbangan nutrisi dan kondisi ekosistem perairan. Rasio ini digunakan untuk memprediksi apakah nitrogen (N) atau fosfor (P) yang menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan organisme seperti alga di perairan. Rasio N/P yang diperoleh selama penelitian memiliki nilai yang tidak terlalu jauh berbeda antara setiap stasiun dan waktu pengamatan dengan nilai yang berkisar antara 1,17 - 3,45 (Gambar 4).



Gambar 4. Rasio N/P selama penelitian di Danau Ngade Ternate, Maluku Utara.

Rasio N/P yang ditemukan selama penelitian memiliki nilai yang lebih kecil dari 16. Hal ini berarti bahwa nitrogen menjadi faktor pembatas di Danau Ngade. Jika kondisi ini terus terjadi, maka dapat menyebabkan peningkatan pertumbuhan alga yang menghasilkan eutrofikasi.

Status Trofik Danau Ngade

Status trofik danau adalah indikator yang menggambarkan tingkat produktivitas biologis di danau, yang didasarkan pada konsentrasi nutrisi seperti nitrogen dan fosfor, serta kekeruhan air dan jumlah bahan organik yang tersedia. Status ini memberikan informasi penting tentang kondisi ekosistem perairan, khususnya mengenai potensi pertumbuhan fitoplankton dan tanaman air. Status trofik merupakan indikator untuk mengetahui tingkat kesuburan suatu badan air, yang dapat diukur dari kandungan nutrisi di perairan dan tingkat kecerahan serta aktivitas biologis lainnya yang terjadi di badan air tersebut (Leitao, 2012). Mengacu pada hal tersebut, maka pada penelitian ini penentuan status trofik Danau Ngade dilakukan dengan cara membandingkan antara hasil pengukuran nitrat dan fosfat selama penelitian dengan kriteria yang dikemukakan oleh Jollenweider (1968 dalam Wetzel, 1975). Hasil pengukuran nitrat dan fosfat di Danau Ngade dan kriteria tersebut selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran nitrat dan fosfat di Danau Ngade Ternate dan kriteria tingkat kesuburan

Parameter	Hasil Pengukuran	Tingkat kesuburan	
Nitrat (NO ₃)	0,0718 - 0,1442 mg/L	0 - 1 mg/L	Oligotrofik
		1 - 5 mg/L	Mesotrofik
		5 - 50 mg/L	Eutrofik
Fosfat (PO ₄)	0,0315 - 0,0927 mg/L	0,003 - 0,010 mg/L	Oligotrofik
		0,01 - 0,03 mg/L	Mesotrofik
		0,03 - 0,1 mg/L	Eutrofik

Sumber : Hasil pengukuran di Danau Ngade Ternate (2024) dan Jollenweider (1968 *dalam* Wetzel, 1975).

Mengacu pada kriteria yang dikemukakan oleh Jollenweider (1968 *dalam* Wetzel, 1975), maka dapat dijelaskan bahwa berdasarkan kandungan nitratnya, Danau Ngade dikategorikan sebagai perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik). Sedangkan berdasarkan kandungan fosfatnya, Danau Ngade tergolong perairan yang subur (eutrofik). Hal ini diperkuat oleh pernyataan Sanusi (2006) bahwa berdasarkan kandungan fosfat perairan, 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, serta perairan dengan tingkat kesuburan yang sangat tinggi (hypertrofik) memiliki nilai >0,100 mg/L. Lebih lanjut dijelaskan oleh Hartoko (2010) bahwa kadar fosfat 0,201 mg/L atau lebih menunjukkan tingkat kesuburan yang sangat baik sekali.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi nitrat di Danau Ngade berkisar antara 0,0718 - 0,1442 mg/L, fosfat dengan kisaran nilai yaitu 0,0315 - 0,0927 mg/L, dan rasio N/P adalah 1,17 – 3,45, serta Danau Ngade dikategorikan sebagai perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) berdasarkan kandungan nitratnya dan tergolong perairan subur (eutrofik) berdasarkan kandungan fosfatnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA Universitas Khairun melalui Program Penelitian Kompetitif Unggulan Perguruan Tinggi (PKUPT) tingkat Fakultas Perikanan dan Kelautan tahun 2024. Oleh sebab itu, para peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Khairun.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhaneswari, M., & Wispriyono, B. (2022). Analisis risiko kesehatan akibat pajanan senyawa nitrat dan nitrit pada air tanah di Desa Cihambulu Subang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(1), 65 - 72.
- Hamid, A. (2018). Studi pengembangan kawasan wisata Danau Ngade berbasis partisipasi masyarakat. Skripsi. Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, 105 p.
- 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.

- Irianto, E. W. & Triweko, R. W. (2019). Eutrofikasi waduk dan danau : permasalahan, permodelan, dan upaya pengendalian. Puslitbang Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. ITB Press.
- Leitão, P. C. (2012). Management trophic status in Portuguese reservoirs. 20 p. <http://swat.tamu.edu/media/56573/b4-3-leitao.pdf>.
- Napitupulu, R., Muskananfola, M. R., & Sulardiono, B. (2021). Hubungan kandungan nitrat dan fosfat dengan kelimpahan fitoplankton di perairan Desa Timbulsloko, Kabupaten Demak. *Jurnal Pasir Laut*, 5 (1), 63-68. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/pasirlaut>
- Nugroho, A.S., Tanjung, S.D., & Hendrarto, B. (2014). Distribusi serta kandungan nitrat dan fosfat di perairan danau rawa pening. *Bioma*, 3(1), 27-41. <https://doi.org/10.26877/bioma.v3i1,%20April.648>.
- Samman, A., Sabar, M., Fabanjo, M. A., Rina, Serosero, R., Abubakar, S., & Sunarti. (2023). Status trofik perairan Danau Laguna, Kota Ternate Selatan, Maluku Utara. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6(2), 464 - 468. DOI : <https://doi.org/10.29303/jpmpti.v6i1.4334>.
- Sanusi, H. S. (2006). Karakteristik kimia dan kesuburan perairan Teluk Pelabuhan Ratu (tahap II musim timur). Laporan penelitian Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB, Bogor. 89 hlm.
- Sukmawati, N.M.H., Pratiwi, A.E. & Rusni, N. W. (2019). Kualitas air Danau Batur berdasarkan parameter fisikokimia dan NSFQI. *Wicaksana, Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 3(2), 53 - 60. <https://ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/wicaksana>.
- Wetzel, R. G. (1975). *Limnology*. W. B Saunders Co. Philadelphia, Pennsylvania. 743p.
- Yuliana & Tamrin. (2007). Fluktuasi dan kelimpahan fitoplankton di Danau Laguna Ternate Maluku Utara. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 9 (2), 288 - 296.
- Yuliana & Irfan, M. (2018). The best incubation time for primary productivity of phytoplankton in Laguna Lake, North Maluku, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19(3), 1021 - 1028. DOI: 10.13057/biodiv/d190334.
- Yuliana, Juharni, Andriani, Mutmainnah, & Djamhur, M. (2023). Tingkat Kesuburan Danau Ngade Ternate Berdasarkan Kandungan Nitrat dan Fosfat. *Prosiding Semnas Politani Pangkep*, 4, 193 - 199.