MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v6i5.11769

ANALISIS TOTAL FOSFAT PADA SAMPEL AIR DANAU DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS

Analysis of Total Phosphate in Lake Water Samples Using UV-Vis Spectrophotometry

Diana Ladies Novira & Jon Efendi
Universitas Negeri Padang
dianaladiesnovira@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Jun 29, 2026	Jul 27, 2026	Aug 8, 2026	Aug 13, 2026

Abstract

Total phosphate is an important parameter in water quality assessment because increased inputs can trigger eutrophication and disrupt the balance of aquatic ecosystems. This study aimed to determine total phosphate concentrations in lake water samples using the UV–Vis spectrophotometric method based on SNI 6989-31:2021 and to evaluate the consistency of the analytical results through quality control. The study employed a quantitative approach through laboratory analysis of three lake water samples. Measurements were performed using a UV–Vis spectrophotometer at a wavelength of 880 nm, while total phosphate concentrations were determined based on a linear calibration curve. Quality control was performed through duplicate and spike tests. The results showed that the total phosphate concentrations in Lake Samples 1, 2, and 3 were 0.019, 0.024, and 0.020 mg/L, respectively. The calibration curve yielded the equation $y = 0.5528x + 0.0020$, with a coefficient of determination (R^2) of 0.9949, indicating a strong linear relationship between concentration and absorbance. The duplicate test yielded a relative percent difference (RPD) of 5.13%, indicating a relatively small difference between measurements, while the spike test yielded a total phosphate concentration of 0.449

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

mg/L after the addition of the standard. These findings confirm that the UV–Vis spectrophotometric method based on SNI 6989-31:2021 can be used to determine total phosphate concentrations in the lake water samples analyzed. The results of this study contribute analytical information that can support water quality monitoring and eutrophication risk control in lake ecosystems.

Keywords: Lake Water; Eutrophication; Water Quality; UV–Vis Spectrophotometry; Total Phosphate

Abstrak: Total fosfat merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian kualitas air karena peningkatan masukannya dapat memicu eutrofikasi dan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan. Penelitian ini bertujuan menentukan kadar total fosfat pada sampel air danau menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis berdasarkan SNI 6989-31:2021 serta mengevaluasi konsistensi hasil analisis melalui pengendalian mutu. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif melalui analisis laboratorium terhadap tiga sampel air danau. Pengukuran dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 880 nm, sedangkan kadar total fosfat ditentukan berdasarkan kurva kalibrasi linear. Pengendalian mutu dilakukan melalui pengujian duplo dan *spike*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar total fosfat pada Sampel Danau 1, 2, dan 3 masing-masing sebesar 0,019; 0,024; dan 0,020 mg/L. Kurva kalibrasi menghasilkan persamaan $y = 0{,}5528x + 0{,}0020$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9949, yang menunjukkan hubungan linear yang kuat antara konsentrasi dan absorbansi. Pengujian duplo menghasilkan *relative percent difference* (RPD) sebesar 5,13%, yang mengindikasikan perbedaan relatif kecil antarpengukuran, sedangkan pengujian *spike* menghasilkan konsentrasi total fosfat sebesar 0,449 mg/L setelah penambahan standar. Temuan ini menegaskan bahwa metode spektrofotometri UV-Vis berdasarkan SNI 6989-31:2021 dapat digunakan untuk menentukan kadar total fosfat pada sampel air danau yang dianalisis. Hasil penelitian ini berkontribusi dalam menyediakan informasi analitis yang dapat mendukung pemantauan kualitas air dan pengendalian risiko eutrofikasi pada ekosistem danau.

Kata Kunci: Air Danau; Eutrofikasi; Kualitas Air; Spektrofotometri UV-Vis; Total Fosfat

PENDAHULUAN

Danau merupakan ekosistem perairan yang memiliki peran penting bagi kehidupan manusia dan keberlangsungan lingkungan. Berbagai aktivitas manusia di sekitar badan air dapat meningkatkan masuknya nutrien, terutama nitrogen dan fosfor, ke dalam perairan. Fosfor merupakan unsur hara yang dibutuhkan oleh organisme akuatik, tetapi keberadaannya dalam konsentrasi berlebih dapat memicu eutrofikasi yang ditandai dengan peningkatan pertumbuhan alga dan tumbuhan air serta penurunan kualitas ekosistem perairan (Wang et al., 2019). Pelepasan fosfor dari sedimen juga dapat menjadi sumber fosfor internal yang berkontribusi terhadap peningkatan beban nutrien dan kondisi eutrofik pada danau (Li et al., 2024). Kondisi tersebut menyebabkan fosfat menjadi salah satu parameter penting dalam pemantauan kualitas air. Di Sumatera Barat, Danau Maninjau diketahui menerima beban

pencemar total fosfat yang berkaitan dengan aktivitas antropogenik di sekitar daerah tangkapan air (Kurniati., 2021). Oleh karena itu, pemantauan konsentrasi fosfat diperlukan untuk mengetahui kondisi kualitas perairan dan mendukung pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan.

Analisis fosfat dalam perairan memerlukan metode yang mampu memberikan hasil kuantitatif dengan tingkat keandalan yang baik, terutama karena konsentrasi fosfat dalam perairan relatif rendah. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah spektrofotometri UV-Vis karena prosedurnya relatif sederhana dan memungkinkan penentuan konsentrasi berdasarkan pembentukan senyawa berwarna (Zhu & Ma., 2020). Di Indonesia, analisis fosfat secara spektrofotometri mengacu pada SNI 6989-31:2021 dengan prinsip pembentukan senyawa berwarna melalui reaksi molibdat dan reduksi menggunakan asam askorbat (Badan Standardisasi Nasional., 2021). Keakuratan hasil analisis juga perlu diperhatikan melalui pengendalian mutu, termasuk evaluasi keterulangan pengukuran dan perolehan kembali analit. Hal tersebut sejalan dengan prinsip SNI ISO/IEC 17025:2017 mengenai kompetensi laboratorium dan validitas hasil pengujian (International Organization for Standardization., 2017)

Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa keberadaan fosfat dalam ekosistem perairan berkaitan dengan aktivitas antropogenik, sumber fosfor internal, serta metode yang digunakan dalam pemantauannya. Aktivitas antropogenik di sekitar badan air dapat meningkatkan masukan fosfat ke perairan, seperti yang ditunjukkan pada kajian kualitas perairan Danau Maninjau (Kurniati., 2021). Selain berasal dari sumber eksternal, fosfor juga dapat dilepaskan kembali dari sedimen dan menjadi sumber nutrien internal yang berkontribusi terhadap keberlanjutan kondisi eutrofik pada danau (Yang et al., 2020). Pelepasan fosfor dari sedimen dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan variasi spasial maupun musiman dalam suatu ekosistem danau (Kowalczewska-Madura et al., 2019). Masukan fosfor juga dapat berasal dari air tanah yang dalam kondisi tertentu menjadi sumber fosfor bagi ekosistem danau (Lisboa., 2024). Dari aspek analisis, metode spektrofotometri masih banyak digunakan untuk menentukan kadar fosfat dalam sampel air karena mampu memberikan hasil kuantitatif dengan prosedur yang relatif sederhana (Zhu & Ma., 2020). Berbagai pendekatan analisis lain juga telah dikembangkan untuk mendeteksi fosfat pada sampel perairan, termasuk metode berbasis sensor elektrokimia (Kumar et al., 2021) Meskipun demikian, penelitian terdahulu lebih banyak membahas sumber dan keberadaan fosfat maupun metode analisis secara terpisah termasuk kajian mengenai pelepasan fosfor

internal dari sedimen dan proses diagenesis sedimen (Yang et al., 2022) Namun, Kajian yang menghubungkan pengukuran total fosfat dengan aspek keandalan hasil pengujian dan penerapan sistem mutu laboratorium lingkungan masih perlu dikembangkan.

Hal yang membedakan penelitian ini adalah penggabungan penentuan total fosfat menggunakan spektrofotometri UV-Vis berdasarkan SNI 6989-31:2021 dengan evaluasi keandalan hasil pengujian melalui pengendalian mutu berupa pengujian duplo dan *spike*. Pendekatan tersebut didasarkan pada prinsip analisis spektrofotometri, konsep fosfat sebagai nutrien dalam ekosistem perairan, serta pentingnya pengendalian mutu dalam menghasilkan data pengujian yang dapat dipercaya. Penelitian ini berfokus pada penentuan kadar total fosfat pada sampel air danau serta evaluasi keandalan hasil pengujian melalui pengendalian mutu laboratorium. Tujuan penelitian ini adalah menentukan kadar total fosfat pada sampel air danau menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis berdasarkan SNI 6989-31:2021 serta mengevaluasi keandalan hasil pengujian melalui pengujian duplo dan *spike*.

Secara keseluruhan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kadar total fosfat pada sampel air danau serta mendukung penggunaan metode analisis yang terstandar dan pengendalian mutu dalam menghasilkan data kualitas air yang dapat dipertanggungjawabkan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Barat, Kota Padang, pada bulan Juni - Juli 2026. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar total fosfat pada sampel air danau menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis berdasarkan SNI 6989-31:2021. Instrumen yang digunakan meliputi spektrofotometer UV-Vis, autoklaf, labu ukur, pipet volumetrik, erlenmeyer, botol *decomposing*, serta peralatan laboratorium pendukung lainnya. Bahan yang digunakan terdiri atas air bebas mineral, larutan induk fosfat 500 mg PO_4-P/L, kalium peroksodisulfat ($K_2S_2O_8$), larutan amonium molibdat, dan larutan asam askorbat.

1. Analisis Total Fosfat dengan Spektrofotometri UV-Vis

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis laboratorium. Data yang diperoleh berupa nilai absorbansi larutan standar dan sampel yang selanjutnya digunakan untuk menentukan konsentrasi total fosfat melalui kurva kalibrasi.

Metode spektrofotometri berbasis molibdenum biru memanfaatkan pembentukan senyawa berwarna yang intensitasnya berkaitan dengan jumlah fosfat dalam larutan, sehingga dapat digunakan untuk penentuan fosfat secara kuantitatif (Li et al., 2019).

2. Pembuatan Larutan Baku dan Standar Kalibrasi

Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan, meliputi pembuatan larutan baku, penyusunan larutan standar kalibrasi, preparasi sampel melalui destruksi, pembentukan senyawa berwarna, pengukuran absorbansi, dan penentuan konsentrasi total fosfat. Seluruh tahapan analisis mengacu pada prinsip pengujian total fosfat menggunakan spektrofotometer dengan reduksi asam askorbat sebagaimana ditetapkan dalam SNI 6989-31:2021 (Badan Standardisasi Nasional., 2021).

Larutan baku 50 mg PO_4-P/L dibuat dengan mengencerkan 10 mL larutan induk fosfat 500 mg PO_4-P/L hingga volume 100 mL menggunakan air bebas mineral. Selanjutnya, larutan baku 5 mg PO_4-P/L dibuat dengan mengencerkan 10 mL larutan baku 50 mg PO_4-P/L hingga volume 100 mL menggunakan air bebas mineral.

Larutan standar untuk pembuatan kurva kalibrasi disiapkan pada konsentrasi 0,150; 0,300; 0,400; 0,500; 0,600; 0,800; 0,900; 1,000; 1,200; dan 1,300 mg/L. Selain larutan standar, digunakan pula larutan blanko sebagai kontrol terhadap absorbansi dasar. Masing-masing larutan standar selanjutnya diproses dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 880 nm.

Kurva kalibrasi dibuat dengan konsentrasi larutan standar sebagai sumbu x dan absorbansi sebagai sumbu y. Hubungan antara konsentrasi dan absorbansi digunakan untuk memperoleh persamaan regresi linear serta nilai koefisien determinasi (R^2). Penggunaan kurva kalibrasi memungkinkan konsentrasi fosfat ditentukan berdasarkan hubungan antara konsentrasi standar dan respons absorbansi yang dihasilkan oleh metode spektrofotometri (Morgan et al., 2022)

3. Preparasi Sampel Air Danau

Sampel yang digunakan dalam penelitian berupa air danau yang terdiri atas tiga sampel, yaitu Sampel Danau 1, Sampel Danau 2, dan Sampel Danau 3. Sampel Danau 1 juga digunakan untuk pengujian duplo dan *spike* sebagai bagian dari pengendalian mutu hasil analisis.

Preparasi sampel dilakukan melalui proses destruksi menggunakan autoklaf. Sebanyak 50 mL sampel dimasukkan ke dalam botol *decomposing*, kemudian ditambahkan 10 mL larutan kalium peroksodisulfat ($K_2S_2O_8$). Campuran selanjutnya dipanaskan menggunakan autoklaf pada suhu 120 °C selama 30 menit. Setelah proses destruksi selesai, larutan didinginkan dan disaring. Sebanyak 25 mL filtrat digunakan untuk tahap pembentukan senyawa berwarna dan pengukuran absorbansi. Tahapan destruksi dan pengolahan sampel tersebut dilakukan untuk menentukan total fosfor sesuai prosedur pengujian yang ditetapkan dalam SNI 6989-31:2021 (Badan Standardisasi Nasional., 2021).

4. Pembentukan Senyawa Berwarna dan Pengukuran Absorbansi

Sebanyak 2 mL larutan campuran amonium molibdat–asam askorbat ditambahkan ke dalam 25 mL filtrat hasil preparasi. Larutan kemudian dihomogenkan dan didiamkan selama 15 menit untuk membentuk senyawa berwarna. Pembentukan kompleks fosfomolibdenum melalui reaksi fosfat dengan molibdat dan reduksi menggunakan asam askorbat merupakan prinsip kolorimetri yang digunakan dalam penentuan fosfat secara spektrofotometri (Li et al., 2024)

5. Penentuan Kadar Total Fosfat dan Analisis Data

Konsentrasi total fosfat dalam sampel ditentukan berdasarkan persamaan regresi linear yang diperoleh dari kurva kalibrasi. Nilai absorbansi sampel dimasukkan ke dalam persamaan regresi untuk memperoleh konsentrasi total fosfat.

Pengendalian mutu dilakukan melalui pengujian duplo dan *spike*. Hasil pengujian duplo dievaluasi berdasarkan nilai *Relative Percent Difference* (RPD), sedangkan hasil pengujian *spike* dilaporkan berdasarkan konsentrasi total fosfat yang diperoleh setelah penambahan standar. Nilai RPD dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{RPD } (\%) = \frac{(|C_1 - C_2|}{(C_1 + C_2)/2} \times \ 100\% \qquad (1)$$

dengan C_1 merupakan hasil pengukuran sampel pertama dan C_2 merupakan hasil pengukuran duplo. Hasil analisis selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel dan kurva kalibrasi untuk menggambarkan hubungan antara konsentrasi standar dan absorbansi.

HASIL

1. Kurva Kalibrasi Total Fosfat

Pengukuran larutan standar total fosfat menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 880 nm menghasilkan nilai absorbansi yang meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi standar. Larutan standar yang digunakan memiliki konsentrasi antara 0,150–1,300 mg/L, dengan nilai absorbansi berkisar antara 0,085–0,699.

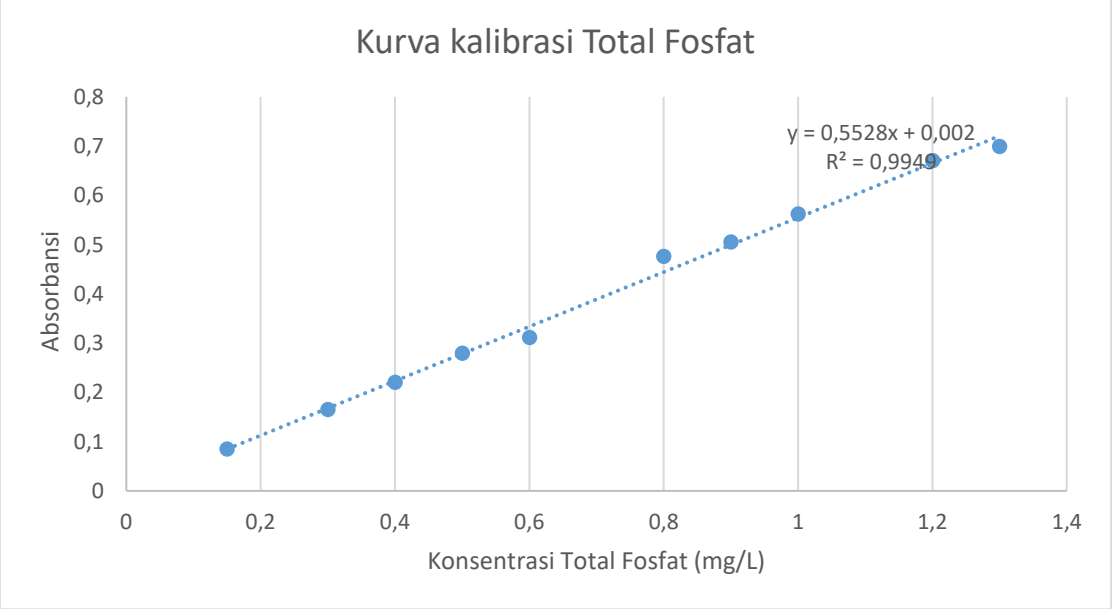
Table 1. Hasil pengukuran larutan standar total fosfat pada panjang gelombang 880 nm

Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
0,150	0,085
0,300	0,165
0,400	0,220
0,500	0,279
0,600	0,311
0,800	0,476
0,900	0,505
1,000	0,562
1,200	0,670
1,300	0,699

Berdasarkan hubungan antara konsentrasi dan absorbansi, diperoleh persamaan regresi linear sebagai berikut:

$$y = 0{,}5528x + 0{,}0020 \qquad (2)$$

dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9949.



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Total Fosfat

2. Kadar Total Fosfat pada Sampel Air Danau

Hasil pengujian menunjukkan adanya variasi konsentrasi total fosfat pada ketiga sampel air danau. Konsentrasi yang diperoleh pada Sampel Danau 1, Sampel Danau 2, dan Sampel Danau 3 masing-masing sebesar 0,019; 0,024; dan 0,020 mg/L. Pengukuran duplo terhadap Sampel Danau 1 menghasilkan konsentrasi sebesar 0,020 mg/L.

Table 2. Konsentrasi total fosfat pada sampel air danau

Sampel	Konsentrasi total fosfat (mg/L)
Danau 1	0,019
Danau 1 (duplo)	0,020
Danau 2	0,024
Danau 3	0,020

3. Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu dilakukan melalui pengujian duplo dan *spike* pada Sampel Danau 1. Hasil pengujian duplo menunjukkan nilai *relative percent difference* (RPD) sebesar 5,13%. Pengujian *spike* menghasilkan konsentrasi total fosfat sebesar 0,449 mg/L.

Table 3. Hasil pengendalian mutu analisis total fosfat

Sampel	Hasil
Duplo Sampel Danau 1	RPD = 5,13%
Spike Sampel Danau 1	0,449 mg/L

PEMBAHASAN

Penentuan kadar total fosfat pada sampel air danau dilakukan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis berdasarkan SNI 6989-31:2021. Analisis meliputi pembuatan kurva kalibrasi larutan standar, preparasi sampel melalui proses destruksi, dan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 880 nm. Konsentrasi total fosfat dalam sampel ditentukan berdasarkan persamaan regresi dari kurva kalibrasi. Kinerja analisis selanjutnya dievaluasi melalui pengujian duplo dan *spike* sebagai bagian dari pengendalian mutu.

1. Kurva Kalibrasi Total Fosfat

Hasil pengukuran larutan standar menunjukkan peningkatan absorbansi seiring dengan meningkatnya konsentrasi total fosfat. Hubungan antara konsentrasi dan absorbansi menunjukkan linearitas yang kuat, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9949. Nilai tersebut menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara konsentrasi standar dan respons absorbansi pada rentang konsentrasi yang digunakan. Persamaan regresi yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menghitung konsentrasi total fosfat pada sampel.

Pengukuran pada panjang gelombang 880 nm berkaitan dengan pembentukan kompleks molibdenum biru. Pada proses tersebut, fosfat bereaksi dengan molibdat dan kemudian direduksi oleh asam askorbat sehingga menghasilkan senyawa berwarna yang dapat diukur secara spektrofotometri. Prinsip pembentukan kompleks molibdenum biru untuk penentuan fosfat pada sampel air juga dilaporkan oleh Habibah et al. (2018) dan Phansi et al. (2020), dengan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 880 nm. Zhu & Ma (2020) juga menjelaskan penggunaan metode spektrofotometri berbasis kompleks fosfomolibdenum biru dalam analisis fosfat pada sampel air. Hasil tersebut mendukung penggunaan kurva kalibrasi dalam penentuan konsentrasi total fosfat pada penelitian ini.

2. Konsentrasi Total Fosfat pada Sampel Air Danau

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan regresi, konsentrasi total fosfat yang diperoleh sebesar 0,019 mg/L pada Sampel Danau 1, 0,024 mg/L pada Sampel Danau 2, dan 0,020 mg/L pada Sampel Danau 3. Sampel Danau 2 memiliki konsentrasi paling tinggi, sedangkan Sampel Danau 1 memiliki konsentrasi paling rendah. Perbedaan tersebut menunjukkan adanya variasi kandungan total fosfat pada sampel yang dianalisis.

Variasi konsentrasi fosfat dalam perairan dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan proses yang berlangsung di dalam ekosistem danau. Amirbahman et al., (2022) menyatakan bahwa konsentrasi fosfor dalam kolom air dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan. Selain masukan dari luar, sedimen juga dapat berperan sebagai sumber fosfor internal pada danau (Kowalczewska-Madura et al., 2017). Dengan demikian, perbedaan konsentrasi total fosfat pada ketiga sampel dapat berkaitan dengan kondisi lingkungan dan proses internal yang berbeda pada masing-masing lokasi. Namun, penelitian ini belum mencakup pengukuran sumber masukan fosfat maupun kondisi sedimen sehingga penyebab perbedaan konsentrasi belum dapat ditentukan secara spesifik.

Fosfor merupakan salah satu nutrien yang berperan dalam produktivitas perairan. Namun, peningkatan masukan fosfor dapat meningkatkan beban nutrien dan berkaitan dengan kondisi eutrofik pada danau (Van Heyst., 2022). Ketersediaan fosfor juga dapat dipertahankan melalui pelepasan fosfor dari sedimen atau proses internal perairan (Yang et al., 2022). Oleh karena itu, hasil pengukuran total fosfat dapat menjadi salah satu parameter pendukung dalam pemantauan kualitas air danau. Penilaian kondisi eutrofikasi tetap memerlukan parameter kualitas air dan informasi lingkungan lainnya sehingga tidak dapat ditentukan hanya berdasarkan konsentrasi fosfat.

3. Hasil Pengujian Duplo dan *Spike*

Pengujian duplo pada Sampel Danau 1 menghasilkan nilai *relative percent difference* (RPD) sebesar 5,13%. Nilai tersebut menunjukkan perbedaan relatif yang kecil antara hasil pengukuran pertama dan hasil pengukuran duplo. Nilai RPD yang semakin kecil menunjukkan semakin kecil perbedaan antara hasil pengukuran berulang, sehingga hasil duplo pada penelitian ini menunjukkan konsistensi pengukuran yang baik.

Pengujian *spike* pada Sampel Danau 1 menghasilkan konsentrasi total fosfat sebesar 0,449 mg/L setelah penambahan standar. Pengujian duplo dan *spike* dilakukan sebagai bagian dari pengendalian mutu untuk memberikan informasi mengenai konsistensi hasil pengukuran dan respons analisis terhadap penambahan standar. Mulec et al. (2020) membahas penggunaan penambahan standar (*spike*) dalam evaluasi analisis sampel air, termasuk untuk menilai perolehan kembali analit dan kemungkinan pengaruh matriks. Dalam penelitian ini, hasil *spike* dilaporkan berdasarkan konsentrasi yang diperoleh setelah penambahan standar, sedangkan nilai *recovery* tidak dihitung. Oleh karena itu, hasil *spike* digunakan sebagai informasi pendukung dalam evaluasi hasil analisis total fosfat.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah sampel yang dianalisis, yaitu tiga sampel air danau, sehingga belum dapat menggambarkan variasi konsentrasi total fosfat secara luas. Selain itu, sumber fosfat pada masing-masing lokasi belum dikaji. Penelitian selanjutnya dapat memperluas jumlah dan lokasi pengambilan sampel serta menambahkan parameter kualitas air lain yang berkaitan dengan status nutrien perairan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis total fosfat pada sampel air danau menggunakan spektrofotometri UV-Vis berdasarkan SNI 6989-31:2021 menghasilkan konsentrasi total fosfat sebesar 0,019; 0,024; dan 0,020 mg/L pada Sampel Danau 1, 2, dan 3. Kurva kalibrasi yang diperoleh memiliki persamaan $y = 0{,}5528x + 0{,}0020$ dengan nilai R^2 sebesar 0,9949. Pengendalian mutu melalui pengujian duplo menghasilkan nilai RPD sebesar 5,13%, yang menunjukkan perbedaan relatif kecil antara hasil pengukuran sampel dan duplonya. Pengujian *spike* pada Sampel Danau 1 menghasilkan konsentrasi total fosfat sebesar 0,449 mg/L setelah penambahan standar. Secara keseluruhan, hasil penelitian memberikan data konsentrasi total fosfat pada sampel air danau serta informasi pendukung mengenai konsistensi pengukuran melalui pengujian duplo. Untuk penelitian selanjutnya dapat memperluas cakupan lokasi dan jumlah sampel serta melibatkan parameter kualitas air lainnya untuk memperoleh gambaran kondisi perairan yang lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

Amirbahman, A., Fitzgibbon, K. N., Norton, S. A., Bacon, L. C., & Birkel, S. D. (2022). Controls on the epilimnetic phosphorus concentration in small temperate lakes. *Environmental Science: Processes & Impacts, 24*(1), 89–101. https://doi.org/10.1039/D1EM00353D

Badan Standardisasi Nasional. (2021). *Air dan Air Limbah—Bagian 31: Cara Uji Kadar Ortofosfat dan Total Fosfor Menggunakan Spektrofotometer dengan Reduksi Asam Askorbat* (SNI 6989-31:2021). https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/13542-sni6989-312021

Habibah, N., Dhyanaputri, I. G. A. S., Karta, I. W., Sundari, C. D. W. H., & Hadi, M. C. (2018). A simple spectrophotometric method for the quantitative analysis of phosphate in the water samples. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi), 7*(2), 198–204. https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v7i2.13940

International Organization for Standardization. (2017). *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories* (ISO/IEC 17025:2017). https://www.iso.org/standard/66912.html

Kowalczewska-Madura, K., Dondajewska, R., Gołdyn, R., & Podsiadłowski, S. (2017). The influence of restoration measures on phosphorus internal loading from the sediments of a hypereutrophic lake. *Environmental Science and Pollution Research, 24*(16), 14417–14429. https://doi.org/10.1007/s11356-017-8997-2

Kowalczewska-Madura, K., Gołdyn, R., Bogucka, J., & Strzelczyk, K. (2019). Impact of environmental variables on spatial and seasonal internal phosphorus loading in a mesoeutrophic lake. *International Journal of Sediment Research, 34*(1), 14–26. https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2018.08.008

Kumar, D. R., Dhakal, G., Nguyen, V. Q., Lee, J., Lee, Y. R., & Shim, J.-J. (2021). Ammonium heptamolybdate preloaded on flexible carbon-matrix film electrode for the electrochemical phosphate sensor in a river water sample. *Microchemical Journal, 170*, 106639. https://doi.org/10.1016/j.microc.2021.106639

Kurniati, R. I., Komala, P. S., & Zulkarnaini, Z. (2021). Analisis Beban Pencemar Total Nitrogen dan Total Fosfat akibat Aktivitas Antropogenik di Danau Maninjau. *Jurnal Ilmu Lingkungan, 19*(2), 355–364. https://doi.org/10.14710/jil.19.2.355-364

Li, C., Shen, J., Feng, J., Chi, L., & Wang, X. (2024). Variations of phosphorus in sediments and suspended particulate matter of a typical mesotrophic plateau lake and their contribution to eutrophication. *Scientific Reports, 14*, 26551. https://doi.org/10.1038/s41598-024-77866-w

Li, Q., Zhao, W., Miao, H., & Han, X. (2019). Effects and improvements of different reagents preservation methods on the determination of phosphate in seawater by phosphomolybdenum blue spectrophotometric method. *Marine Pollution Bulletin, 139*, 136–140. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.011

Lisboa, M. S., Schneider, R. L., Rudstam, L. G., & Walter, M. T. (2024). Groundwater inputs could be a significant but often overlooked source of phosphorus in lake ecosystems. *Scientific Reports, 14*, 16269. https://doi.org/10.1038/s41598-024-66985-z

Morgan, S., Luy, E., Furlong, A., & Sieben, V. (2022). A submersible phosphate analyzer for marine environments based on inlaid microfluidics. *Analytical Methods, 14*(1), 22–33. https://doi.org/10.1039/D1AY01876K

Oarga-Mulec, A., Mladenovič, A., Mauko Pranjić, A., Oprčkal, P., Ščančar, J., & Milačič, R. (2020). Study of interferences and procedures for their removal in the spectrophotometric determination of ammonium and selected anions in coloured wastewater samples. *Analytical Methods, 12*(39), 4769–4782. https://doi.org/10.1039/D0AY01361G

Phansi, P., Koin, J., & Nacapricha, D. (2020). Determination of phosphate in surface water of Lopburi Province using a simple flow injection analytical system. *RMUTP Research Journal Sciences and Technology, 14*(2), 122–134. https://doi.org/10.14456/jrmutp.2020.26

Van Heyst, A., Sinclair, A., & Jamieson, R. (2022). Application of phosphorus loading models to understand drivers of eutrophication in a complex rural lake-watershed system. *Journal of Environmental Management, 302*, 114010. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114010

Wang, M., Xu, X., Wu, Z., Zhang, X., Sun, P., Wen, Y., Wang, Z., Lu, X., Zhang, W., Wang, X., & Tong, Y. (2019). Seasonal pattern of nutrient limitation in a eutrophic lake and

quantitative analysis of the impacts from internal nutrient cycling. *Environmental Science & Technology, 53*(23), 13675–13686. https://doi.org/10.1021/acs.est.9b04266

Yang, C., Li, J., & Yin, H. (2022). Phosphorus internal loading and sediment diagenesis in a large eutrophic lake (Lake Chaohu, China). *Environmental Pollution, 292*, 118471. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118471

Yang, C., Yang, P., Geng, J., Yin, H., & Chen, K. (2020). Sediment internal nutrient loading in the most polluted area of a shallow eutrophic lake (Lake Chaohu, China) and its contribution to lake eutrophication. *Environmental Pollution, 262*, 114292. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114292

Yu, W., Yang, H., Chen, J., Liao, P., Chen, Q., Yang, Y., & Liu, Y. (2022). Organic phosphorus mineralization dominates the release of internal phosphorus in a macrophyte-dominated eutrophication lake. *Frontiers in Environmental Science, 9*, 812834. https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.812834

Zhu, X., & Ma, J. (2020). Recent advances in the determination of phosphate in environmental water samples: Insights from practical perspectives. *TrAC Trends in Analytical Chemistry, 127*, 115908. https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.115908