

Penguatan Kompetensi Mahasiswa dalam Pengambilan Sampel Air melalui Pendekatan *Learning by Doing*

Vivi Dia Afrianti Sangkota^{1*}, Suleman Duengo¹, Erga Kurniawati², Thayban²

¹Prodi Kimia, Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Gorontalo

²Prodi Pendidikan Kimia, Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Gorontalo

ABSTRACT

Water sampling skills are essential competencies for chemistry students because the accuracy of sampling procedures determines the representativeness and reliability of water quality analysis data. However, students still have limited understanding of sampling-point selection, the use of sampling equipment and containers, labeling, preservation, and field measurement of water quality parameters. This community service activity aimed to strengthen students' competence in water sampling through a learning-by-doing approach. The program employed educational and training methods, including theoretical instruction, equipment demonstrations, field practice, discussion, and evaluation using pretest and posttest instruments. The evaluation covered four indicators: basic principles of water quality and monitoring, sampling-point selection and procedures, equipment use, labeling and sample preservation, and measurement of pH, temperature, turbidity, and dissolved oxygen. The evaluation results showed that the students' average understanding increased from 58.75% before the training to 84.00% after the training, representing an increase of 25.25%. The highest improvement was found in equipment use, labeling, and sample preservation, with an increase of 27%. Descriptively, these findings indicate that the learning-by-doing approach strengthened students' understanding and practical skills in water sampling and handling. Similar training should be continued through periodic practice and the development of a student-based water quality monitoring group.

Keyword: Clean water, Learning by doing, Student competence, Water quality monitoring, Water sampling.

Received: 01.06.2026	Revised: 20.06.2026	Accepted: 28.06.2026	Available online: 30.06.2026
-------------------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------

Suggested citation:

Sangkota, V.D.A., Duengo, S., Kurniawati, E., & Thayban (2026). Penguatan Kompetensi Mahasiswa dalam Pengambilan Sampel Air melalui Pendekatan *Learning by Doing*. *Damhil: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 5(1), 179-191.

Open Access | URL: <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/damhil/index>

¹ Corresponding Author: Program Studi Kimia, FMIPA Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Prof. Dr. Ing. B. J. Habibie, Moutong, Tilongkabila, Bone Bolango 96119, Gorontalo; email: vivisangkota@ung.ac.id

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi keberlangsungan kehidupan, kesehatan masyarakat, dan kelestarian lingkungan. Ketersediaan air yang aman dan memenuhi persyaratan kualitas diperlukan untuk menunjang kebutuhan konsumsi, sanitasi, kegiatan domestik, serta berbagai aktivitas sosial dan ekonomi. Pengelolaan kualitas air perlu dilakukan melalui pendekatan berbasis risiko, mulai dari perlindungan sumber air hingga pengawasan kualitas air yang digunakan oleh masyarakat (*World Health Organization* [WHO], 2026). Pemantauan kualitas air juga menjadi bagian penting dalam pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya tujuan keenam mengenai air bersih dan sanitasi. Laporan UN-Water menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas pemantauan masih diperlukan agar perubahan kualitas badan air dapat diketahui dan dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan pengelolaan lingkungan (UN-Water, 2024).

Keberhasilan pemantauan kualitas air tidak hanya ditentukan oleh ketepatan metode analisis di laboratorium, tetapi juga oleh kualitas proses pengambilan sampel di lapangan. Sampel air harus diambil dengan rancangan dan teknik yang sesuai agar mampu merepresentasikan kondisi sumber air yang diperiksa. ISO 5667-1:2023 menjelaskan prinsip umum perancangan program sampling dan pemilihan teknik pengambilan sampel untuk berbagai jenis sumber air (*International Organization for Standardization* [ISO], 2023). Setelah pengambilan dilakukan, preservasi, penanganan, pengangkutan, dan penyimpanan sampel perlu dikendalikan agar karakteristik sampel tetap terjaga sampai proses analisis dilakukan, sebagaimana diatur dalam ISO 5667-3:2024 (ISO, 2024). Kesalahan dalam pemilihan wadah, pengambilan, pelabelan, preservasi, pengangkutan, atau penyimpanan dapat menyebabkan perubahan karakteristik dan kontaminasi sampel sehingga hasil analisis menjadi kurang representative.

Mahasiswa, khususnya mahasiswa bidang kimia, mempunyai peran strategis dalam kegiatan penelitian, praktikum, pengabdian kepada masyarakat, dan pemantauan kualitas lingkungan. Namun, hasil identifikasi kebutuhan dalam kegiatan pengabdian ini menunjukkan bahwa sebagian mahasiswa Jurusan Kimia masih memiliki pengalaman dan keterampilan praktis yang terbatas dalam melakukan pengambilan sampel air sesuai standar. Mahasiswa cenderung telah memperoleh pemahaman teoretis mengenai kualitas air, tetapi belum sepenuhnya memiliki pengalaman aplikatif dalam menentukan lokasi sampling, memilih wadah, menggunakan peralatan, melakukan pelabelan, mencegah kontaminasi, serta menyimpan dan mempreservasi sampel. Keterbatasan tersebut dapat memengaruhi kesiapan mahasiswa dalam melaksanakan praktikum, penelitian tugas akhir, KKN, maupun kegiatan pemantauan lingkungan yang membutuhkan data kualitas air yang valid.

Kajian terdahulu menunjukkan bahwa kegiatan pemantauan kualitas air yang melibatkan peserta didik secara langsung dapat mendukung pembelajaran konseptual dan prosedural. Araujo, Morais, dan Paiva (2022) melibatkan peserta didik dalam kegiatan sampling dan analisis parameter fisikokimia air pesisir, seperti pH, suhu, kekeruhan, oksigen terlarut, salinitas, nitrat, dan nitrit. Hasil kajian tersebut menunjukkan bahwa keterlibatan dalam kegiatan pemantauan kualitas air dapat mendukung pemahaman konsep kimia, penguasaan teknik laboratorium, penggunaan alat, kerja sama, serta kemampuan berpikir kritis dan reflektif. Temuan ini menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran berbasis persoalan lingkungan nyata dapat menjadi sarana untuk menghubungkan materi kimia dengan keterampilan ilmiah yang diperlukan di lapangan (Araujo et al., 2022).

Penerapan kegiatan berbasis pelayanan dan pemantauan air pada mahasiswa juga telah dilakukan oleh Rushing, Power, dan D'Alessio (2023). Dalam kegiatan tersebut, mahasiswa tahun pertama dilibatkan dalam kampanye pemantauan kualitas air menggunakan perangkat uji yang mudah digunakan. Pendekatan tersebut dirancang untuk meningkatkan keterlibatan aktif, kerja sama, dan pengalaman mahasiswa dalam mempelajari teknik lingkungan melalui kegiatan yang memiliki manfaat nyata. Kajian lain oleh Vance-Chalcraft dan Jelks (2023) memperlihatkan bahwa keterlibatan mahasiswa bersama masyarakat dalam pemantauan kualitas air dapat membantu peserta memahami proses pengumpulan data, makna hasil pemantauan, serta kaitannya dengan pemulihan lingkungan, kesehatan masyarakat, dan kualitas hidup. Dengan demikian, praktik lapangan dan pembelajaran berbasis pelayanan berpotensi memperkuat kompetensi mahasiswa sekaligus memperluas manfaat kegiatan akademik bagi masyarakat.

Kegiatan pemantauan lingkungan yang melibatkan peserta didik tidak hanya berpengaruh terhadap penguasaan pengetahuan dan keterampilan, tetapi juga dapat mendukung pembentukan kepedulian lingkungan. Araujo et al. (2023) melaporkan bahwa keterlibatan peserta didik dalam proyek sains warga yang berkaitan dengan kualitas air pesisir dan pencemaran sampah laut menghasilkan perubahan sikap lingkungan yang lebih positif. Peserta tidak hanya mempelajari parameter kualitas air, tetapi juga memahami keterkaitan antara aktivitas manusia, pencemaran, dan keberlanjutan ekosistem. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pengalaman langsung dalam kegiatan lingkungan dapat menjadi sarana untuk meningkatkan literasi dan tanggung jawab peserta terhadap persoalan lingkungan (Araujo et al., 2023).

Meskipun kajian terdahulu telah membahas pemantauan kualitas air, pembelajaran berbasis pelayanan, dan sains warga, kegiatan yang dijadikan acuan tersebut lebih banyak menitikberatkan pada pembelajaran parameter kualitas air, keterlibatan dalam pengumpulan data, atau perubahan sikap lingkungan. Berdasarkan perbandingan dengan kajian-kajian tersebut, kebaruan kegiatan pengabdian ini terletak pada pengintegrasian pembekalan teori, demonstrasi peralatan, praktik pengambilan sampel secara langsung, pelabelan, preservasi, pengukuran parameter in situ, dan pembentukan kelompok pemantau kualitas air berbasis mahasiswa dalam satu rangkaian program. Kebaruan yang dimaksud bukan berupa penciptaan metode sampling baru, melainkan integrasi pelatihan teknis dengan pemberdayaan dan rencana keberlanjutan program. Mahasiswa tidak hanya ditempatkan sebagai peserta pelatihan, tetapi juga dipersiapkan sebagai agen pemantau lingkungan yang dapat mengaplikasikan keterampilannya dalam kegiatan akademik, penelitian, KKN Tematik MBKM, dan pengabdian kepada masyarakat. Data awal yang dihimpun juga diarahkan menjadi dasar pengembangan bank data kualitas air dan kerja sama pemantauan dengan pihak terkait.

Permasalahan yang hendak diselesaikan melalui kegiatan ini adalah masih terbatasnya kemampuan praktis mahasiswa dalam melaksanakan pengambilan sampel air sesuai prosedur, terutama dalam penggunaan peralatan dan wadah sampling, pelabelan, pencegahan kontaminasi, penyimpanan, preservasi, serta pengukuran parameter kualitas air di lapangan. Kesenjangan antara pemahaman teoretis dan keterampilan aplikatif tersebut dapat menyebabkan rendahnya kesiapan mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan yang memerlukan data kualitas air secara akurat. Oleh karena itu, diperlukan pelatihan yang memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mempelajari dan mempraktikkan secara langsung tahapan pengambilan serta penanganan sampel air melalui pendekatan *learning by doing*.

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam melakukan pengambilan sampel air sesuai prosedur melalui pendekatan partisipatif berbasis *learning by doing*. Secara khusus, kegiatan ini bertujuan membekali mahasiswa dengan kemampuan memahami parameter kualitas air, menggunakan peralatan sampling, melakukan pengambilan dan pelabelan sampel, menerapkan prosedur penyimpanan dan preservasi, serta melakukan pengukuran parameter lapangan berupa pH, suhu, kekeruhan, dan oksigen terlarut. Kegiatan ini juga bertujuan memperkuat keterlibatan mahasiswa dalam pemantauan kualitas lingkungan serta mendukung pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan.

METODE

Sasaran Kegiatan

Sasaran kegiatan pengabdian ini adalah mahasiswa Jurusan Kimia yang memerlukan penguatan kompetensi praktis dalam pengambilan dan penanganan sampel air. Pemilihan mahasiswa sebagai sasaran didasarkan pada kebutuhan mereka dalam kegiatan praktikum, penelitian, penyusunan tugas akhir, KKN tematik, dan kegiatan pemantauan lingkungan.

Lokasi Kegiatan

Kegiatan dilaksanakan di lingkungan kampus dan lokasi sumber air di sekitarnya yang telah ditentukan oleh tim pelaksana. Praktik pengambilan sampel dilakukan pada Sungai yang mudah dijangkau dan aman digunakan sebagai lokasi pembelajaran. Mahasiswa melakukan simulasi pengambilan sampel pada beberapa titik sumber air di sekitar kampus dan lingkungan masyarakat.

Pendekatan dan Metode Pelaksanaan

Kegiatan menggunakan kombinasi metode pendidikan masyarakat dan pelatihan dengan pendekatan partisipatif berbasis *learning by doing*. Metode pendidikan masyarakat diterapkan melalui penyampaian materi untuk meningkatkan pemahaman peserta mengenai kualitas air, parameter yang diamati, pentingnya ketepatan sampling, pencegahan kontaminasi, serta hubungan antara proses pengambilan sampel dan validitas hasil analisis. Metode pelatihan digunakan melalui demonstrasi peralatan dan praktik langsung agar mahasiswa mampu menerapkan prosedur pengambilan, pelabelan, penyimpanan, dan preservasi sampel air secara benar. Pendekatan partisipatif diterapkan dengan melibatkan mahasiswa secara aktif sejak penyampaian materi, demonstrasi, praktik lapangan, diskusi, hingga penyusunan laporan kegiatan. Dosen dan anggota tim pengabdian bertindak sebagai narasumber, fasilitator, dan pendamping selama kegiatan berlangsung. Pendampingan dilakukan untuk memastikan setiap peserta mampu mengikuti prosedur penggunaan alat, pengambilan sampel, pengukuran parameter lapangan, dan penanganan sampel sebelum dibawa ke laboratorium.

Materi Kegiatan

Materi pelatihan mencakup prinsip dasar kualitas air serta pentingnya kegiatan pemantauan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi sumber air. Peserta diperkenalkan pada berbagai parameter fisik dan kimia air yang dapat digunakan dalam penilaian kualitas air. Materi juga membahas cara menentukan titik pengambilan sampel yang tepat, pengenalan alat dan wadah sampling, serta prosedur pengambilan sampel air sesuai tahapan yang telah ditetapkan. Selain itu, peserta diberikan pemahaman mengenai teknik pelabelan dan pencatatan informasi sampel,

pencegahan kontaminasi silang, serta tata cara penyimpanan dan preservasi sampel sebelum dilakukan analisis lebih lanjut. Dalam kegiatan praktik, peserta dilatih melakukan pengukuran parameter lapangan yang meliputi pH, suhu, kekeruhan, dan oksigen terlarut atau *dissolved oxygen*. Pada akhir kegiatan, peserta diarahkan untuk menyusun laporan hasil praktik sebagai bentuk dokumentasi dan evaluasi terhadap proses pengambilan serta pengukuran sampel air yang telah dilakukan.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam kegiatan meliputi wadah sampel air, alat tulis, label sampel, lembar pencatatan lapangan, alat pengukur pH, termometer atau alat pengukur suhu, alat pengukur kekeruhan, dan alat pengukur oksigen terlarut. Bahan yang digunakan berupa sampel air dari lokasi praktik serta bahan preservasi yang disesuaikan dengan parameter yang akan dianalisis. Wadah sampel dipilih sesuai karakteristik parameter pengujian dan dipastikan dalam kondisi bersih untuk mengurangi risiko kontaminasi.

Tahapan Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan terdiri atas lima tahap, yaitu persiapan, penyampaian materi, demonstrasi, praktik lapangan, dan evaluasi.

Tahap persiapan dilakukan melalui koordinasi tim pelaksana, penentuan sasaran dan lokasi kegiatan, penyusunan jadwal, penyusunan materi atau modul, serta persiapan alat dan bahan. Tim juga mengidentifikasi peserta yang berasal dari Jurusan Kimia dan memastikan kesiapan lokasi praktik.

Tahap penyampaian materi dilakukan dalam bentuk penjelasan mengenai konsep kualitas air, parameter yang dapat diamati, pentingnya pengambilan sampel yang representatif, prosedur sampling, serta faktor-faktor yang dapat menyebabkan perubahan atau kontaminasi sampel. Penyampaian materi dilengkapi dengan diskusi agar peserta dapat menghubungkan konsep yang dipelajari dengan kondisi lapangan.

Tahap demonstrasi dilakukan dengan memperagakan penggunaan wadah sampel, alat pengukur parameter lapangan, teknik pelabelan, pencatatan informasi sampel, serta prosedur penyimpanan dan preservasi. Fasilitator menjelaskan setiap tahapan sebelum peserta melakukan praktik secara mandiri atau berkelompok.

Tahap praktik lapangan dilakukan dengan membawa peserta ke titik sampling yang telah ditentukan. Peserta melakukan pengambilan sampel air, mencatat lokasi dan waktu sampling, memberikan label pada wadah, mengukur pH, suhu, kekeruhan, dan oksigen terlarut, kemudian melakukan penyimpanan atau preservasi sampel sebelum analisis lebih lanjut. Selama praktik, dosen dan fasilitator mendampingi peserta untuk memastikan setiap prosedur dilakukan dengan benar.

Tahap refleksi dan tindak lanjut dilakukan melalui diskusi mengenai kendala yang ditemui selama praktik, kesalahan yang perlu diperbaiki, serta keterkaitan kegiatan dengan penelitian dan pemantauan lingkungan. Peserta kemudian menyusun laporan hasil praktik. Sebagai tindak lanjut, kegiatan diarahkan pada pembentukan kelompok mahasiswa pemantau kualitas air dan pengembangan bank data kualitas air.

Evaluasi Kegiatan

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui perubahan pengetahuan dan keterampilan peserta sebelum dan setelah pelatihan. Evaluasi kegiatan dilakukan melalui pemberian *pre-test* dan *post-test* kepada mahasiswa peserta pelatihan. *Pre-test* diberikan sebelum penyampaian materi untuk mengetahui tingkat pemahaman awal mahasiswa, sedangkan *post-test* diberikan setelah seluruh rangkaian kegiatan berupa penyampaian materi, demonstrasi, dan praktik pengambilan sampel air selesai dilaksanakan. Instrumen evaluasi mencakup empat indikator, yaitu pemahaman mengenai prinsip kualitas air dan pemantauannya, penentuan titik serta prosedur pengambilan sampel, penggunaan alat, pelabelan dan preservasi sampel, serta pengukuran parameter pH, suhu, kekeruhan, dan oksigen terlarut.

Analisis Data

Data hasil pretest dan posttest dianalisis secara kuantitatif deskriptif untuk mengetahui perubahan tingkat pemahaman mahasiswa sebelum dan sesudah pelatihan. Setiap jawaban benar diberi skor 1, sedangkan jawaban salah atau tidak dijawab diberi skor 0. Skor yang diperoleh kemudian dikonversi ke dalam skala 0–100 dengan membagi jumlah jawaban benar dengan jumlah seluruh soal, lalu dikalikan 100. Selanjutnya, dihitung nilai rata-rata *pre-test* dan *post-test* pada setiap indikator serta nilai rata-rata keseluruhan peserta. Besarnya peningkatan pemahaman ditentukan dari selisih antara nilai rata-rata *post-test* dan *pre-test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan teknik pengambilan sampel air untuk analisis kualitas air bersih telah dilaksanakan dengan melibatkan mahasiswa Jurusan Kimia sebagai peserta. Rangkaian kegiatan meliputi penyampaian materi mengenai prinsip kualitas air, demonstrasi penggunaan alat dan wadah sampling, praktik pengambilan serta penanganan sampel, pengukuran parameter kualitas air di lapangan, dan evaluasi pemahaman peserta. Evaluasi dilakukan melalui pretest sebelum pelatihan dan posttest setelah seluruh rangkaian kegiatan selesai. Penilaian mencakup empat indikator, yaitu pemahaman prinsip kualitas air dan pemantauannya, penentuan titik serta prosedur pengambilan sampel, penggunaan alat, pelabelan dan preservasi sampel, serta pengukuran parameter pH, suhu, kekeruhan, dan oksigen terlarut. Hasil perbandingan nilai sebelum dan sesudah pelatihan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil *Pre-test* dan *Post-test* Pemahaman Mahasiswa

Variabel	Indikator	Sebelum Pelatihan (%)	Sesudah Pelatihan (%)	Peningkatan (%)
Pengetahuan mahasiswa	Prinsip kualitas air dan pemantauannya	58	83	25
	Penentuan titik dan prosedur pengambilan sampel air	60	85	25
	Penggunaan alat, pelabelan, dan preservasi sampel	57	84	27
	Pengukuran parameter pH, suhu, kekeruhan, dan DO	60	84	24
Rata-Rata	Pemahaman secara keseluruhan	30.25	84	25.25

Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Mahasiswa

Sebelum mengikuti pelatihan, sebagian besar mahasiswa belum memahami secara menyeluruh prosedur standar pengambilan sampel air yang mengacu pada SNI maupun standar internasional. Keterbatasan tersebut terutama terlihat pada pemahaman mengenai teknik pengambilan sampel, penanganan dan penyimpanan sampel, serta pencegahan kontaminasi selama proses sampling. Setelah mengikuti penyampaian materi dan praktik lapangan, mahasiswa menunjukkan peningkatan pemahaman mengenai teknik pengambilan, penyimpanan, preservasi, dan pencegahan kontaminasi sampel air. Adapun pemberian materi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penyampaian materi oleh tim Pengabdi

Selain itu, Mahasiswa juga mampu mengenali fungsi peralatan sampling dan menerapkan tahapan kerja yang telah diperagakan oleh tim pelaksana. Kemampuan tersebut meliputi penggunaan wadah sampel, pemberian label, pencatatan informasi sampel, pengukuran parameter lapangan, serta penanganan sampel sebelum dianalisis lebih lanjut di laboratorium.

Pelaksanaan Praktik Pengambilan Sampel Air

Pada tahap praktik lapangan, mahasiswa melakukan simulasi pengambilan sampel air pada beberapa titik di sekitar kampus dan lingkungan masyarakat. Peserta mempraktikkan penggunaan wadah sampel, pelabelan, pencatatan informasi sampling, serta penanganan sampel sebelum dibawa ke laboratorium. Kegiatan tersebut memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa mengenai pentingnya ketelitian pada setiap tahapan pengambilan sampel.

Selain pengambilan sampel, mahasiswa juga melakukan pengukuran beberapa parameter kualitas air secara langsung di lapangan, yaitu pH, suhu, kekeruhan, dan oksigen terlarut atau *dissolved oxygen*. Pengukuran parameter lapangan menjadi bagian penting karena beberapa karakteristik air dapat berubah selama proses penyimpanan dan pengangkutan. Melalui kegiatan tersebut, mahasiswa memperoleh pengalaman dalam menggunakan alat ukur, membaca hasil pengukuran, mencatat data, serta menghubungkan kondisi lingkungan sekitar dengan parameter kualitas air yang diperoleh.

Mahasiswa selanjutnya mempraktikkan teknik preservasi dan penyimpanan sampel sebelum analisis lebih lanjut di laboratorium. Tahap ini memberikan pemahaman bahwa kualitas hasil analisis tidak hanya bergantung pada alat dan metode laboratorium, tetapi juga dipengaruhi oleh ketepatan penanganan sampel sejak pengambilan di lapangan. Apabila proses preservasi dan penyimpanan tidak dilakukan secara tepat, karakteristik sampel dapat berubah dan tidak lagi menggambarkan kondisi sumber air pada saat sampling. Oleh karena itu, keterampilan tersebut menjadi bekal penting bagi mahasiswa dalam kegiatan praktikum, penelitian, skripsi, maupun pemantauan kualitas lingkungan.



Gambar 2. Praktik pengambilan sampel air oleh mahasiswa Jurusan Kimia

Luaran Kegiatan

Luaran akademik yang diperoleh dari kegiatan ini berupa peningkatan kompetensi mahasiswa dalam teknik pengambilan, preservasi, dan penyimpanan sampel air sesuai prosedur. Kegiatan juga menghasilkan materi presentasi pelatihan yang dapat digunakan kembali dalam kegiatan praktikum maupun penelitian, serta data awal kualitas air dari lokasi pengambilan sampel yang dapat dikembangkan menjadi bahan kajian ilmiah. Dari aspek keterampilan, mahasiswa mampu melakukan pengukuran parameter kualitas air secara *in situ*, menggunakan peralatan sampling, melakukan pelabelan, dan menerapkan prosedur preservasi sampel. Kegiatan tersebut juga menghasilkan kelompok mahasiswa peduli kualitas air yang diharapkan dapat berperan sebagai tim pemantau lingkungan.

Luaran sosial dan lingkungan ditunjukkan melalui meningkatnya kepedulian mahasiswa terhadap pentingnya menjaga kualitas air bersih. Informasi awal mengenai kondisi kualitas air yang diperoleh dari kegiatan sampling berpotensi dimanfaatkan oleh masyarakat dan pemerintah daerah sebagai data pendukung pemantauan lingkungan. Kegiatan ini juga membuka peluang kerja sama dengan instansi lingkungan hidup dalam pelaksanaan pemantauan kualitas air secara berkelanjutan.

Keberlanjutan Program

Sebagai tindak lanjut kegiatan, telah direncanakan pembentukan tim pemantau air bersih berbasis mahasiswa. Pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh selama pelatihan dapat dimanfaatkan dalam mata kuliah Kimia Lingkungan, Analisis Instrumen, dan Praktikum Kimia Dasar. Data hasil

pengambilan sampel juga dapat dihimpun sebagai dasar pengembangan bank data kualitas air serta mendukung kerja sama dengan pemerintah desa atau instansi terkait.

PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 1, seluruh indikator pemahaman mahasiswa mengalami peningkatan setelah mengikuti pelatihan teknik pengambilan sampel air. Nilai rata-rata sebelum pelatihan sebesar 58,75% meningkat menjadi 84,00% setelah pelatihan, sehingga terjadi kenaikan sebesar 25,25%. Peningkatan pada seluruh indikator menunjukkan bahwa rangkaian penyampaian materi, demonstrasi penggunaan peralatan, praktik lapangan, dan evaluasi membantu mahasiswa memahami proses pengambilan dan penanganan sampel air secara lebih menyeluruh. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa kegiatan pemantauan kualitas air berbasis praktik dapat meningkatkan pengetahuan konseptual, keterampilan prosedural, keterlibatan belajar, dan kemampuan mahasiswa dalam menggunakan peralatan pengujian kualitas air.

Pada indikator prinsip kualitas air dan pemantauannya, nilai mahasiswa meningkat dari 58% menjadi 83% atau naik sebesar 25%. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa semakin memahami pentingnya kualitas air, tujuan pemantauan, dan hubungan antara kondisi sumber air dengan hasil pengukuran parameter kualitas air. WHO menempatkan pemantauan dan pengelolaan risiko kualitas air dari sumber hingga pengguna sebagai bagian penting dalam perlindungan kesehatan masyarakat. Selain itu, laporan UN-Water menegaskan bahwa peningkatan kapasitas pemantauan diperlukan untuk memperoleh informasi yang dapat digunakan dalam mengevaluasi kondisi badan air dan mendukung pencapaian SDGs 6. Pemahaman prinsip kualitas air juga diperkuat melalui keterlibatan langsung mahasiswa dalam pengukuran parameter fisik dan kimia. Araujo et al. (2022) menunjukkan bahwa partisipasi peserta didik dalam pemantauan kualitas air dapat meningkatkan pemahaman mengenai pH, suhu, kekeruhan, salinitas, nitrat, nitrit, dan oksigen terlarut. Peserta dalam penelitian tersebut juga memperoleh keterampilan menggunakan alat laboratorium, mengumpulkan data, bekerja sama, dan mengomunikasikan hasil. Temuan tersebut mendukung hasil kegiatan ini bahwa penjelasan konsep yang diikuti praktik dapat membantu mahasiswa menghubungkan materi kualitas air dengan kondisi lingkungan yang diamati.

Indikator penentuan titik dan prosedur pengambilan sampel air meningkat dari 60% menjadi 85%, dengan kenaikan sebesar 25%. Nilai posttest pada indikator ini merupakan yang tertinggi di antara empat indikator. Peningkatan tersebut mengindikasikan bahwa mahasiswa semakin memahami bahwa titik sampling harus ditentukan berdasarkan tujuan pemantauan dan keterwakilan kondisi sumber air, bukan hanya kemudahan akses. ISO 5667-1:2023 menjelaskan bahwa rancangan program sampling dan teknik pengambilan sampel perlu disesuaikan dengan tujuan kegiatan serta karakteristik sumber air yang diamati.

Peningkatan pada indikator tersebut juga dapat dikaitkan dengan praktik pengambilan sampel secara langsung. Dalam kegiatan ini, mahasiswa melakukan sampling pada lokasi yang telah ditentukan dan mempraktikkan penggunaan wadah, pelabelan, pengukuran parameter lapangan, dan preservasi sampel sebelum analisis laboratorium. Babiso et al. (2023) menunjukkan bahwa pelibatan masyarakat dalam pemantauan kualitas air dapat menghasilkan data yang berguna apabila peserta memperoleh pelatihan, prosedur yang jelas, serta pengendalian mutu yang memadai. Olson et al. (2024) juga menemukan bahwa peserta didik yang memperoleh pelatihan

langsung mampu melakukan pengambilan dan pengujian sampel air, meskipun kalibrasi alat dan ketepatan instruksi tetap perlu diperhatikan.

Peningkatan tertinggi terdapat pada indikator penggunaan alat, pelabelan, dan preservasi sampel, yaitu dari 57% menjadi 84% atau meningkat sebesar 27 poin persentase. Nilai awal yang paling rendah pada indikator ini menunjukkan bahwa sebelum pelatihan mahasiswa masih memiliki keterbatasan dalam memahami aspek teknis penanganan sampel. Demonstrasi dan praktik langsung memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengenali fungsi alat, menggunakan wadah secara benar, mencantumkan identitas sampel, mencegah kontaminasi, dan mempertahankan karakteristik sampel hingga proses analisis dilakukan.

ISO 5667-3:2024 menegaskan bahwa preservasi, penanganan, pengangkutan, dan penyimpanan merupakan bagian penting dalam menjaga karakteristik sampel, khususnya apabila analisis tidak dapat dilakukan langsung di lokasi. Kesalahan pada tahapan tersebut berpotensi menyebabkan perubahan sifat fisik, kimia, atau biologis sampel sehingga hasil pengujian tidak lagi mewakili kondisi awal sumber air. Dengan demikian, besarnya peningkatan pada indikator ini menunjukkan bahwa kegiatan praktik membantu mahasiswa memahami fungsi ilmiah dari setiap prosedur penanganan sampel.

Temuan tersebut didukung oleh Malina et al. (2024), yang menunjukkan bahwa keberhasilan pemantauan kualitas air berbasis masyarakat tidak hanya bergantung pada ketersediaan alat uji, tetapi juga pada pelatihan, interaksi antara peneliti dan peserta, pemilihan alat yang tepat, serta penerapan pengendalian kualitas data. Ramesh et al. (2024) juga menemukan bahwa peserta nonahli yang memperoleh pelatihan dan menggunakan perangkat pengujian terintegrasi dapat menghasilkan data dengan tingkat kesesuaian sedang hingga tinggi dibandingkan pengukuran tim peneliti. Hal ini memperlihatkan bahwa mahasiswa dapat dilibatkan dalam kegiatan pemantauan kualitas air apabila memperoleh instruksi, demonstrasi, pendampingan, dan prosedur kerja yang jelas.

Pada indikator pengukuran pH, suhu, kekeruhan, dan oksigen terlarut, nilai mahasiswa meningkat dari 60% menjadi 84% atau naik sebesar 24 poin persentase. Meskipun peningkatannya paling rendah dibandingkan indikator lainnya, hasil tersebut tetap menunjukkan perkembangan pemahaman yang positif. Pengukuran parameter lapangan membutuhkan pemahaman konsep, kemampuan mengoperasikan alat, melakukan kalibrasi, membaca hasil, dan mencatat data secara benar. Oleh karena itu, penguasaan indikator ini kemungkinan membutuhkan latihan yang lebih sering daripada materi yang bersifat konseptual.

D'Alessio et al. (2021) menunjukkan bahwa mahasiswa dapat dilibatkan dalam pemantauan kualitas air menggunakan alat uji sederhana setelah memperoleh panduan tertulis dan tutorial yang terstruktur. Sebagian besar mahasiswa dalam kegiatan tersebut memberikan respons positif terhadap pengalaman praktik yang dilakukan. Penelitian Li et al. (2023) juga memperlihatkan bahwa pengumpulan sampel oleh peserta sains warga dapat membantu memperluas informasi kualitas air pada titik konsumsi, tetapi prosedur pengambilan sampel perlu dijelaskan secara jelas agar variasi akibat perilaku sampling dapat dikendalikan.

Perbedaan besarnya peningkatan pada setiap indikator menunjukkan bahwa metode pelatihan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap aspek pemahaman mahasiswa. Indikator penggunaan alat, pelabelan, dan preservasi memperoleh peningkatan tertinggi karena mahasiswa

memperoleh kesempatan untuk mengamati demonstrasi dan mempraktikkan prosedur secara langsung. Sebaliknya, pengukuran parameter lapangan memperoleh peningkatan sedikit lebih rendah karena membutuhkan keterampilan teknis yang lebih kompleks, seperti kalibrasi, pembacaan alat, dan interpretasi hasil. Hal ini menunjukkan perlunya pembagian kelompok yang lebih kecil, waktu praktik yang lebih panjang, dan kesempatan yang merata bagi setiap peserta untuk mengoperasikan alat.

Pendekatan *learning by doing* yang digunakan dalam pelatihan memungkinkan mahasiswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Rushing et al. (2023) menunjukkan bahwa kegiatan berbasis pelayanan yang memanfaatkan pemantauan kualitas air dapat meningkatkan keterlibatan, kerja sama, dan pemahaman mahasiswa mengenai teknik lingkungan. Carson et al. (2021) juga menemukan bahwa kegiatan sains warga berbasis pengamatan langsung dapat meningkatkan pengetahuan, keterampilan sains, sikap lingkungan, dan tanggung jawab peserta terhadap lingkungan.

Meskipun demikian, keterlibatan peserta secara aktif tidak secara otomatis menghasilkan tingkat pembelajaran yang sama. Berndt dan Nitz (2023) menemukan bahwa pengetahuan peserta mengenai kualitas air meningkat selama proyek sains warga, tetapi tingkat keterlibatan dalam tahapan penelitian tidak selalu menghasilkan perbedaan hasil belajar yang signifikan. Temuan tersebut menegaskan bahwa keberhasilan pelatihan tidak hanya ditentukan oleh adanya kegiatan praktik, tetapi juga oleh kualitas materi, kejelasan instruksi, pendampingan fasilitator, refleksi setelah praktik, dan kesesuaian evaluasi dengan tujuan pembelajaran. Selain meningkatkan pemahaman teknis, kegiatan ini berpotensi membentuk kepedulian mahasiswa terhadap persoalan lingkungan. Araujo et al. (2023) menemukan bahwa keterlibatan peserta didik dalam kegiatan sains warga mengenai kualitas air pesisir menghasilkan perubahan sikap lingkungan yang positif. Vance-Chalcraft dan Jelks (2023) juga menunjukkan bahwa keterlibatan mahasiswa bersama masyarakat dalam pemantauan air dapat membantu peserta memahami arti data yang diperoleh serta kaitannya dengan kesehatan, pemulihan daerah aliran sungai, kualitas hidup, dan keadilan lingkungan.

Keterampilan mahasiswa juga dapat mendukung pengembangan kelompok pemantau dan bank data kualitas air. Namun, data yang dikumpulkan perlu menggunakan prosedur, alat, titik sampling, waktu, dan metode pencatatan yang konsisten. Penelitian Babiso et al. (2023), Olson et al. (2024), Malina et al. (2024), dan Ramesh et al. (2024) memperlihatkan bahwa kualitas data yang dihasilkan peserta nonahli sangat dipengaruhi oleh pelatihan, kalibrasi alat, instruksi standar, pengendalian mutu, dan perbandingan dengan pengukuran ahli atau laboratorium. Oleh karena itu, program lanjutan perlu dilengkapi dengan SOP, lembar kerja lapangan, pengawasan berkala, dan verifikasi sebagian sampel di laboratorium. Secara keseluruhan, kenaikan nilai rata-rata dari 58,75% menjadi 84,00% menunjukkan bahwa pelatihan memberikan kontribusi positif terhadap pemahaman mahasiswa mengenai prinsip kualitas air, prosedur sampling, penggunaan dan penanganan alat, serta pengukuran parameter lapangan. Kegiatan tersebut juga relevan dengan kebutuhan peningkatan kapasitas pemantauan kualitas air sebagaimana ditekankan dalam SDGs 6.

SIMPULAN

Pelatihan teknik pengambilan sampel air berhasil mencapai tujuan kegiatan, yaitu meningkatkan pemahaman dan keterampilan mahasiswa dalam melakukan pemantauan kualitas air. Hal tersebut ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata pemahaman mahasiswa dari 58,75% pada pretest menjadi 84,00% pada posttest, dengan kenaikan sebesar 25,25 poin persentase. Peningkatan terjadi pada seluruh indikator, meliputi pemahaman prinsip kualitas air, penentuan titik dan prosedur sampling, penggunaan alat, pelabelan dan preservasi sampel, serta pengukuran parameter pH, suhu, kekeruhan, dan oksigen terlarut. Pendekatan learning by doing melalui penyampaian materi, demonstrasi, pendampingan, dan praktik lapangan mampu menjembatani pengetahuan teoretis dengan keterampilan aplikatif mahasiswa. Kegiatan ini juga mendukung terbentuknya mahasiswa yang lebih siap terlibat dalam penelitian, praktikum, pengabdian kepada masyarakat, dan pemantauan lingkungan. Ke depan, kegiatan serupa perlu dilaksanakan secara berkelanjutan dengan menambah waktu praktik, memperkecil kelompok peserta, menggunakan instrumen evaluasi yang tervalidasi, serta mengembangkan kelompok pemantau dan bank data kualitas air agar dampak program dapat diukur dan dimanfaatkan secara lebih luas.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Negeri Gorontalo, khususnya Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, atas dukungan yang diberikan dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Apresiasi juga disampaikan kepada mahasiswa Jurusan Kimia yang telah berpartisipasi secara aktif dalam seluruh rangkaian pelatihan, mulai dari penyampaian materi hingga praktik pengambilan, penanganan, dan pengukuran parameter sampel air.

REFERENSI

- Araujo, J. L., Morais, C., & Paiva, J. C. (2022). Student participation in a coastal water quality citizen science project and its contribution to the conceptual and procedural learning of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 23(1), 100–112. doi:10.1039/D1RP00190F.
- Araujo, J. L., Morais, C., & Paiva, J. C. (2023). Students' attitudes towards the environment and marine litter in the context of a coastal water quality educational citizen science project. *Australian Journal of Environmental Education*, 39(4), 522–535. doi:10.1017/aee.2023.14.
- Babiso, W. Z., Ayano, K. K., Haile, A. T., Keche, D. D., Acharya, K., & Werner, D. (2023). Citizen science for water quality monitoring in the Meki River, Ethiopia: Quality assurance and comparison with conventional methods. *Water*, 15(2), 238. doi:10.3390/w15020238.
- Berndt, J., & Nitz, S. (2023). Learning in citizen science: The effects of different participation opportunities on students' knowledge and attitudes. *Sustainability*, 15(16), 12264. doi:10.3390/su151612264.
- Carson, S., Rock, J., & Smith, J. (2021). Sediments and seashores: A case study of local citizen science contributing to student learning and environmental citizenship. *Frontiers in Education*, 6, 674883. doi:10.3389/feduc.2021.674883.

- D'Alessio, M., Rushing, G., & Gray, T. L. (2021). Monitoring water quality through citizen science while teaching STEM undergraduate courses during a global pandemic. *Science of the Total Environment*, 779, 146547. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.146547.
- International Organization for Standardization. (2023). *Water quality—Sampling—Part 1: Guidance on the design of sampling programmes and sampling techniques* (ISO Standard No. 5667-1:2023). Geneva, Switzerland: Author.
- International Organization for Standardization. (2024). *Water quality—Sampling—Part 3: Preservation and handling of water samples* (ISO Standard No. 5667-3:2024). Geneva, Switzerland: Author.
- Li, B., Li, X., Saingam, P., & Yan, T. (2023). Understanding the microbiological quality of drinking water at the point of consumption with citizen science. *ACS ES&T Water*, 3(8), 2691–2699. doi:10.1021/acsestwater.3c00184.
- Malina, N., Millner, S., & Ojeda, A. S. (2024). “First alert” for drinking water quality: Commercial water quality testing kits for community-engaged research. *ACS ES&T Water*, 4(4), 1346–1355. doi:10.1021/acsestwater.3c00481.
- Olson, C. A., Malakar, A., & Snow, D. D. (2024). Evaluating youth-led citizen science for improved monitoring of domestic well water quality in Nebraska. *ACS ES&T Water*, 4(2), 601–609. doi:10.1021/acsestwater.3c00640.
- Ramesh, R., Frank, E., Padmavilochanan, A., Barda, Y., Eldar, I., Wolf, H., Fishman, R. (2024). Reliable water quality monitoring by women in low-resource communities. *ACS ES&T Water*, 4(9), 3832–3841. doi:10.1021/acsestwater.4c00164.
- Rushing, G., Power, B., & D'Alessio, M. (2023). Implementing service-focused activities focused on water quality while teaching a freshmen undergraduate course during the COVID-19 pandemic. *Journal of Chemical Education*, 100(5), 1843–1851. doi:10.1021/acs.jchemed.2c00958.
- UN-Water. (2024). *Progress on ambient water quality: 2024 update*. Geneva, Switzerland: UN-Water.
- Vance-Chalcraft, H. D., & Jelks, N. O. (2023). Community-engaged learning to broaden the impact of applied ecology: A case study. *Ecological Applications*, 33(5), e02768. doi:10.1002/eap.2768.
- World Health Organization. (2022). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

Copyright and License



This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2026 Vivi Dia Afrianti Sangkota, Suleman Duengo, Erga Kurniawati, Thayban.