

PENDIDIKAN LINGKUNGAN BERBASIS MASYARAKAT TENTANG TEKNOLOGI NANOBUBBLE UNTUK KONSERVASI IKAN AIR TAWAR DI PAKWALI

Hamdani Dwi Prasetyo^{1*}, Husain Latuconsina¹, Nour Athiroh Abdoes
Sjakoer¹, Gatra Ervi Jayanti¹, Imam Dairobi², Lidia Wahyu Pratiwi¹, Alvelin
Bunga Kurniawati¹

¹Universitas Islam Malang, Malang, Indonesia

²Pusat Konservasi Iwak Kali PAKWALI, Pasuruan, Indonesia

*email Koresponden Penulis: hamdani.dwiprasetyo@unisma.ac.id

Abstrak

Program pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di Pusat Konservasi Ikan Air Tawar "Pusat Konservasi Iwak Kali" di Desa Bakalan, Pasuruan, dengan tujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat mengenai teknologi nanobubble sebagai pendekatan inovatif untuk melestarikan spesies ikan air tawar lokal dan endemik. Kegiatan ini dilakukan melalui ceramah interaktif, demonstrasi alat pemantauan kualitas air, dan evaluasi menggunakan kuesioner pra-tes dan pasca-tes yang menilai ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik. Analisis deskriptif menunjukkan peningkatan skor rata-rata di semua aspek: kognitif dari 3,38 menjadi 4,13, afektif dari 4,04 menjadi 4,44, dan psikomotorik dari 3,28 menjadi 3,69. Meskipun hasil uji-t menunjukkan $p > 0,05$, peningkatan tersebut mencerminkan tren positif dalam pemahaman dan minat peserta dalam penerapan teknologi nanobubble. Uji validitas mengonfirmasi bahwa semua item kuesioner valid ($p < 0,05$), dan uji reliabilitas dengan $ICC(3,k) = 0,917$ menunjukkan konsistensi internal yang sangat baik. Secara keseluruhan, program ini berhasil meningkatkan kesadaran dan kesiapan masyarakat untuk mengadopsi teknologi ramah lingkungan yang mendukung upaya konservasi ikan air tawar berkelanjutan.

Kata Kunci:

edukasi masyarakat; ekosistem air tawar; konservasi ikan

PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati ikan air tawar memainkan peran krusial dalam menjaga keseimbangan ekologi dan mendukung mata pencaharian lokal, terutama di daerah pedesaan di mana perikanan berfungsi sebagai sumber pangan dan pendapatan utama. Namun, degradasi habitat perairan, polusi, dan eksploitasi yang tidak berkelanjutan semakin mengancam kelangsungan hidup banyak spesies air tawar asli dan endemik di Indonesia (Raharjo dkk., 2021). Menurut Baransano dan Mangimbulude (2018), perubahan lingkungan yang cepat dalam sistem perairan tawar telah mengakibatkan penurunan kualitas air dan hilangnya habitat, yang menyebabkan penurunan populasi ikan asli. Oleh karena itu, upaya konservasi sumber daya ikan lokal harus melibatkan pengelolaan lingkungan dan partisipasi aktif masyarakat.

Konservasi berbasis masyarakat telah terbukti efektif bila diintegrasikan dengan pendidikan lingkungan dan pengenalan teknologi tepat guna (Cinner dan Barnes, 2019). Supiyana dan Ratnasari (2024) menekankan bahwa pemberdayaan masyarakat melalui program kesadaran lingkungan dapat secara signifikan meningkatkan perlindungan dan pengelolaan sumber daya perairan lokal. Pendekatan pendidikan yang menggabungkan pembelajaran partisipatif dan inovasi teknologi dapat menjembatani kesenjangan antara pengetahuan ilmiah dan penerapan praktis dalam praktik konservasi. Dalam konteks ini, pengenalan teknologi nanobubble merupakan inovasi yang menjanjikan untuk meningkatkan kualitas air di ekosistem air tawar.

Nanobubble adalah gelembung gas ultrahalus dengan diameter kurang dari 200 nanometer yang memiliki sifat fisikokimia yang unik, seperti muatan permukaan yang tinggi, stabilitas, dan potensi oksidatif yang kuat. Karakteristik ini memungkinkan nanobubble untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dan mengurangi polutan organik dalam air (Lathifah dkk., 2024). Dalam sistem akuakultur dan konservasi air tawar, teknologi ini dapat mendukung kesehatan ikan, meningkatkan kinerja pertumbuhan, dan mengurangi tekanan lingkungan (Zhu dkk., 2023). Penerapan sistem nanobubble di lokasi konservasi berbasis masyarakat dapat mendorong keberlanjutan ekologis dan literasi teknologi di antara para pemangku kepentingan lokal.

Pusat Konservasi Ikan Air Tawar “Pusat Konservasi Iwak Kali” (PAKWALI) di Desa Bakalan, Pasuruan, merupakan inisiatif berbasis masyarakat yang berfokus pada pelestarian spesies ikan asli dan endemik. Namun, pengamatan sebelum program menunjukkan pemahaman yang terbatas di antara anggota masyarakat mengenai pemantauan kualitas air modern dan teknologi ramah lingkungan. Untuk mengatasi kesenjangan ini, sebuah program pengabdian masyarakat dirancang untuk memperkenalkan teknologi nanobubble melalui pendidikan partisipatif, demonstrasi praktis, dan pelatihan berbasis keterampilan.

Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman kognitif masyarakat tentang mekanisme nanobubble, kesadaran afektif terhadap konservasi perairan, dan keterampilan psikomotorik dalam menggunakan instrumen pemantauan kualitas air. Program ini juga menilai perubahan pengetahuan dan sikap sebelum dan sesudah intervensi melalui evaluasi pra-tes dan pasca-tes. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat memperkuat fondasi bagi partisipasi masyarakat yang berkelanjutan dalam upaya konservasi ikan air tawar dengan mengintegrasikan pendidikan lingkungan dan inovasi teknologi.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan di Pusat Konservasi Iwak Kali (PAKWALI) yang berlokasi di Desa Bakalan, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Program ini dilaksanakan selama dua bulan, dari Mei hingga Juni 2025, dan melibatkan pembudidaya ikan lokal, relawan konservasi masyarakat, serta perwakilan karang taruna desa sebagai peserta langsung. Metode pelaksanaannya menggabungkan pendekatan edukatif, partisipatif, dan evaluatif untuk mengatasi

keterbatasan pemahaman masyarakat tentang pengelolaan lingkungan perairan dan penerapan teknologi nanobubble untuk konservasi ikan air tawar.

Kegiatan ini terstruktur dalam tiga tahap utama: persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi. Tahap persiapan meliputi koordinasi dengan tim pengelola PAKWALI, identifikasi kebutuhan masyarakat melalui wawancara dan observasi lapangan, serta pengembangan materi edukasi terkait pemantauan kualitas air, prinsip-prinsip pembentukan nanobubble, dan pengelolaan habitat ikan. Materi-materi tersebut ditinjau dan disesuaikan dengan latar belakang pendidikan dan konteks lokal peserta untuk memastikan transfer pengetahuan yang efektif (Cahyono dkk., 2020).

Pada tahap pelaksanaan, serangkaian sesi edukasi dan pelatihan telah dilaksanakan. Ini mencakup (1) diskusi berbasis kelas yang memperkenalkan konsep parameter kualitas air seperti pH, oksigen terlarut (DO), dan konduktivitas listrik (EC); (2) demonstrasi pengoperasian sistem nanobubble sederhana untuk peningkatan kualitas air; dan (3) sesi praktik langsung penggunaan instrumen pemantauan portabel seperti pH meter, DO meter, dan TDS meter. Metode pengajaran menekankan pembelajaran aktif, di mana peserta terlibat dalam observasi, tanya jawab, dan uji coba praktis di lingkungan air tawar nyata. Alat bantu visual, poster, dan demonstrasi lapangan digunakan untuk memperkuat pemahaman dan retensi.

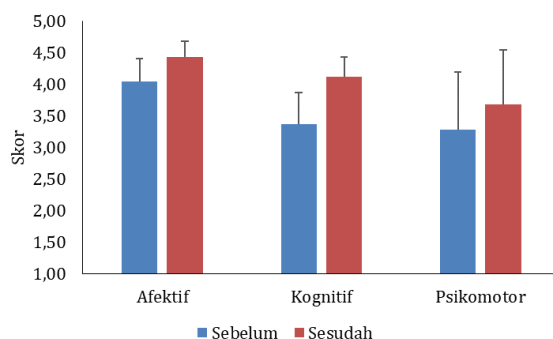
Tahap evaluasi terdiri dari penilaian pra-tes dan pasca-tes untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan pemahaman peserta. Kuesioner terdiri dari indikator kognitif, afektif, dan psikomotor yang mencerminkan pemahaman peserta terhadap materi dan kesiapan mereka untuk menerapkan pengetahuan tersebut dalam kegiatan konservasi. Data yang diperoleh dari pra-tes dan pasca-tes dianalisis secara statistik menggunakan uji-t sampel berpasangan untuk menentukan perbedaan signifikan sebelum dan sesudah pelatihan (Ghozali, 2021). Metode ini dipilih karena efektif mengidentifikasi apakah intervensi pendidikan menghasilkan peningkatan yang terukur dalam pemahaman dan keterampilan peserta (Sugiyono, 2019).

Lebih lanjut, observasi kualitatif selama diskusi kelompok dan sesi praktik didokumentasikan untuk menangkap perubahan perilaku, tingkat keterlibatan, dan respons masyarakat terhadap teknologi yang diperkenalkan. Observasi ini memberikan wawasan pelengkap yang mendukung temuan kuantitatif dan mencerminkan dampak keseluruhan kegiatan pengabdian masyarakat terhadap peningkatan pengetahuan dan pemberdayaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil deskriptif kuesioner yang disajikan pada Gambar 1 menunjukkan peningkatan yang konsisten di ketiga ranah afektif, kognitif, dan psikomotorik setelah implementasi program edukasi masyarakat. Sebelum pelatihan, peserta umumnya menunjukkan tingkat pemahaman dan keterlibatan yang moderat, terutama pada ranah kognitif dan psikomotorik. Setelah intervensi, skor rata-rata untuk semua aspek meningkat, menunjukkan peningkatan kesadaran,

pengetahuan, dan kemampuan praktis terkait pengelolaan lingkungan dan teknologi nanobubble.



Gambar 1. Perbandingan skor rata-rata dalam domain afektif, kognitif, dan psikomotorik sebelum dan sesudah program pendidikan masyarakat

Secara kuantitatif, skor afektif meningkat dari $4,04 \pm 0,09$ menjadi $4,44 \pm 0,27$. Hasil ini mencerminkan keterlibatan emosional yang lebih kuat dan sikap positif di antara peserta terhadap topik konservasi ikan dan peningkatan kualitas air. Standar deviasi (SD) yang kecil pada hasil pra dan pasca tes menunjukkan bahwa sikap peserta secara konsisten positif di seluruh kelompok, dengan variabilitas yang relatif rendah. Hasil ini mendukung gagasan bahwa pendekatan partisipatif dan kontekstual efektif dalam menumbuhkan antusiasme dan tanggung jawab masyarakat terhadap upaya konservasi (Lathifah dkk., 2024).

Skor kognitif menunjukkan peningkatan yang lebih nyata, dari $3,38 \pm 1,31$ menjadi $4,13 \pm 0,72$. Peningkatan sebesar 0,75 poin, dikombinasikan dengan penurunan standar deviasi yang signifikan, menunjukkan bahwa pemahaman peserta tidak hanya menjadi lebih mendalam tetapi juga lebih seragam setelah pelatihan. Awalnya, variasi skor kognitif yang luas menunjukkan pengetahuan awal yang tidak merata kemungkinan karena perbedaan latar belakang pendidikan atau pengalaman dalam budidaya ikan. Namun, data pasca-aktivitas menunjukkan bahwa sesi presentasi, demonstrasi, dan diskusi terstruktur berhasil meminimalkan kesenjangan ini, sehingga menghasilkan tingkat pemahaman yang lebih merata. Hal ini sejalan dengan temuan Supiyana dan Ratnasari (2024), yang menekankan bahwa pembelajaran eksperiensial dapat secara efektif menjembatani kesenjangan pengetahuan dalam pendidikan lingkungan berbasis masyarakat.

Serupa dengan itu, skor psikomotor meningkat dari $3,28 \pm 0,13$ menjadi $3,69 \pm 0,18$. Meskipun peningkatannya relatif kecil dibandingkan dengan ranah kognitif, hal ini tetap menunjukkan kemajuan dalam kemampuan peserta untuk menerapkan keterampilan yang telah dipelajari seperti mengoperasikan meteran kualitas air, membaca keluaran instrumen, dan mengenali indikator kondisi air yang buruk. SD yang sedikit lebih tinggi setelah pelatihan mencerminkan variasi normal dalam kecepatan belajar individu selama sesi praktik, terutama mengingat

durasi praktik yang singkat. Meskipun demikian, peningkatan nilai rata-rata yang konsisten menunjukkan bahwa integrasi teori dan penerapan langsung secara efektif memperkuat kompetensi praktis peserta.

Secara keseluruhan, hasil deskriptif menegaskan bahwa intervensi pendidikan berhasil meningkatkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan secara bersamaan sebuah kombinasi yang penting untuk perubahan perilaku berkelanjutan dalam program konservasi. Pola peningkatan ini juga menunjukkan bahwa keterlibatan afektif mendahului dan memperkuat pembelajaran kognitif dan psikomotorik, yang memvalidasi model pedagogis pembelajaran terpadu di mana motivasi dan kesadaran mendorong penguasaan teknis (Baransano & Mangimbulude, 2018).

Untuk mengevaluasi apakah peningkatan yang diamati dalam pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta signifikan secara statistik, uji-t sampel berpasangan dilakukan untuk setiap domain pembelajaran, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotor. Hasilnya dirangkum dalam Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Uji-t Sampel Berpasangan untuk Domain Pembelajaran Peserta

Domain	Mean (Sebelum)	Mean (Sesudah)	Mean Difference	t value	p value	Interpretasi
Kognitif	3.38	4.13	0.75	2.007	0.054	Signifikan secara marginal (+)
Afektif	4.04	4.44	0.4	1.745	0.091	Positif tetapi tidak signifikan
Psikomotor	3.56	3.65	0.08	0.276	0.784	Tidak signifikan

Domain kognitif menunjukkan peningkatan numerik paling substansial, dengan skor rata-rata meningkat dari 3,38 menjadi 4,13. Nilai t yang dihitung adalah 2,007 (df = 15) dengan p = 0,05378, yang sedikit di atas tingkat signifikansi 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kinerja kognitif sedikit signifikan atau secara statistik cenderung signifikan. Meskipun tidak melewati ambang batas konvensional, hasilnya menunjukkan efek pendidikan yang bermakna, terutama jika mempertimbangkan durasi pelatihan yang terbatas dan ukuran sampel yang kecil (Cohen, 1988). Penurunan varians dari 1,72 menjadi 0,52 juga mencerminkan peningkatan keseragaman pemahaman peserta setelah intervensi, yang menunjukkan bahwa pendekatan pendidikan secara efektif mengurangi disparitas pengetahuan.

Pada ranah afektif, skor rata-rata peserta meningkat dari 4,04 menjadi 4,44, dengan nilai t 1,744 dan p = 0,091. Meskipun hasil ini tidak signifikan secara statistik pada tingkat 5%, hasil ini menunjukkan tren positif yang jelas, didukung oleh interval kepercayaan yang lebih sempit dan varians yang lebih rendah setelah pelatihan. Peningkatan ini menyiratkan bahwa sikap peserta terhadap konservasi lingkungan dan teknologi nanobubble menjadi lebih positif dan stabil. Pola serupa telah diamati dalam studi pendidikan lingkungan sebelumnya, di mana perubahan sikap seringkali berkembang secara progresif melalui paparan berulang dan pembelajaran reflektif (Hidayati dkk., 2022).

Sementara itu, ranah psikomotor menunjukkan perubahan numerik terkecil, dari 3,56 menjadi 3,65, dengan nilai t 0,276 dan $p = 0,784$. Perbedaan ini tidak signifikan secara statistik, yang mencerminkan bahwa peserta mungkin memerlukan sesi praktik yang lebih ekstensif untuk menguasai teknik-teknik praktis seperti kalibrasi instrumen dan pengoperasian sistem nanobubble. Kompetensi psikomotorik biasanya meningkat lebih lambat daripada dimensi kognitif atau afektif, terutama dalam pendidikan berbasis masyarakat di mana waktu dan sumber daya praktik terbatas (Lestari & Suryani, 2021).

Secara kolektif, hasil inferensial menunjukkan bahwa meskipun tidak semua domain mencapai signifikansi statistik, semuanya menunjukkan peningkatan arah positif yang menunjukkan bahwa intervensi pendidikan berhasil memengaruhi hasil belajar peserta secara bermakna. Kombinasi peningkatan kognitif dan kesiapan afektif menunjukkan bahwa peserta lebih siap untuk menerapkan teknologi ramah lingkungan dalam upaya konservasi di masa mendatang. Hasil ini sejalan dengan temuan Baransano dan Mangimbulude (2018), yang menekankan bahwa program pendidikan masyarakat seringkali menghasilkan dampak bertahap namun kumulatif yang melampaui hasil statistik langsung, sehingga mendorong kesadaran dan transformasi perilaku jangka panjang.

Analisis korelasi antarbutir menunjukkan konsistensi tinggi antarindikator (Tavakol dan Dennick, 2011). Analisis korelasi dilakukan untuk mengkaji hubungan antar respons partisipan terhadap beberapa indikator kuesioner (P3, P9, P10, P14, P15, dan P16) terkait kesadaran lingkungan dan sikap konservasi. Koefisien korelasi (diagonal bawah) dan nilai- p yang sesuai (diagonal atas) dirangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Matriks korelasi antar indikator kuesioner

	P3	P9	P10	P14	P15	P16
P3	—	3.93E-06	4.53E-05	3.31E-06	0.000508	0.001028
P9	0.7168	—	1.79E-07	3.64E-05	1.27E-07	0.000101
P10	0.6563	0.7762	—	1.54E-05	5.39E-06	2.55E-05
P14	0.7206	0.6623	0.6848	—	1.17E-06	0.000193
P15	0.5796	0.7818	0.7098	0.742	—	0.000134
P16	0.5531	0.633	0.6718	0.6127	0.6244	—

Sebagian besar indikator menunjukkan korelasi positif yang kuat ($r = 0,55-0,78$) dengan tingkat signifikansi di bawah $p < 0,01$. Hal ini menunjukkan pola konsisten peningkatan yang saling terkait dalam ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik peserta setelah intervensi. Hubungan terkuat ditemukan antara P9 dan P15 ($r = 0,78$, $p < 0,001$), serta antara P10 dan P9 ($r = 0,77$, $p < 0,001$).

Hasil ini menyiratkan bahwa peserta yang menunjukkan pemahaman kognitif yang lebih tinggi tentang konservasi ikan lokal (sebagaimana tercermin dalam P9 dan P10) juga cenderung menunjukkan sikap afektif dan niat perilaku yang lebih kuat (P15, P16). Dengan kata lain, capaian pembelajaran di seluruh ranah saling memperkuat menunjukkan bahwa program pendidikan masyarakat

secara efektif mengintegrasikan pengetahuan, sikap, dan praktik terkait konservasi lingkungan.

Reliabilitas instrumen penilaian diperiksa menggunakan Koefisien Korelasi Intrakelas (KKI) berdasarkan kerangka kerja yang diusulkan oleh Shrout dan Fleiss (1979). Tiga model KKI diterapkan untuk mengevaluasi reliabilitas antar penilai:

- Model 1 (Efek acak satu arah)
- Model 2 (Efek acak dua arah)
- Model 3 (Efek campuran dua arah)

Analisis dilakukan pada tingkat individu dan tingkat penilaian rata-rata. Hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Keandalan antar penilai (ICC) berdasarkan model Shrout dan Fleiss

Model	ICC (Individual)	95% CI	ICC (Average rating)	95% CI	Interpretation
ICC(1,1)	0.54	0.393 – 0.696	0.876	0.795 – 0.932	Moderate → Excellent
ICC(2,1)	0.552	0.371 – 0.718	0.881	0.779 – 0.939	Moderate → Excellent
ICC(3,1)	0.648	0.512 – 0.778	0.917	0.863 – 0.955	Good → Excellent

Menurut Koo dan Li (2016), nilai ICC antara 0,75 dan 0,90 menunjukkan reliabilitas yang baik, sedangkan nilai di atas 0,90 menunjukkan reliabilitas yang sangat baik. Berdasarkan kriteria ini, hasilnya menunjukkan bahwa pada tingkat individu, reliabilitas antar penilai tergolong sedang hingga baik, dengan Model 3 menunjukkan konsistensi tertinggi (ICC = 0,648). Pada tingkat penilaian rata-rata, reliabilitas meningkat secara substansial, mencapai tingkat yang sangat baik, terutama untuk Model 3 (ICC = 0,917).

Temuan ini menunjukkan bahwa instrumen penilaian yang digunakan dalam program ini menghasilkan hasil yang konsisten dan dapat diandalkan, terutama ketika skor dirata-ratakan di antara penilai. Dengan demikian, evaluasi peningkatan kognitif, afektif, dan psikomotorik peserta dapat dianggap sangat andal dan mencerminkan hasil belajar yang sebenarnya.

KESIMPULAN

Program pengabdian masyarakat pendidikan lingkungan dan pemberdayaan konservasi ikan lokal di PAKWALI berhasil mencapai tujuan utamanya. Program ini secara efektif meningkatkan kesadaran, pengetahuan, dan keterampilan peserta dalam konservasi ikan air tawar lokal melalui kegiatan pendidikan partisipatif, demonstrasi, dan pendampingan. Berdasarkan analisis deskriptif, terdapat peningkatan yang signifikan di seluruh ranah afektif, kognitif, dan psikomotorik setelah pelatihan. Meskipun uji statistik menggunakan uji-t menunjukkan bahwa perbedaan dalam ranah afektif dan kognitif mendekati signifikansi ($p < 0,10$), tren keseluruhan jelas mencerminkan dampak pembelajaran yang positif. Analisis reliabilitas antar penilai menggunakan Koefisien Korelasi Intrakelas (KKI) semakin menegaskan bahwa instrumen

penilaian yang digunakan dalam evaluasi konsisten dan reliabel, dengan reliabilitas tertinggi dicapai dalam model efek campuran ($KKI(3,k) = 0,917$). Hal ini menunjukkan bahwa respons peserta dan peningkatan kinerja yang diamati diukur dengan tingkat akurasi yang tinggi. Secara keseluruhan, hasil program menunjukkan bahwa pendekatan pendidikan berbasis masyarakat, yang didukung oleh pembelajaran praktis dan kolaborasi lokal, dapat memperkuat kesadaran konservasi dan perubahan perilaku di antara anggota masyarakat. Inisiatif ini berkontribusi pada pelestarian keanekaragaman hayati ikan lokal dan menyediakan model yang dapat direplikasi untuk program konservasi berbasis masyarakat lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Program pengabdian kepada masyarakat ini didanai oleh Hibah Institusi Universitas Islam Malang (HI-ma) berdasarkan Surat Perjanjian No. 173/G164/U.LPP/K/B.07/III/2025, tanggal 3 Maret 2025. Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Universitas Islam Malang, atas dukungan dan fasilitasi selama pelaksanaan program ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Baransano, H. K., & Mangimbulude, J. C. (2018). Eksploitasi dan konservasi sumberdaya hayati laut dan pesisir di Indonesia. *Jurnal Biologi Papua*, 3(1), 39–45. <https://doi.org/10.31957/jbp.547>
- Cahyono, A. N., Prasetyo, R., & Utami, L. (2020). Evaluasi program penyuluhan berbasis partisipatif. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains Indonesia*, 2(1), 14–21.
- Cinner, J. E., & Barnes, M. L. (2019). Social dimensions of community-based conservation. *Biological Conservation*, 238, 108223. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108223>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Ghozali, I. (2021). *Aplikasi analisis multivariate dengan program IBM SPSS 26*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hidayati, E., Nuraini, F., & Prasetya, T. (2022). Pendidikan lingkungan berbasis partisipatif untuk peningkatan kesadaran konservasi. *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, 11(2), 112–120.
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Lathifah, I., Laili, S., & Syauqi, A. (2024). Analisis kelimpahan gastropoda di perairan pantai Nguling di Kecamatan Nguling Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.33474/ejbst.v10i1.371>

- Lestari, S., & Suryani, R. (2021). Effectiveness of participatory learning on conservation behavior. *Journal of Environmental Education*, 54(1), 45–56.
- Rahardjo, M. F., Affandi, R., Sjafei, D. S., & Sulistiono. (2021). Biodiversitas ikan air tawar Indonesia dan upaya konservasinya. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 21(2), 87–102.
- Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86(2), 420–428.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.2.420>
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Supiyana, N., & Ratnasari, D. (2024). Ikan air tawar endemik di Kecamatan Semitau: Kajian keberlanjutan dan konservasi. *Edumedia: Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 8(2), 13–19.
<https://doi.org/10.51826/edumedia.v8i2.1304>
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55.
<https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
- Zhu, D., Li, X., Zhang, Y., & Chen, Z. (2023). Nanobubble technology for improving water quality and aquaculture efficiency. *Aquaculture Reports*, 31, 101609.
<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101609>