

## PELATIHAN ANALISIS MAKROINVERTEBRATA SEDERHANA SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS SUMBER AIR MINUM DI DESA KEMIRI, KECAMATAN PANTI, KABUPATEN JEMBER

Agung Sih Kurnianto<sup>1)</sup>, Nilasari Dewi<sup>1)</sup>, Hari Purnomo<sup>1)</sup>, Nur Laila Magvira<sup>1)</sup>, Ardi Firmansyah<sup>1)</sup>, Yusnan Hadi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

<sup>2)</sup>Kelompok Tani Sidodadi, Desa Kemiri, Jember, Jawa Timur, Indonesia

Corresponding author : Agung Sih Kurnianto

E-mail : agung.sih.kurnianto@unej.ac.id

Diterima 18 Juni 2022, Direvisi 09 Agustus 2022, Disetujui 10 Agustus 2022

### ABSTRAK

Masyarakat Kelompok Tani Sidodadi, Desa Kemiri, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember menjalankan pertanian sebagai sumber pendapatan utama. Sumber daya air sebagai baku pertanian menjadi berkurang kualitasnya seiring pencemaran. Air minum masih menggunakan air dengan kualitas yang kurang baik. Namun, penentuan kualitas air untuk pertanian masih belum banyak dikenal, terutama menggunakan makroinvertebrata sebagai indikator alami. Sangat penting dilakukan pengayaan pengetahuan melalui pelatihan dan sosialisasi terhadap masyarakat mengenai jenis makroinvertebrata tersebut. Selain itu, sangat penting juga dilakukan sosialisasi teknik konservasi dan perlindungan sumber daya air, sehingga nilai guna sumber daya air akan terjaga, baik kuantitas, kualitas, maupun keandalannya menjadi sumber baku irigasi. Teknik pengenalan dan identifikasi ini juga disampaikan pada masyarakat agar kualitas air baku pertanian tetap terjaga. Kegiatan utama adalah peningkatan kualitas air melalui pengenalan jenis makroinvertebrata air dengan tujuan meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang kualitas perairan di sekitarnya dan meningkatkan kualitas kesehatan petani. Setelah itu, dilakukan pengayaan pengetahuan melalui pelatihan dan sosialisasi terhadap masyarakat mengenai jenis makroinvertebrata, terdapat penambahan pengetahuan yang baru yang dirasakan oleh peserta. Peserta kemudian mampu memahami penentuan kualitas air dengan menggunakan berbagai metode analisis kualitas air. Metode analisis kualitas air dapat diterapkan dengan menggunakan indra, metode fisik, dan bioindikator. Selain itu, peserta menyadari pentingnya menjaga kualitas air.

**Kata kunci:** air; bioindikator; kemiri; makroinvertebrata; dan pelatihan

### ABSTRACT

The Sidodadi Farmers Group, Kemiri Village, Panti District, Jember Regency, depend on agriculture for their livelihood. Water resources for irrigation are decreasing in quality along with pollution. People drink with low quality water. However, the determination of water quality for agriculture is still not widely known, especially using macroinvertebrates as bioindicators. Based on initial observations, it is very important to enrich knowledge through training and outreach to the public regarding the types of macroinvertebrate bioindicators. In addition, it is also very important to disseminate techniques for conservation and protection of water resources. This has an impact on the stability of the condition of the springs, in terms of quantity, quality, and reliability as irrigation. The main activity of this service is improving water quality through the introduction of types of aquatic macroinvertebrates with the aim of increasing public knowledge about water quality and improving the health quality of farmers. Then, knowledge enrichment was carried out through training and outreach to the public regarding the types of macroinvertebrates. The results of the service showed an increase in participants' knowledge. Participants were then able to understand the determination of water quality using various methods of water quality analysis. Water quality analysis methods can be applied using the senses, physical methods, and bioindicators. In addition, participants realized the importance of maintaining water quality in their residential environment.

**Keywords:** bioindicators; kemiri; macroinvertebrates; training; and water

## PENDAHULUAN

Masyarakat Kelompok Tani Sidodadi, Desa Kemiri, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember menggunakan air dari mata air terdekat sebagai sumber air minum utama. Sumber air minum ini dilakukan pipanisasi maupun saluran-saluran terbuka untuk mendistribusikan ke beberapa penampungan air utama di beberapa komunitas pengguna air. Namun, pada air yang mengalir, selalu terjadi perubahan hidrologi secara cepat dan sulit untuk diperkirakan. Hal ini akan sangat berpengaruh terhadap kualitas air minum yang digunakan oleh masyarakat. Selain itu, sebagian besar masyarakat memilih pertanian sebagai mata pencaharian utama.

Jumlah lahan pertanian di Desa Kemiri terus meningkat. Hal ini juga berpengaruh pada pembukaan lahan di sekitar mata air dan penggunaan air (sudetan) untuk pertanian. Hubungan antara saluran air minum dan irigasi diduga akan memberikan beberapa dampak, seperti pengayaan nutrisi akibat *run off* sisa pupuk sintesis, pencemaran akibat pestisida kimia, hingga pencemaran organik dan mikrobiologi patogen akibat kotoran ternak. Sangat penting bagi masyarakat dan juga petani untuk mengetahui kualitas sumber air minum yang mereka gunakan dan melakukan tindakan pencegahan maupun perbaikan terhadap kemungkinan-kemungkinan pencemaran yang terjadi.

Biomonitoring telah terbukti menjadi pelengkap untuk teknik *monitoring* sederhana (Anyanwu et al., 2019). Organisme air, seperti diatom dan benthic makroinvertebrata (Miliša et al., 2022), dapat dijadikan sebagai bioindikator untuk mengintegrasikan semua lingkungan dan responnya terhadap kondisi lingkungan yang kompleks (Sultana et al., 2020). Hal ini menjadi potensi bagi masyarakat untuk dapat mempelajari dan memanfaatkannya sebagai bentuk *monitoring* berkala yang sederhana.

Benthic makroinvertebrata adalah komponen kunci dari jaring-jaring makanan di air yang menghubungkan bahan organik dan sumber makanan (seperti seresah daun, alga, dan detritus) dengan tingkatan trofik yang tinggi (Nieto et al., 2017). Kelompok hewan ini sangat umum untuk ditemukan di semua jenis perairan. Organisme ini sebagian besar memiliki kebiasaan menetap (Dorji et al., 2021) dan oleh karena itu menggambarkan kondisi aktual dan spesifik ekologi suatu tempat (Miliša et al., 2022). Hal ini karena makroinvertebrata sangat sensitif dan memiliki rentang hidup yang relatif panjang (Rafia et al., 2014). Kumpulan dari struktur komunitas yang sering kali mengalami perubahan sebagai

respon pada gangguan lingkungan, yang menjadi dasar untuk mengembangkan biokriteria untuk mengevaluasi pengaruh manusia (Fierro et al., 2017).

Berdasarkan analisis terhadap situasi, kendala, dan sumber daya yang dimiliki, maka strategi yang harus ditempuh untuk menanggulangi kendala tersebut adalah pelatihan analisis jenis-jenis makroinvertebrata perairan yang dapat diaplikasikan secara lokal di kawasan perairan pertanian di Desa Kemiri. Selanjutnya, salah satu cara yang dapat dilakukan dalam meningkatkan kuantitas dan kualitas sumber air adalah teknik konservasi dan perlindungan kawasan sumber mata air dan salurannya. Melalui pelatihan ini, diharapkan masyarakat mampu melakukan *monitoring* secara mandiri, dan nilai guna mata air akan menjadi lebih tinggi, baik dalam segi kuantitas dan kualitas sebagai sumber air minum.

Penerapan IPTEKS yang dimaksud dalam kegiatan ini adalah mengembangkan pengetahuan terhadap Makroinvertebrata sebagai bioindikator perairan di mata air dan saluran air minum. Harapannya, dengan adanya pelatihan analisis sederhana makroinvertebrata sebagai indikator kualitas air, maka kualitas air dapat dipantau, kesehatan masyarakat dapat terjaga, dan bencana lingkungan di masa depan dapat dihindari di Desa Kemiri, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember.

Permasalahan yang sering dihadapi masyarakat kelompok tani Sidodadi di Desa Kemiri, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember adalah ancaman cemaran pada kawasan mata air dan saluran air minum, terutama pada saluran air minum terbuka. Selain itu, juga terjadi pembukaan lahan dan penggunaan kawasan di sekitar mata air yang tidak sesuai peruntukannya. Masyarakat tidak memiliki sumber daya untuk memonitor kualitas air minum yang dikonsumsinya setiap hari. Permasalahan-permasalahan tersebut belum dapat teratasi secara baik dan hanya dikendalikan dengan pengawasan manual pada pintu-pintu air dari potensi pencemaran. Kawasan perairan dan sumber mata air memiliki potensi untuk *dimonitoring* secara faktual dan spesifik dengan pengamatan makroinvertebrata perairan. Namun, keterbatasan pengetahuan terhadap jenis makroinvertebrata menyebabkan masyarakat kurang mengenal dan memanfaatkannya secara maksimal.

Upaya yang dilakukan berbentuk pelatihan tentang jenis makroinvertebrata, teknik analisis sederhana, dan konservasi kawasan pertanian. Sehubungan dengan

kegiatan pengabdian ini, maka orientasi program adalah peningkatan pengetahuan masyarakat melalui pengenalan jenis makroinvertebrata dengan tujuan : 1) Meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang jenis dan teknik analisis sederhana makroinvertebrata perairan sebagai bioindikator, 2) Meningkatkan peran masyarakat kelompok tani Sidodadi di Desa Kemiri, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember untuk menjaga kualitas mata air.

Tujuan dari kegiatan pengabdian ini yaitu membantu masyarakat kelompok tani Sidodadi, Desa Kemiri, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember tersebut maka solusi yang ditawarkan adalah penyuluhan dan edukasi tentang makroinvertebrata indikator kualitas perairan.

Kegiatan yang dilakukan terhadap mitra meliputi beberapa hal yaitu : (1) Pelatihan dan penyuluhan tentang jenis dan peran makroinvertebrata sebagai bioindikator perairan. Kegiatan ini memberikan pengetahuan dan wawasan tentang jenis dan peran makroinvertebrata di Desa Kemiri, dalam menggambarkan kondisi lingkungan yang masih alami, sedang mengalami perubahan, atau mengalami pencemaran berat. (2) Penyuluhan pentingnya menjaga kuantitas dan kualitas mata air dan air minum. Kegiatan ini memberikan pemahaman bahwa ketersediaan sumber daya air yang berkualitas di Desa Kemiri sangat tergantung dengan perilaku masyarakat dan kondisi mata air yang menjadi sumber air minum. Krisis sumber air minum yang berkualitas untuk kawasan masyarakat organik akan meningkatkan potensi masalah kesehatan masyarakat.

Melalui kegiatan pengabdian ini, diharapkan masyarakat di Desa Kemiri, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember dapat mengenal dan memahami peran makroinvertebrata perairan sebagai indikator kualitas air yang utama, sehingga dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas dari sumber air yang telah ada serta meningkatkan perhatian terhadap konservasi mata air sebagai sebuah kebutuhan komunal.

## METODE

### Pelaksanaan Kegiatan dan Pendekatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini difokuskan pada pengenalan makroinvertebrata perairan dan sosialisasi konservasi sumber daya air pertanian. Adapun langkah-langkah yang dilakukan:

- a. Sosialisasi tentang makroinvertebrata bioindikator mata air dan kawasan perairan.
- b. Melakukan pelatihan terhadap teknik analisis sederhana bioindikator.
- c. Melakukan sosialisasi pentingnya konservasi mata air.

### Sasaran

Kelompok sasaran kegiatan adalah masyarakat dan kelompok tani Sidodadi di Desa Kemiri, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember yang memiliki kemauan yang tinggi untuk memanfaatkan pengetahuan tentang kualitas sumber daya air sebagai solusi dalam mengatasi kurangnya pengetahuan kualitas sumber air minum yang digunakan. Dengan adanya sosialisasi dan pengenalan makroinvertebrata perairan, maka diharapkan adanya perbaikan kuantitas dan kualitas air di Desa Kemiri.

**Tabel 1.** Rancangan Evaluasi

Kriteria	Indikator	Tolok Ukur
Kapasitas sumber daya manusia	Perubahan perilaku sosial	a. Mampu menerima pengetahuan b. Memiliki wawasan luas kedepan
Hasil produksi	Peningkatan produksi	Dapat menggunakan air yang berkualitas baik untuk produksi ternak, industri rumah tangga, hingga mengurangi biaya air minum.
Sosial ekonomi	Kondisi masyarakat	a. Mampu mengurangi pengeluaran biaya kesehatan akibat konsumsi air berkualitas buruk. b. Mampu menjadi masyarakat yang mandiri dalam mengelola kesehatan lingkungannya sendiri.

Selain itu, hal ini akan meningkatkan permasalahan ekonomi berupa turunnya aksesibilitas masyarakat terhadap sumber air bersih. Oleh karena itu, sumber daya air yang telah ada harus ditingkatkan kualitasnya sehingga dapat memproduksi air yang memiliki kuantitas dan kualitas mencukupi.

### Sosialisasi

Sosialisasi diberikan melalui presentasi dan diskusi dalam sebuah kelompok petani, perkumpulan Rukun Tetangga, serta pembagian poster informatif dengan harapan dapat meningkatkan pengetahuan masyarakat

terkait jenis-jenis makroinvertebrata perairan dan konservasi sumber daya air secara lokal.

### Evaluasi

Evaluasi keberhasilan sosialisasi pengenalan makroinvertebrata indikator kualitas air di masyarakat Desa Kemiri, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember dilakukan setelah proses sosialisasi dan dilakukan di lingkungan masyarakat Desa Kemiri, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember. Proses ini meliputi kriteria, indikator, dan tolak ukur capaian kegiatan yang jelas (tabel 1).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

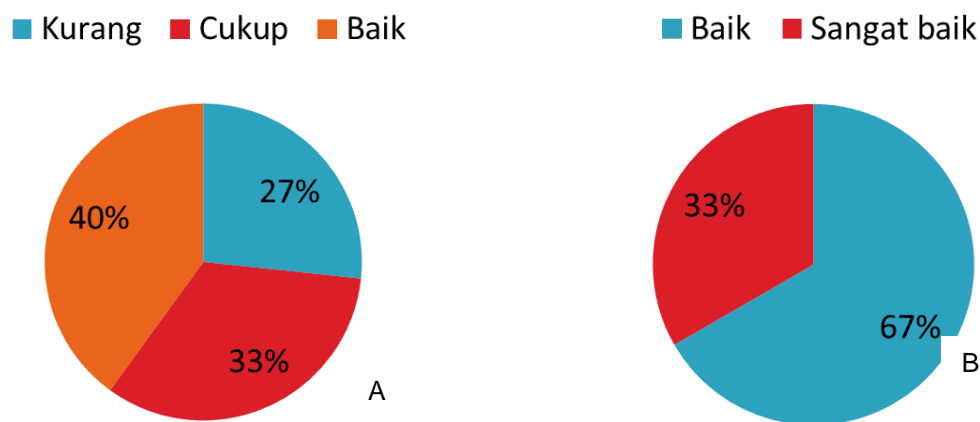
### Pengetahuan Peserta terhadap Penentuan Kualitas Air

Berdasarkan hasil wawancara semi terstruktur terhadap perwakilan responden masyarakat (n=15) menunjukkan tingkat pengetahuan yang cukup pada kebutuhan dan identifikasi kualitas air di sekitarnya. Kegiatan wawancara didukung dengan pengisian kuisioner oleh responden masyarakat sebagai peserta pelatihan. Pengisian kuisioner dilakukan sebelum dan setelah mendapatkan pelatihan (gambar 1).

pendidikan. Namun terdapat beberapa peserta yang merasa asing terhadap cara-cara untuk menentukan kualitas air yang digunakan.

Setelah diadakan pelatihan, peserta merasakan adanya penambahan pengetahuan yang baru terhadap penentuan kualitas air. Sebanyak 67% peserta merasa bahwa pengetahuan yang dimiliki terhadap bioindikator merasa baik, dan 33% peserta merasa sangat baik. Hasil tersebut didapatkan karena peserta menyadari bahwa alam menunjukkan perubahan setelah adanya pencemaran. Media yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kualitas air yang mudah dan sederhana yaitu bioindikator lingkungan. Salah satu hewan sebagai bioindikator yang terdapat di sungai sekitar pemukiman peserta seperti cacing sutra/merah (*Tubifex* sp.) menjadi indikator pencemaran organik berat. Hal ini sangat mendukung potensi keberlanjutan program pelatihan ini, dimana peserta melalui alat dan media yang tersedia dapat mengaplikasikannya sendiri.

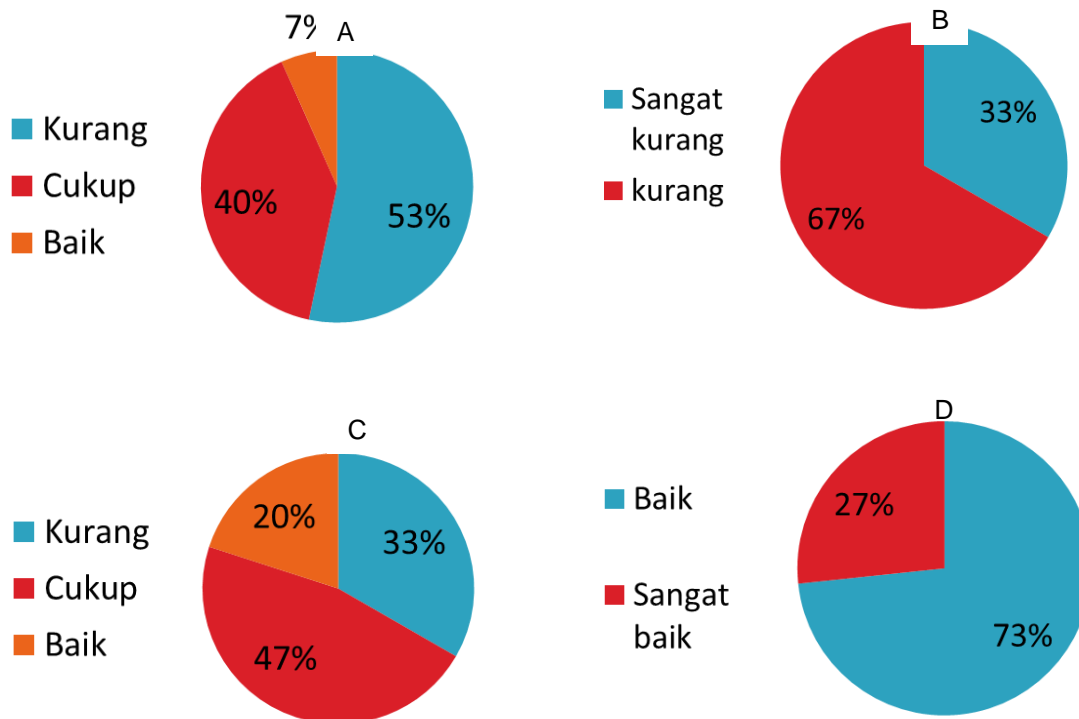
Berdasarkan gambar 2, dapat diketahui bahwa terdapat perbandingan pengetahuan peserta terhadap berbagai metode analisis kualitas air. Metode analisis kualitas air dapat diterapkan dengan



**Gambar 1.** Perbandingan pengetahuan peserta terhadap penentuan kualitas air. Keterangan: A. Hasil kuisioner sebelum pelatihan, dan B. Hasil kuisioner setelah mendapatkan pelatihan.

Berdasarkan gambar 1, dapat diketahui bahwa terdapat perbandingan pengetahuan peserta terhadap penentuan kualitas air sebelum dan setelah mendapatkan pelatihan. Pada saat sebelum diadakan pelatihan, sebanyak 40% peserta merasa baik dengan pengetahuan yang dimiliki terhadap bioindikator, 33% peserta merasa cukup, dan 27% peserta merasa kurang. Setiap peserta sebelum diadakan pelatihan, memiliki pengetahuan yang beragam terhadap penentuan kualitas air. Informasi didapatkan dari media daring maupun dari tempat

menggunakan indra, metode fisik, bioindikator, dan adanya pelatihan. Pada pengetahuan peserta terhadap metode sederhana berdasarkan indra, sebanyak 53% peserta merasa kurang dengan pengetahuan terhadap metode sederhana berdasarkan indra, 40% peserta merasa cukup, dan 7% peserta merasa baik. Hal tersebut diduga karena sebagian besar peserta tidak memiliki parameter yang baik dalam memahami kualitas air melalui metode sederhana berdasarkan indra. Penggunaan metode indra untuk mengetahui kualitas air dapat dilakukan



**Gambar 2.** Grafik pengetahuan peserta terhadap berbagai metode analisis kualitas air. Keterangan: A. Pengetahuan sederhana berdasarkan indra, B. Pengetahuan dengan menggunakan metode fisik, C. Pengetahuan dengan menggunakan bioindikator, dan D. Pemahaman peserta terhadap bioindikator setelah diadakaan pelatihan.

dengan menggambarkan rasa dan bau dari air (Burlingame et al., 2017).

Pada pengetahuan peserta terhadap metode fisik, sebanyak 67% peserta merasa kurang dengan pengetahuan terhadap metode fisik, dan 33% peserta merasa sangat kurang. Hal tersebut diketahui karena peserta tidak pernah mengaplikasikan metode maupun peralatan pengukuran kualitas air secara fisik, seperti termometer, ph Meter, dan OD (*Oxygen Dissolved*) meter.

Pada pengetahuan peserta terhadap metode bioindikator, sebanyak 47% peserta merasa cukup dengan pengetahuan terhadap metode bioindikator, 33% peserta merasa kurang, dan 20% peserta merasa baik. Bioindikator yang dapat diketahui untuk mengetahui kualitas air yaitu terdapat hewan dan tanaman. Beberapa peserta mengetahui bahwa anggang-anggang (*Gerridae*) merupakan salah satu bioindikator air bersih. Pengetahuan tersebut didapatkan secara turun temurun berdasarkan budaya tutur yang berkembang pada masyarakat setempat. Namun terdapat peserta yang kurang mengetahui terhadap bioindikator kualitas air. Hal tersebut diduga karena peserta kurang berinteraksi dengan alam dan tidak mendapatkan pengetahuan terkait alam dari

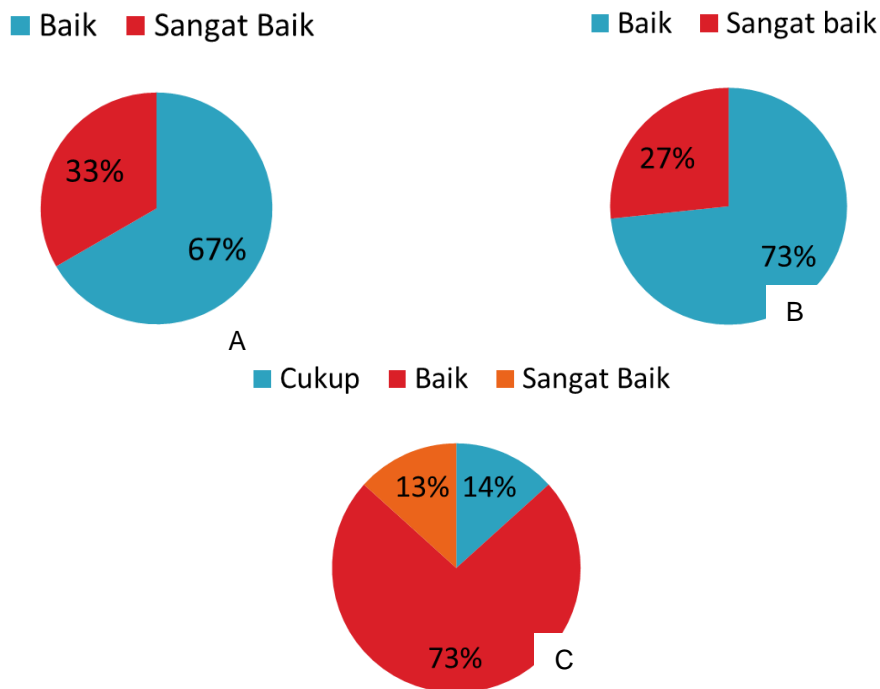
keluarga maupun lingkungannya. Terdapat perubahan drastis pengetahuan lokal yang bersifat tutur dan pengaruh digital yang menyebabkan adanya kesenjangan pengetahuan tersebut.

Pemahaman peserta terhadap bioindikator setelah diadakaan pelatihan, sebanyak 73% peserta merasa baik dengan pemahaman terhadap bioindikator, dan 27% peserta merasa sangat baik. Pada pelatihan, peserta mendapatkan pengetahuan atau edukasi tentang jenis dan peran makroinvertebrata di desa Kemiri, dalam menggambarkan kondisi lingkungan yang masih alami, sedang mengalami perubahan, atau mengalami pencemaran berat. Selain itu, peserta mendapatkan pemahaman bahwa ketersediaan sumber daya air yang berkualitas sangat tergantung dengan perilaku masyarakat dan kondisi mata air yang menjadi sumber air minum. Krisis sumber air minum yang berkualitas untuk kawasan masyarakat organik akan meningkatkan potensi masalah kesehatan masyarakat dan permasalahan ekonomi. Oleh karena itu, peserta pelatihan menyadari pentingnya memiliki pengetahuan atau pemahaman terhadap bioindikator kualitas air.

Berdasarkan gambar 3, dapat diketahui bahwa terdapat perbandingan pengetahuan peserta terhadap pentingnya menjaga kualitas air. Kualitas air dapat dijaga dengan mengetahui kebutuhan air bersih, kemudahan aplikasi pengamatan bioindikator terhadap monitoring kualitas air, dan kebutuhan pelatihan teknik monitoring kualitas air yang lebih lanjut. Setelah mendapatkan pelatihan, pada persepsi peserta terhadap kebutuhan air bersih, sebanyak 67% peserta merasa bahwa menjaga kualitas air sangat penting dilakukan untuk kebutuhan air bersih menjadi baik dan 33% peserta merasa sangat baik. Hasil tersebut didapatkan karena peserta

untuk melarutkan dan mendistribusikan unsur hara yang essensial bagi tanaman.

Persepsi peserta terkait kemudahan aplikasi pengamatan bioindikator terhadap monitoring kualitas air menunjukkan sebanyak 73% peserta merasa bahwa kemudahan aplikasi pengamatan bioindikator terhadap monitoring kualitas air menjadi baik dan 27% peserta merasa sangat baik. Hasil tersebut didapatkan karena peserta menyadari bahwa dalam melakukan pengamatan bioindikator terhadap monitoring kualitas air dapat dengan mudah dilakukan. Peserta dalam pelatihan terhadap teknik analisis sederhana bioindikator dapat mengaplikasikan langsung di sungai



**Gambar 3.** Persepsi peserta terhadap pentingnya menjaga kualitas air. Keterangan: A. Persepsi peserta terhadap kebutuhan air bersih, B. Persepsi peserta terkait kemudahan aplikasi pengamatan bioindikator terhadap monitoring kualitas air, dan C. Persepsi peserta terhadap kebutuhan pelatihan teknik monitoring kualitas air yang lebih lanjut.

menyadari bahwa kebutuhan air bersih didapatkan salah satunya dengan menjaga kualitas air. Apabila kualitas air terjaga dengan baik, maka kualitas air yang ada pada sungai atau perairan di sekitar pemukiman masyarakat tidak akan menurun. Aktivitas manusia merupakan faktor non alam yang dapat mempengaruhi kualitas air (Kustanto, 2020). Peserta merasa bahwa setiap aktivitas mereka, baik petani maupun pelajar/mahasiswa tetap bersinggungan dengan air. Hal tersebut didukung dengan latar belakang keluarga maupun lingkungan yang tumbuh di lingkup pertanian. Air merupakan bagian terpenting dalam proses pertanian, terutama padi. Kebutuhan air sangat penting

dekat pemukiman dengan mengumpulkan sampel serangga air menggunakan peralatan yang dibutuhkan.

Pada persepsi peserta terkait kebutuhan pelatihan teknik monitoring kualitas air yang lebih lanjut, sebanyak 73% peserta merasa bahwa kebutuhan pelatihan teknik monitoring kualitas air yang lebih lanjut menjadi sangat baik, 14% peserta merasa baik, dan 13% peserta merasa cukup. Hasil tersebut didapatkan karena peserta menyadari bahwa dalam mengetahui kualitas air diperlukan pelatihan teknik monitoring kualitas air yang lebih lanjut. Hal tersebut berpotensi untuk proses pelatihan lain yang melibatkan kombinasi analisis bioindikator dan faktor fisik

sederhana. Selain itu, proses pelatihan juga dapat berkembang pada kebutuhan peningkatan mutu air di kawasan pengabdian melalui agen hayati seperti fitoremediator (agen tumbuhan sebagai remediatorencemar).

### SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian ini telah membantu masyarakat kelompok tani Sidodadi, Desa Kemiri, Kecamatan Panti, Kabupaten Jember dalam mengenal metode sederhana penentuan kualitas air. Masyarakat kelompok tani juga telah memiliki pengembangan pengetahuan terhadap pentingnya menjaga kondisi kawasan perairan di sekitar lingkungan mereka.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterima kasih kepada Supardi dan Galih yang telah banyak membantu di lapang. Penulis juga berterima kasih kepada LPPM Universitas Jember yang telah memberikan hibah bantuan insentif untuk kegiatan ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh masyarakat anggota kelompok tani Sidodadi atas bantuannya di seluruh rangkaian kegiatan ini.

### DAFTAR RUJUKAN

- Anyanwu, E. D., Okorie, M. C., & Odo, S. N. (2019). Macroinvertebrates as bioindicators of Water Quality of Effluent-receiving Ossah River, Umuahia, Southeast Nigeria. *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences*, 31(5). doi: 10.21271/zjpas.31.5.2
- Burlingame, G. A., Doty, R. L., & Dietrich, A. M. (2017). Humans as Sensors to Evaluate Drinking Water Taste and Odor: A Review. *Journal - American Water Works Association*, 109(11), 13–24. doi: 10.5942/jawwa.2017.109.0118
- Dorji, T., Tshering, S., Wangchuk, N., & Acharja, I. P. (2021). Biomonitoring of Health of Chubachu Stream Using Macroinvertebrate Diversity. *Bhutan Journal of Research and Development*, 10(2). doi: 10.17102/bjrd.rub.10.2.005
- Fierro, P., Valdovinos, C., Vargas-Chacoff, L., Bertrán, C., & Arismendi, I. (2017). Macroinvertebrates and Fishes as Bioindicators of Stream Water Pollution. *Water Quality*. doi: 10.5772/65084
- Kustanto, A. (2020). Dinamika Pertumbuhan Penduduk dan Kualitas Air di Indonesia. *Jiep*, 20(1), 12–20.
- Miliša, M., Stubbington, R., Datry, T., Cid, N., Bonada, N., Šumanović, M., & Milošević, D. (2022). Taxon-specific sensitivities to

flow intermittence reveal macroinvertebrates as potential bioindicators of intermittent rivers and streams. *Science of the Total Environment*, 804. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.150022

- Nieto, C., Ovando, X. M. C., Loyola, R., Izquierdo, A., Romero, F., Molineri, C., Rodríguez, J., Rueda Martín, P., Fernández, H., Manzo, V., & Miranda, M. J. (2017). The role of macroinvertebrates for conservation of freshwater systems. *Ecology and Evolution*, 7(14), 5502–5513. doi: 10.1002/ece3.3101
- Rafia, R., & Ashok, K. P. (2014). Macroinvertebrates (oligochaetes) as indicators of pollution: A review. *Journal of Ecology and The Natural Environment*, 6(4), 140–144. doi: 10.5897/jene2014.0443
- Sultana, J., Recknagel, F., & Nguyen, H. H. (2020). Species-specific macroinvertebrate responses to climate and land use scenarios in a Mediterranean catchment revealed by an integrated modelling approach. *Ecological Indicators*, 118(July), 106766. doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106766