

Pelatihan Integrasi Mikroskop sebagai Strategi Meningkatkan Literasi Sains dan Kompetensi Guru Sekolah

Hartono¹, Muhiddin Palennari², Faisal³,
Dewi Sartika Amboupe⁴, Yusnaeni Yusuf^{5*}

¹⁻⁵ Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Makassar

* yusnaeni.yusuf@unm.ac.id

Abstrak

Pelatihan integrasi mikroskop merupakan salah satu strategi penting dalam meningkatkan literasi sains dan kompetensi pedagogis guru IPA, khususnya pada pembelajaran biologi yang menuntut kemampuan observasi mikroskopis. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan guru dalam mengoperasikan mikroskop, membuat preparat sederhana, serta memanfaatkan teknologi mikroskop digital sebagai media pembelajaran. Pelatihan dilaksanakan selama dua hari di Yayasan Al-Kindi Mas Akbar Makassar dengan melibatkan 15 orang guru yang terdiri atas Guru IPA dan Guru Biologi. Metode yang digunakan meliputi pemberian materi, demonstrasi penggunaan mikroskop, praktik langsung, pembuatan preparat *stomatal printing*, serta penerapan mikroskop digital (optilab) untuk dokumentasi hasil observasi. Hasil pre-test dan post-test menunjukkan peningkatan kompetensi guru yang sangat signifikan. Pada tahap pre-test, 60% peserta berada pada kategori Cukup/Belum Menguasai, sedangkan hanya 13,3% yang masuk kategori Sangat Menguasai. Setelah pelatihan, kategori Sangat Menguasai meningkat menjadi 73,3%, dan kategori Cukup/Belum Menguasai menurun drastis menjadi 13,3%. Selain peningkatan teknis, pelatihan juga memperkuat kemampuan pedagogis guru dalam merancang pembelajaran biologi berbasis praktikum dan teknologi digital. Secara keseluruhan, kegiatan PKM ini berhasil meningkatkan keterampilan laboratorium, kualitas pengajaran, serta literasi sains guru, sehingga menjadi model efektif dalam pengembangan profesional pendidik sains di sekolah.

Kata Kunci: *pelatihan mikroskop, kompetensi guru, literasi sains, pembelajaran biologi, pengabdian masyarakat*

Pendahuluan

Pembelajaran biologi merupakan salah satu mata pelajaran IPA utama dalam membentuk kemampuan berpikir ilmiah peserta didik. Biologi bukan hanya kumpulan pengetahuan tentang makhluk hidup, tetapi juga proses ilmiah untuk menemukan, memverifikasi, dan menerapkan pengetahuan tersebut. Dalam konteks ini, mikroskop menjadi simbol penting dari kegiatan ilmiah. Alat ini memungkinkan manusia menjelajahi dunia mikroskopis, memahami sel sebagai unit kehidupan, dan menghubungkan teori dengan fenomena empiris yang konkret.

Namun, di banyak lembaga pendidikan Indonesia baik di tingkat sekolah menengah maupun perguruan tinggi, kemampuan praktikum dengan mikroskop masih menjadi tantangan. Beberapa sekolah tidak memiliki alat mikroskop yang memadai, sementara di perguruan tinggi, mahasiswa masih membutuhkan pelatihan dasar untuk menguasai teknik observasi yang benar. Kesenjangan antara teori dan praktik tersebut menyebabkan proses belajar biologi menjadi kering, tidak kontekstual, dan sulit menumbuhkan minat ilmiah.

Dalam satu dekade terakhir, berbagai perguruan tinggi di Indonesia melaksanakan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dengan fokus pada peningkatan keterampilan mikroskopi. Program-program ini dilakukan oleh dosen, mahasiswa, dan mitra sekolah untuk membantu guru maupun siswa memahami penggunaan mikroskop serta mengembangkan keterampilan laboratorium dasar. Diharapkan bahwa pelatihan mikroskop ini bukan hanya sebatas aktivitas teknis, melainkan juga gerakan pedagogis untuk menumbuhkan literasi sains dan kompetensi abad ke-21.

Mikroskop merupakan salah satu media pembelajaran paling penting dalam biologi karena memungkinkan pengamatan objek mikroskopis yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Perannya sangat krusial dalam mendukung pemahaman konsep-konsep dasar seperti struktur sel, jaringan, mikroorganisme, serta berbagai proses biologis lain yang menuntut pengamatan langsung melalui eksperimen. Mikroskop menjadi sarana utama bagi siswa maupun calon guru untuk memahami konsep biologi secara konkret dan aplikatif (Nurtamara dkk, 2024). Pemahaman struktur sel dan jaringan tumbuhan menjadi bagian penting dalam pembelajaran IPA. Preparat anatomi tumbuhan dianggap sebagai media pembelajaran yang efektif karena dapat diamati langsung oleh siswa (Azizah dkk, 2025).

Penguasaan mikroskop yang baik juga berdampak langsung pada peningkatan keterampilan laboratorium, kemampuan observasi, dan ketepatan dalam melakukan praktikum biologi sehingga menjadi kompetensi wajib bagi pendidik sains. Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa kemampuan penggunaan mikroskop di sekolah masih tergolong rendah. Banyak guru belum memahami teknik operasional, perawatan, dan integrasi mikroskop dalam pembelajaran, sehingga penggunaannya dalam kegiatan praktikum belum optimal. Kondisi ini juga ditemukan pada berbagai institusi pendidikan, di mana keterbatasan fasilitas, minimnya pelatihan, serta kurangnya pengalaman praktik menyebabkan mikroskop jarang dimanfaatkan secara efektif dalam pembelajaran IPA/Biologi (Samiyarsih dkk, 2024). Bahkan, beberapa kegiatan pengabdian sebelumnya menunjukkan bahwa baik siswa maupun guru sering tidak familier dengan bagian-bagian mikroskop dan cara penggunaannya, sehingga pelatihan menjadi kebutuhan mendesak untuk meningkatkan kompetensi laboratorium dalam pembelajaran sains (Wiloso, 2023).

Kegiatan PKM ini dirancang untuk menjawab kebutuhan tersebut melalui *Pelatihan Integrasi Mikroskop dalam Pembelajaran* bagi guru-guru Yayasan Al Kindi Mas Akbar Makassar. Pelatihan ini bertujuan meningkatkan keterampilan guru dalam mengoperasikan mikroskop, membuat preparat sederhana, serta mengintegrasikannya dalam proses pembelajaran yang lebih interaktif, kontekstual, dan berbasis praktikum. Dengan peningkatan kompetensi guru, diharapkan kualitas pembelajaran biologi menjadi lebih efektif dan mampu menumbuhkan minat peserta didik terhadap sains.

Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian *Pelatihan Integrasi Mikroskop dalam Pembelajaran untuk Meningkatkan Kompetensi Guru* di lakukan pada tanggal 13-14 September di Yayasan Al-Kindi Mas Akbar Makassar. Peserta Pelatihan berjumlah 15 terdiri atas guru IPA dan Guru Biologi. Kegiatan pengabdian ini disusun dalam beberapa tahapan strategis yang saling berkesinambungan. Tahapan ini memastikan bahwa solusi yang ditawarkan tidak hanya menyelesaikan persoalan teknis guru dalam mengoperasikan mikroskop, tetapi juga membangun kapasitas pedagogis mereka untuk mengintegrasikan mikroskop ke dalam pembelajaran biologi secara berkelanjutan. Pelatihan dirancang secara teori-praktik, dan mencakup lima komponen utama:

1. Pemberian Materi

Materi meliputi: Jenis-jenis mikroskop dan fungsinya (Gambar 1); Bagian-bagian mikroskop dan mekanisme kerja; Teknik keselamatan dan perawatan mikroskop; Struktur dan fungsi setiap bagian; Prinsip kerja optik mikroskop; Standar operasional penggunaan; dan Model integrasi mikroskop dalam pembelajaran biologi. Materi teori dibuat interaktif menggunakan presentasi, gambar, dan alat demonstrasi. Tahap ini memberi landasan ilmiah sebelum peserta memasuki sesi praktik.



Gambar 1. *Penyampaian Materi*

2. Demonstrasi Penggunaan Mikroskop

Tim pengabdian menunjukkan teknik mengatur cahaya, menggunakan fokus kasar dan fokus halus pada bagian kondensor dan mengganti objektif, menyiapkan meja kerja laboratorium.

3. Praktik Penggunaan Mikroskop

Pada sesi ini peserta diminta untuk dapat mengoperasikan beberapa mikroskop secara mandiri (termasuk penggunaan optilab), mengamati preparat biologis (sel tumbuhan dan contoh preparat hewan), mencatat dan mendokumentasikan hasil observasi menggunakan kamera ponsel. Model praktik langsung merujuk pada berbagai pelatihan yang berhasil meningkatkan kompetensi hingga 75–95% setelah kegiatan diterapkan (Gazali dkk, 2025) yang menekankan bahwa praktik langsung adalah kunci keberhasilan pelatihan.



Gambar 2. Demonstrasi Penggunaan Mikroskop

4. Pembuatan Preparat Mikroskopis

Pembuatan preparat daun dengan menggunakan *stomatal printing*. Metode *stomatal printing* adalah teknik sederhana untuk memperoleh cetakan permukaan epidermis daun (terutama lokasi stomata) tanpa harus melakukan irisan jaringan atau mikroteknik kompleks. Teknik ini umum digunakan dalam praktikum anatomi tumbuhan karena cepat, murah, dan dapat digunakan pada berbagai jenis daun. Prinsip kerja metode ini adalah dengan cara 1). Membentuk cetakan negatif permukaan daun menggunakan bahan perekat (biasanya kuteks bening/*clear nail polish* atau lem PVAc). 2). Setelah kering, lapisan perekat dilepaskan sehingga struktur epidermis dan stomata menempel pada cetakan. 3). Cetakan kemudian ditempelkan pada kaca objek dan diamati menggunakan mikroskop. Teknik ini memungkinkan pengamatan bentuk Sel Penutup Stomata Jumlah Sel Tetangga dan Tipe Stomata (Anomositik, Aktinositik, Anisosotik dll) (Siti dkk, 2025).

5. Penerapan Teknologi

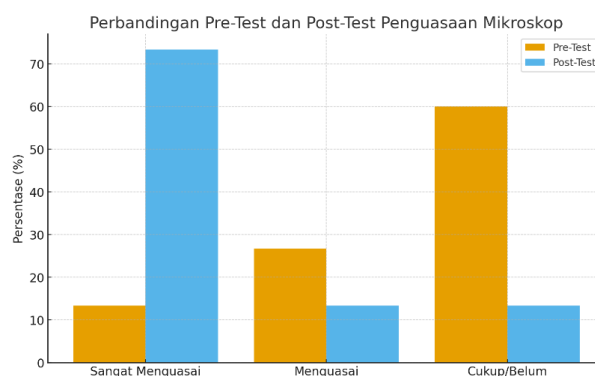
Pada kegiatan ini kami menggunakan beberapa jenis mikroskop dan menggunakan Mikroskop digital (Optilab) yang memungkinkan pengamatan sel dan jaringan menjadi lebih jelas melalui layar, memudahkan dokumentasi, serta memungkinkan penjelasan visual secara langsung kepada seluruh peserta didik. Dengan demikian, media ini memberi peluang besar bagi pendidik untuk membangun pembelajaran biologi yang lebih aktif, partisipatif, dan kontekstual. Selain itu, kegiatan memperkuat argumen bahwa penggunaan mikroskop tidak hanya bertujuan membantu siswa mengamati struktur mikroskopis, tetapi juga menjadi sarana untuk meningkatkan keterampilan proses sains seperti mengamati, menganalisis, dan menginterpretasi data. Metode ini sangat relevan dengan latar belakang kegiatan PKM yakni, mengintegrasikan mikroskop ke dalam pembelajaran berbasis teknologi sebagai bentuk peningkatan kompetensi guru. Dengan memadukan pelatihan dasar mikroskop dan dikombinasikan dengan teknologi, guru akan mampu: meningkatkan kualitas visualisasi materi, meningkatkan motivasi belajar siswa, dan menerapkan *blended learning* dalam praktikum.

6. Evaluasi

Penilaian keterampilan peserta dalam menggunakan mikroskop dilakukan melalui observasi langsung menggunakan delapan komponen utama (1) Mengenali bagian-bagian mikroskop, (2) Mengatur cahaya dan diafragma, fokus kasar dan halus, (3) Mengganti objektif dengan benar, (4) Menyiapkan meja kerja laboratorium, (5) Membuat preparat sederhana (*stomatal printing*), (6) Mengamati dan (7) Mendokumentasikan hasil melalui mikroskop digital (optilab), (8) Menginterpretasi hasil pengamatan mikroskopis. Setiap komponen menggambarkan aspek keterampilan teknis yang harus dikuasai oleh guru setelah mengikuti pelatihan. Pengamat memberikan skor dengan rentang 1 sampai 4 berdasarkan ketepatan dan kualitas pelaksanaan setiap langkah.

Hasil dan Pembahasan

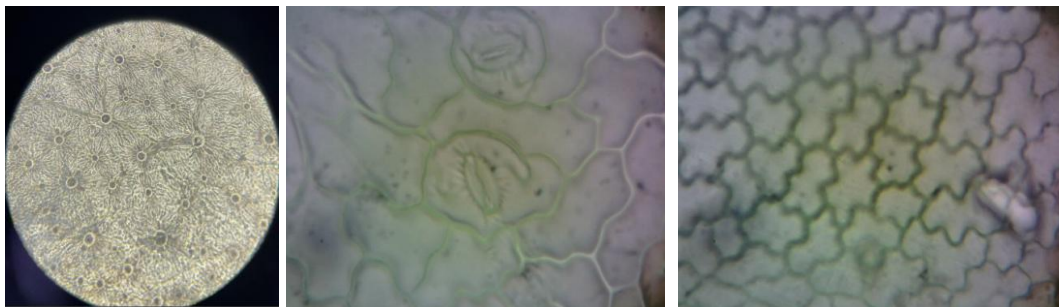
Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh kegiatan PKM yakni: Pemberian materi, demonstrasi alat, praktik langsung, penyiapan preparat dan evaluasi telah berhasil dilakukan. Pendekatan berbasis praktik langsung terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman dan kompetensi para guru di Yayasan Al-Kindi Mas Akbar Makassar (Gambar 3). Grafik perbandingan hasil pre-test dan post-test menunjukkan adanya peningkatan yang sangat signifikan pada kompetensi guru dalam mengoperasikan mikroskop setelah mengikuti pelatihan. Grafik batang memperlihatkan perubahan persentase pada tiga kategori penguasaan, yaitu *Sangat Menguasai*, *Menguasai*, dan *Cukup/Belum Menguasai*. Pada tahap pre-test, sebagian besar peserta masih berada pada kategori *Cukup/Belum Menguasai* dengan persentase sebesar 60%. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas guru belum memiliki keterampilan dasar yang memadai, baik dalam penggunaan fokus mikroskop, pengaturan cahaya, maupun pembuatan preparat sederhana. Sementara itu, hanya 13,3% peserta yang berada pada kategori *Sangat Menguasai* dan 26,7% masuk kategori *Menguasai*. Kondisi ini mengindikasikan rendahnya keterampilan awal guru dalam praktikum mikroskopi sebelum dilakukan pelatihan. Setelah pelatihan, grafik menunjukkan perubahan yang sangat jelas. Pada hasil post-test, kategori *Sangat Menguasai* meningkat tajam dari 13,3% menjadi 73,3%, menunjukkan bahwa sebagian besar guru telah mampu mengoperasikan mikroskop secara mandiri dan benar. Sementara itu, kategori *Menguasai* berada pada angka 13,3%, dan jumlah peserta yang masih berada dalam kategori *Cukup/Belum Menguasai* menurun drastis dari 60% menjadi hanya 13,3%.



Gambar 3. Hasil evaluasi kompetensi Guru

Secara keseluruhan, grafik perbandingan ini mengilustrasikan bahwa pelatihan berhasil meningkatkan keterampilan guru secara drastis. Adanya peralihan peserta dari kategori *Cukup/Belum Menguasai* ke kategori *Sangat Menguasai* menunjukkan bahwa pelatihan memberikan dampak nyata dan signifikan terhadap peningkatan literasi sains dan kompetensi laboratorium guru, selaras dengan tujuan utama program PKM.

Pergeseran signifikan ini menggambarkan efektivitas pelatihan dalam meningkatkan kompetensi guru. Metode pelatihan yang mencakup penyampaian materi, demonstrasi langsung, praktik penggunaan mikroskop, serta pembuatan preparat stomata, terbukti sangat membantu peserta dalam memahami teknik mikroskopi secara komprehensif. Selain itu, penggunaan mikroskop digital (optilab) (Gambar 4) juga mempercepat penguasaan peserta dalam melakukan dokumentasi hasil pengamatan.



Gambar 4. Hasil pengamatan menggunakan Mikroskop Digital dengan metode stomatal printing

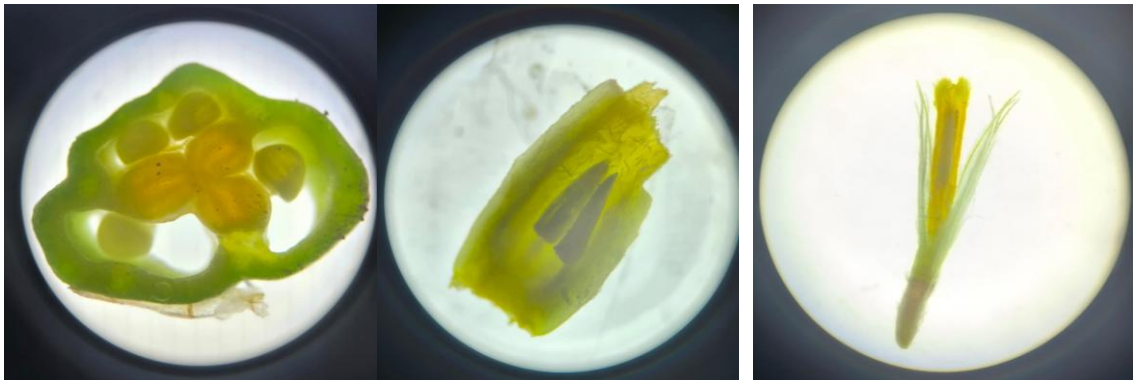
Secara keseluruhan, kegiatan ini diharapkan dapat memperkuat dasar pemikiran pelaksanaan pengabdian ini, mengenai perlunya pelatihan intensif bagi guru dalam penggunaan mikroskop. Dengan meningkatkan kemampuan guru dalam mengoperasikan mikroskop dan mengintegrasikannya dengan teknologi pembelajaran, kualitas proses belajar mengajar di sekolah dapat ditingkatkan secara signifikan. Tanpa peningkatan kompetensi pendidik, fasilitas laboratorium tidak akan berdampak optimal bagi peningkatan kualitas pendidikan biologi.

Meskipun laboratorium telah dilengkapi mikroskop digital dan perangkat penunjangnya, mahasiswa tetap mengalami kejenuhan dalam mengikuti praktikum. Hal ini disebabkan karena media pembelajaran tidak disiapkan secara interaktif, visualisasi kurang menarik, dan keterlibatan mahasiswa dalam proses pengamatan masih rendah. Temuan ini memperlihatkan bahwa keberadaan alat laboratorium saja tidak cukup; yang lebih penting adalah bagaimana alat tersebut digunakan secara efektif oleh pendidik agar memberikan pengalaman belajar yang bermakna. Berdasarkan penelitian tersebut, penggunaan mikroskop digital terbukti mampu meningkatkan kepercayaan diri mahasiswa dalam melakukan praktikum, meningkatkan pemahaman konsep, serta mengurangi kebosanan melalui visualisasi yang lebih menarik (Sugianto, dkk, 2019). Hal ini sejalan dengan prinsip pelatihan PKM ini untuk meningkatkan kompetensi guru agar mampu merancang pembelajaran yang lebih interaktif dan berorientasi pada praktik.

Dalam konteks ini, penelitian tersebut menegaskan bahwa mikroskop digital berpotensi meningkatkan minat dan produktivitas belajar apabila digunakan dengan pendekatan pembelajaran yang tepat, seperti *blended learning*. Mikroskop digital memungkinkan pengamatan sel dan jaringan menjadi lebih jelas melalui layar,

memudahkan dokumentasi, serta memungkinkan penjelasan visual (Gambar 5) secara langsung kepada seluruh peserta didik. Dengan demikian, media ini memberi peluang besar bagi pendidik untuk membangun pembelajaran biologi yang lebih aktif, partisipatif, dan kontekstual. Namun, keberhasilan penggunaan teknologi ini tetap bergantung pada kompetensi pendidik dalam memanfaatkannya.

Pelatihan yang dilakukan juga berkontribusi terhadap pemahaman pedagogis guru. pelatihan mampu meningkatkan kemampuan guru dalam menyusun perangkat pembelajaran yang memfasilitasi kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa (Daeng & Fitri, 2023).



Gambar 5. Hasil dokumentasi pengamatan menggunakan Mikroskop Digital

Kelemahan yang sering dialami para guru ada saat pengelolaan Laboratorium adalah mengoperasikan mikroskop, membuat preparat, dan mengintegrasikan aktivitas mikroskopi ke dalam pembelajaran. Kondisi ini mencerminkan kurangnya pemanfaatan optimal terhadap fasilitas dan media pembelajaran. Meskipun beberapa sekolah telah memiliki mikroskop, pemanfaatannya belum maksimal karena guru belum mendapatkan pelatihan yang memadai. Penggunaan mikroskop tidak hanya bertujuan membantu siswa mengamati struktur mikroskopis (Gambar 6), tetapi juga menjadi sarana untuk meningkatkan keterampilan proses sains seperti mengamati, menganalisis, dan menginterpretasi data. Penggunaan mikroskop digital terbukti mampu meningkatkan kepercayaan diri mahasiswa dalam melakukan praktikum, meningkatkan pemahaman konsep, serta mengurangi kebosanan melalui visualisasi yang lebih menarik. Hal ini sejalan dengan prinsip pelatihan PKM ini untuk meningkatkan kompetensi guru agar mampu merancang pembelajaran yang lebih interaktif dan berorientasi pada praktik.



Gambar 6. Penggunaan Mikroskop Digital pengamatan Stomata

Keterampilan pengoperasian mikroskop sangat menentukan ketajaman visualisasi dan akurasi informasi yang diperoleh dari pengamatan. Masalah jamur pada lensa, misalnya, dapat mengaburkan objek dan berdampak pada kesalahan interpretasi, yang pada akhirnya memengaruhi kualitas pembelajaran di kelas (Siti dkk, 2025).

Kegiatan ini juga diharapkan dapat membantu kompetensi guru IPA dengan keterbatasan alat laboratorium dan kurangnya kompetensi guru dalam memanfaatkan peralatan yang tersedia. Pelatihan ini menunjukkan peningkatan kompetensi guru dalam pembuatan alat peraga IPA serta penyusunan penuntun praktikum berbahan alam sekitar. Pembuatan preparat, kegiatan ini berhasil meningkatkan kemampuan guru dalam mengelola laboratorium serta merancang media pembelajaran yang lebih kontekstual dan aplikatif. Pendekatan praktis ini mendukung kebutuhan sekolah untuk melaksanakan pembelajaran IPA sesuai hakikatnya, yaitu berbasis proses ilmiah (Priyanka dkk, 2025).

Mikroskop dapat memberikan pengalaman belajar yang konkret, membantu siswa melihat objek yang sebelumnya abstrak, dan menumbuhkan rasa ingin tahu melalui kegiatan observasi langsung. Peran ini tidak akan optimal jika guru sendiri tidak menguasai teknik mikroskopi. Dengan demikian, pelatihan ini dapat membantu para guru untuk meningkatkan kemampuan dalam menyajikan pembelajaran yang lebih autentik dan bermakna bagi siswa.

Selain itu, pelatihan mikroskop tidak hanya berdampak pada kemampuan teknis guru, tetapi juga pada kualitas keseluruhan pembelajaran IPA dan Biologi. Guru yang terlatih dapat merancang kegiatan praktikum yang lebih variatif dan sesuai standar laboratorium sekolah, mengidentifikasi sel dan jaringan dengan benar, menginterpretasikan hasil pengamatan, dan membimbing siswa dalam metode ilmiah secara tepat (Harefa dkk, 2025).

Kesimpulan

Hasil analisis menunjukkan bahwa kegiatan PKM ini memiliki dampak nyata terhadap peningkatan kompetensi guru dalam penggunaan mikroskop. Model pengembangan kompetensi penggunaan mikroskop dapat diterapkan melalui pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) di bidang bioteknologi dan biologi pendidikan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pelatihan mikroskop ini tidak sekadar meningkatkan keterampilan teknis, tetapi juga memperkuat kapasitas guru dalam melakukan pembelajaran berbasis praktikum, meningkatkan literasi sains, serta meningkatkan kualitas pembelajaran biologi secara komprehensif. Pelatihan ini juga mampu menjadi model penguatan kompetensi pendidik yang sesuai dengan tuntutan Kurikulum Berdampak dan kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

Ucapan Terimakasih

Atas nama Tim Dosen Pengabdian Universitas Negeri Makassar, kami ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya atas kesempatan, kepercayaan, dan dukungan penuh yang telah Bapak/Ibu berikan kepada kami sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat dapat

terlaksana dengan lancar dan sukses. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Universitas Negeri Makassar atas kebijakan pendanaan dan fasilitas yang mendukung terlaksananya Tridharma Perguruan Tinggi. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Lembaga LP2M UNM atas pendanaan, bimbingan teknis, dan koordinasi yang baik sehingga program pengabdian ini dapat terwujud. Selain itu, ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Pihak Yayasan Al-Kindi Mas Akbar, Ketua Yayasan, Kepala Sekolah, Guru dan Staf, atas sambutan hangat, partisipasi aktif, kerja sama, dan kepercayaan yang diberikan kepada Tim Kami selama kegiatan berlangsung.

Kesempatan ini telah menjadi wadah yang sangat berharga bagi kami untuk menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi langsung kepada masyarakat. Semoga hasil dari kegiatan pengabdian ini dapat memberikan manfaat yang nyata dan berkelanjutan bagi kemajuan Pendidikan. Kami berharap sinergi positif ini dapat terus berlanjut di masa yang akan datang.

Referensi

- Azizah, A., Anwar, K., Habibi, A. R., Fathia, M., Winanda, W., & Berlyansah, A. (2025). Pelatihan penggunaan mikroskop binokuler dan trinokuler pada siswa SMA di Kota Batam. *Community Development Journal*, 6(4), 5379–5383.
- Daeng, K., & Fitri, S. (2023). PKM pelatihan integrasi HOTS dalam pengembangan modul ajar Kurikulum Merdeka pada guru Bahasa Indonesia tingkat SMP di Kabupaten Majene. *Jurnal Gembira (Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 1(1), 45–50
- Gazali, E. M., Ningsih, S., Yusrizal, Y., & Yusniawati, Y. (2025). Pelatihan pengenalan mikroskop bagi mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi. (PKM Report). Universitas Nahdlatul Wathan Mataram.
- Harefa, A., Zalukhu, L., Mendrofa, Y., & Laoli, T. (2025). Pelatihan penggunaan mikroskop untuk identifikasi sel dan jaringan di SMP Negeri 3 Sogae'adu Kabupaten Nias. (PKM Report). Universitas Nias Raya.
- Nurtamara, L., Amintarti, S., Ajizah, A., Irianti, R., & Widiyastuti, D. A. (2024). Pelatihan penggunaan mikroskop cahaya bagi mahasiswa Pendidikan Biologi FKIP ULM dengan menggunakan preparat segar. *Kayuh Baimbai: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 46–50.
- Priyanka, L. I Nyoman Selamat dan Ina Yuliana, (2025). Pelatihan dan bimbingan teknis pengembangan pembelajaran IPA berbasis praktikum. *Jurnal Widya Laksana*, 14(1), 105–113.
- Samiyarsih, S., Juwarno, Aryani, R. D., & Lestari, S. (2024). Pelatihan pembuatan preparat anatomi tumbuhan sebagai model pembelajaran dan penggunaan mikroskop bagi siswa SMP Boarding School Putra Harapan Purwokerto. *Prosiding PKM, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman*.
- Siti, M. Y. G., Missa, H., Ndukang, S., & Djalo, A. (2025). Pengembangan E-Atlas struktur sel epidermis dan stomata daun Lantana camara L. sebagai media pembelajaran. *Jurnal Media Informatika Budidarma (JUMIN)*, 6(2), 1321–1331.
<http://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jumin>.

- Sugianto, S., Fitriani, A., Anggraeni, S., & Setiawan, W. (2019). Kebutuhan media praktikum anatomi tumbuhan berbasis mikroskop digital sistem blended learning. *Jurnal Bio Educatio*, 4(1), 52–56.
- Wiloso, D. A. (2023). Pelatihan pengenalan dasar mikroskop polarisasi bagi siswa Praktek Kerja Lapangan (SMKN 2 Depok) di Laboratorium Sumber Daya Mineral, IST AKPRIND Yogyakarta. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia (JAMSI)*, 3(4), 1225–1232. <https://doi.org/10.54082/jamsi.840>