To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat
10-2026, Vol.9, No.3, hal,437-450
ISSN(P): 2622-6332; ISSN(E): 2622-6340
http://www.ojs.unanda.ac.id/index.php/tomaega

Pelatihan Biofotomikrografi untuk Meningkatkan Kompetensi Dokumentasi Mikroskopis Ilmiah Dosen dan Mahasiswa STIFA Pelita Mas Palu

Astija[1], Lestari MP. Alibasyah[2], Isnainar[3], Vita Indri Febriani[4*], Dwi Setyorini[5]

[1] Program Studi Pendidikan Sains Program Doktor, Universitas Tadulako
[2, 3, 4, 5] Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan , Universitas Tadulako

**Correspondent Email: if.vita17@gmail.com*

Article History:
Received: 12-09-2026; Received in Revised: 26-09-2026; Accepted: 01-10-2026
DOI: https://doi.org/10.35914/jf4rsr97

Abstrak

Perkembangan ilmu biologi, farmasi, dan kesehatan menuntut analisis objek mikroskopis yang akurat dan terstandar. Laboratorium mitra, STIFA Pelita Mas Palu, menghadapi tiga permasalahan, yaitu belum tersedianya sistem fotomikrografi digital terstandar, belum dikuasainya teknik kalibrasi dan pengukuran citra oleh mahasiswa dan dosen, dan belum terstandarnya dokumentasi citra sehingga belum memenuhi syarat publikasi. Kegiatan bertujuan menjawab ketiga permasalahan tersebut melalui pengembangan biofotomikrografi sederhana berbasis mikroskop konvensional, smartphone, dan ImageJ; pelatihan kompetensi; serta standarisasi dokumentasi. Metode berupa pelatihan (pemberian materi, demonstrasi, dan praktik dengan pendampingan) selama dua hari pada 7–8 September 2026, diikuti 45 peserta (9 dosen dan 36 mahasiswa asisten praktikum), dengan evaluasi pre-test dan post-test serta pengamatan keterampilan. Hasil menunjukkan sistem biofotomikrografi sederhana berhasil dirancang dan berfungsi sebagai alternatif ekonomis mikroskop digital, serta terjadi peningkatan pengetahuan peserta dari rata-rata pre-test 45,78 menjadi post-test 82,78 (N-gain 0,68; kategori sedang), dengan seluruh peserta (100%) mencapai skor minimal 70. Pada aspek keterampilan, peserta mampu melakukan seluruh tahapan biofotomikrografi, sebagian secara mandiri dan sebagian dengan pendampingan, dibuktikan melalui keberhasilan kalibrasi, pengukuran objek, dan penambahan skala ukur pada ImageJ. Dokumentasi citra distandarkan melalui penyertaan skala ukur dan penyusunan draf standar operasional prosedur. Antusiasme peserta yang tinggi menunjukkan kegiatan menjawab kebutuhan nyata mitra.

Kata Kunci: *Biofotomikrografi; ImageJ, Kalibrasi, Mikrometer; Mikroskop*

Abstract

Advances in biology, pharmacy, and health sciences demand accurate, standardized analysis of microscopic objects. The partner laboratory, STIFA Pelita Mas Palu, faced three problems: no standardized digital photomicrography system, students' and lecturers' limited mastery of image calibration and measurement, and non-standardized documentation not meeting publication requirements. It aimed to address these by developing a simple biophotomicrograph system using a conventional microscope, a

©To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

smartphone, and ImageJ; competence training; and documentation standardization. The method was training (material presentation, demonstration, and mentored practice) over two days on 7–8 September 2026, involving 45 participants (9 lecturers and 36 student laboratory assistants), evaluated through pre- and post-tests and skill observation. Results showed the system functioned as an economical alternative to integrated digital microscopes, and participants' knowledge increased from a pre-test mean of 45.78 to a post-test mean of 82.78 (N-gain 0.68; medium category), with all participants (100%) reaching a minimum score of 70. Participants performed all biophotomicrography stages, some independently and some with mentoring, evidenced by successful calibration, measurement, and scale-bar insertion in ImageJ. Documentation was standardized through a scale bar and a draft standard operating procedure, and participants' high enthusiasm indicated the activity met a real partner need.

Key Word: *Biophotomicrograph, ImageJ, Calibration, Micrometer, Microscope*

1. Pendahuluan

Teknik biofotomikrografi merupakan metode pengambilan citra objek berukuran mikro menggunakan mikroskop, yang objeknya kemudian diukur dengan mikrometer dan dianalisis menggunakan perangkat lunak seperti ImageJ (Astija et al., 2023). Teknik ini menjadi pendekatan penting dalam pengamatan, dokumentasi, dan analisis mikroobjek seperti sel dan jaringan tumbuhan maupun hewan, sel mikroorganisme, serta partikel biologis lainnya. Kemampuan ini penting bagi mahasiswa dan dosen yang melaksanakan praktikum dan penelitian laboratorium di bidang biologi, farmasi, dan kesehatan, karena citra mikroskopis yang sahih secara ilmiah harus memiliki kualitas gambar yang baik, dilengkapi skala ukur (*scale bar*), dan diambil dengan alat yang terkalibrasi (Astija et al., 2023; Schneider et al., 2012). Secara ideal, teknik ini dilakukan menggunakan mikroskop digital yang terintegrasi dengan kamera dan perangkat lunak analisis citra. Namun, harga perangkat tersebut sangat mahal sehingga ketersediaannya masih menjadi kendala utama di banyak institusi pendidikan, khususnya perguruan tinggi swasta atau institusi dengan keterbatasan sumber daya (Kim & Lee, 2024; Mazumder et al., 2022; Xu et al., 2024).

Beberapa kegiatan pengabdian terdahulu telah berupaya mengatasi keterbatasan ini, misalnya dengan memanfaatkan mikroskop dan *smartphone* untuk dokumentasi objek mikroskopis (Seumahu et al., 2024; Handayani, 2019), serta melatih keterampilan mikroteknik dan dokumentasi di bawah mikroskop bagi guru dan dosen biologi (Mertha et al., 2021; Mertha et al., 2023; Wiguna et al., 2023). Upaya-upaya tersebut menunjukkan bahwa pendekatan berbiaya rendah dapat menjadi solusi, namun umumnya belum menekankan standarisasi pengukuran melalui kalibrasi mikrometer secara khusus.

STIFA Pelita Mas Palu bergerak di bidang farmasi dan memiliki aktivitas pembelajaran serta penelitian laboratorium yang cukup intensif. Institusi ini dipilih sebagai mitra karena, meskipun aktivitas laboratoriumnya intensif, mitra menghadapi keterbatasan fasilitas dan keterampilan dokumentasi mikroskopis; selain itu, institusi ini memiliki kebutuhan nyata dan kesediaan bermitra untuk

©To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

mengembangkan sistem dokumentasi yang terstandar. Berdasarkan profil mitra, rata-rata 60 mahasiswa per semester mengikuti praktikum laboratorium, sekitar 30 mahasiswa per tahun melaksanakan penelitian tugas akhir yang membutuhkan dokumentasi mikroskopis, dan sekitar 8 dosen aktif melakukan penelitian berbasis laboratorium setiap tahunnya. Kebutuhan terhadap dokumentasi mikroskopis yang memadai tinggi, tetapi fasilitas dan keterampilan pendukungnya belum tersedia (Priyani & Nawawi, 2020). Berdasarkan analisis situasi, teridentifikasi tiga permasalahan utama mitra. Pertama, laboratorium belum memiliki sistem fotomikrografi digital yang terstandar, sehingga pengambilan citra masih menggunakan kamera *smartphone* secara langsung tanpa kalibrasi dan tanpa skala ukur, yang berdampak pada rendahnya kualitas data visual serta berpotensi menurunkan validitas hasil penelitian dan praktikum. Kedua, dari sisi hulu, mahasiswa dan dosen belum menguasai teknik biofotomikrografi yang benar, khususnya kalibrasi mikrometer dan pengukuran objek mikroskopis. Ketiga, dari sisi hilir dan sebagai konsekuensinya, citra yang dihasilkan belum terstandar sehingga belum optimal untuk dipublikasikan pada jurnal bereputasi karena belum memenuhi standar dokumentasi ilmiah (Faklaris et al., 2022; Hammer et al., 2021; Heddleston et al., 2021; Hellmich et al., 2024; Lin & Suzuki, 2024).

Ketiga permasalahan tersebut sebenarnya dapat diatasi karena mikroskop konvensional telah tersedia di laboratorium mitra. Dengan menambahkan komponen sederhana yang terjangkau, yaitu *smartphone*, *camera holder*, serta mikrometer objektif dan okuler, dipadukan dengan perangkat lunak ImageJ, sistem biofotomikrografi sederhana yang terstandar dapat dikembangkan sebagai alternatif ekonomis mikroskop digital dengan biaya relatif terjangkau namun tetap menghasilkan data yang akurat dan terstandar (Hammer et al., 2021; Heddleston et al., 2021; Nelson et al., 2021; You et al., 2021). Pendekatan ini telah diterapkan tim pada kegiatan sebelumnya di Politeknik Cenderawasih Palu dan terbukti menghasilkan prototipe fotomikrograf yang mampu mengukur objek mikro sesuai standar (Astija et al., 2023); kegiatan di STIFA Pelita Mas Palu merupakan kelanjutannya. Dalam kegiatan ini, tim pengabdi memperkenalkan istilah "biofotomikrograf" untuk menamai pendekatan pengambilan, pengukuran, dan analisis citra objek biologis mikroskopis yang dikembangkan, sebagai penegasan bahwa pendekatan ini menekankan objek biologis sekaligus standarisasi pengukurannya.

Pendekatan ini tidak hanya menyelesaikan permasalahan teknis, tetapi juga membuka peluang pengembangan kapasitas sumber daya manusia. Mahasiswa dapat dilatih dalam keterampilan praktis berbasis teknologi, seperti teknik pengambilan citra ilmiah, kalibrasi mikroskop, serta analisis data digital, sedangkan dosen dapat meningkatkan kualitas penelitian dan publikasi ilmiahnya, sehingga kegiatan ini berpotensi memberdayakan mitra secara berkelanjutan (Marcotti et al., 2025; Midtvedt et al., 2021; Schmied et al., 2024). Kegiatan ini juga memiliki

©To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

keterkaitan yang kuat dengan kebijakan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (Adrevi et al., 2025; Ananda et al., 2022; Susanti et al., 2023), khususnya dalam aspek pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*) dan peningkatan keterampilan praktis mahasiswa (Harlanu et al., 2024; Utami & Sitanggang, 2024; Yuanti et al., 2025), serta berkontribusi terhadap pencapaian Indikator Kinerja Utama (IKU) perguruan tinggi, terutama IKU 2, IKU 3, dan IKU 5. Istilah "biofotomikrograf" digunakan tim pengabdi untuk menamai pendekatan pengambilan, pengukuran, dan analisis citra objek biologis mikroskopis yang dikembangkan.

Berdasarkan uraian tersebut, kegiatan ini bertujuan untuk (1) mengembangkan sistem biofotomikrografi sederhana berbasis mikroskop konvensional dan *smartphone*; (2) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa serta dosen mitra dalam teknik kalibrasi dan pengukuran objek mikroskopis; dan (3) meningkatkan kualitas dokumentasi citra mikroskopis agar memenuhi standar ilmiah untuk menunjang praktikum dan publikasi penelitian.

2.Metode

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di laboratorium STIFA Pelita Mas Palu selama dua hari pada tanggal 7–8 September 2026, pukul 08.00–16.00 WITA setiap hari. Sasaran kegiatan adalah dosen dan mahasiswa asisten praktikum di lingkungan mitra, dengan jumlah peserta 45 orang yang terdiri atas 9 dosen dan 36 mahasiswa. Kegiatan dilaksanakan oleh tim pengabdi yang terdiri atas lima orang pengabdi dan dibantu oleh tiga orang mahasiswa Universitas Tadulako sebagai pembantu pelaksana. Metode utama yang digunakan adalah pelatihan (in-house training), yaitu pemaparan materi tentang substansi kegiatan yang disertai demonstrasi dan pelatihan pengoperasian sistem, dipadukan dengan pendampingan langsung kepada peserta.

Kegiatan dilaksanakan secara klasikal: seluruh peserta menyaksikan pemaparan dan demonstrasi pemateri utama melalui layar proyektor, kemudian mencoba mempraktikkan tahapan secara bergantian. Satu orang bertindak sebagai pemateri utama yang menjelaskan konsep dan mendemonstrasikan prosedur, sedangkan pengabdi lain bersama tiga mahasiswa pembantu pelaksana mendampingi peserta selama praktik. Media yang digunakan berupa smartphone yang terhubung ke laptop dan LCD proyektor agar peserta dapat menyaksikan proses secara langsung, dilengkapi video tutorial yang dapat diunduh peserta. Alat dan bahan yang digunakan meliputi mikroskop konvensional, smartphone, camera holder, mikrometer objektif (calibration slide), mikrometer okuler, laptop, perangkat lunak ImageJ, dan preparat objek.

Pelaksanaan kegiatan dirancang untuk menjawab tiga permasalahan mitra. Untuk permasalahan pertama, dilakukan perancangan dan perakitan sistem biofotomikrografi sederhana, meliputi pemasangan smartphone pada lensa okuler menggunakan holder, penyambungan perangkat ke laptop dan proyektor, serta

©To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

pemasangan mikrometer objektif dan okuler. Untuk permasalahan kedua, diberikan pelatihan kompetensi yang mencakup prinsip kalibrasi menggunakan mikrometer objektif dengan satu division bernilai 0,01 mm atau setara 10 µm, kalibrasi tidak langsung melalui fitur Set Scale pada ImageJ, pengukuran parameter objek menggunakan fitur measure, serta kalibrasi mikrometer okuler terhadap mikrometer objektif dengan menghitung nilai satu garis okuler pada tiap perbesaran. Untuk permasalahan ketiga, dilakukan standarisasi dokumentasi melalui pelatihan pengambilan citra yang benar, penambahan skala ukur pada citra, dan penyusunan draf standar operasional prosedur (SOP) dokumentasi mikroskopis.

Keberhasilan kegiatan dievaluasi menggunakan dua instrumen. Aspek pengetahuan (kognitif) diukur melalui pre-test dan post-test berupa 20 soal pilihan ganda dengan materi yang sama sebelum dan sesudah pelatihan; skor dikonversi ke skala 0–100. Peningkatan pengetahuan dihitung menggunakan skor N-gain dengan rumus N-gain = (skor post-test − skor pre-test) / (skor maksimal − skor pre-test), dengan kategori rendah (<0,30), sedang (0,30–0,70), dan tinggi (>0,70). Aspek keterampilan (psikomotorik) diamati selama praktik terhadap kemampuan peserta melakukan tahapan perakitan, kalibrasi, pengukuran, dan penambahan skala ukur, serta tingkat keterlibatannya.

3.Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian telah diikuti oleh 45 peserta yang terdiri atas 9 dosen dan 36 mahasiswa asisten praktikum, dan seluruh peserta mengikuti kegiatan hingga selesai selama dua hari dengan baik. Kegiatan difokuskan pada pengenalan, demonstrasi, dan praktik penggunaan sistem biofotomikrografi sederhana, serta diskusi penerapannya pada praktikum dan penelitian. Uraian hasil dan pembahasan disusun mengikuti tiga permasalahan mitra, dan pada setiap bagian disertakan bukti kualitatif berupa respons dan keterlibatan peserta serta bukti kuantitatif berupa hasil pre-test dan post-test sebagai penanda ketercapaian.



Gambar 1. Para Peserta Dosen & Mahasiswa STIFA Pelita Mas Palu

Permasalahan pertama, yaitu ketiadaan sistem fotomikrografi digital terstandar, dijawab melalui perancangan dan perakitan sistem biofotomikrografi sederhana secara langsung di hadapan peserta. Sistem dirakit dari mikroskop konvensional yang dilengkapi kamera atau smartphone melalui camera holder pada

©To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

lensa okuler, mikrometer objektif dan okuler sebagai alat kalibrasi, serta perangkat lunak ImageJ untuk analisis citra. Perangkat dihubungkan ke laptop dan proyektor sehingga objek dapat ditampilkan langsung di layar. Sistem berhasil dirakit dan berfungsi, serta mampu menampilkan dan mengukur objek mikroskopis. Seluruh komponen mudah diperoleh secara daring dengan biaya relatif terjangkau, sehingga sistem menjadi alternatif ekonomis terhadap mikroskop digital terintegrasi yang jauh lebih mahal. Keunggulan ini sejalan dengan kegiatan sebelumnya yang menghasilkan prototipe fotomikrograf sederhana untuk pengukuran objek mikro sesuai standar (Astija et al., 2023), serta dengan pemanfaatan mikroskop dan smartphone untuk dokumentasi objek mikroskopis pada kegiatan sejenis (Seumahu et al., 2024; Handayani, 2019; Wiguna et al., 2023). Peserta menyimak dan menanggapi proses perakitan; kendala yang muncul berupa penyesuaian holder dan kamera agar citra tidak bergeser serta penyambungan smartphone ke layar yang tidak selalu langsung berhasil, yang menunjukkan bahwa pemasangan komponen menuntut ketelitian dan menjadi bagian pengalaman belajar peserta.



Gambar 2. Pemasangan Sistem Biofotomikrograf

Permasalahan kedua, yaitu belum dikuasainya teknik kalibrasi dan pengukuran, dijawab melalui pemberian materi, demonstrasi, dan praktik dengan pendampingan. Peserta diperkenalkan pada prinsip kalibrasi menggunakan mikrometer objektif yang satu division-nya bernilai 0,01 mm atau setara 10 µm. Melalui ImageJ, citra mikrometer diambil sebagai citra standar, lalu skala ditetapkan menggunakan fitur Set Scale secara global sehingga berlaku untuk seluruh citra pada perbesaran yang sama, kemudian dipraktikkan pengukuran parameter objek menggunakan fitur measure.



Gambar 3. Pemaparan Materi & Praktik Langsung

©To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Peserta juga mempelajari kalibrasi mikrometer okuler terhadap mikrometer objektif, yaitu memasang mikrometer okuler di dalam lensa okuler, menyejajarkan skala okuler dengan skala objektif, lalu menghitung nilai satu garis okuler. Karena skala okuler tampak tetap sedangkan skala objektif berubah terhadap perbesaran, nilai satu garis okuler wajib dihitung ulang pada tiap perbesaran (Tabel 1).

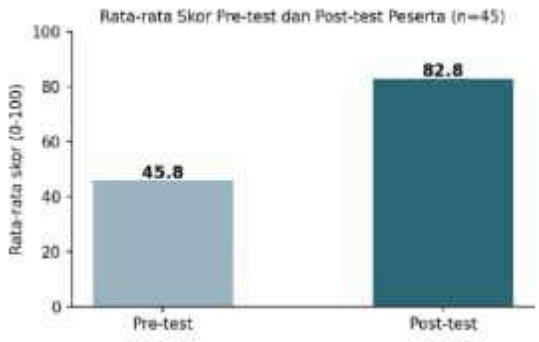
Tabel 1. Hasil Kalibrasi Mikrometer Okuler Pada tiap Perbesaran Objektif

Objektif	Kesejajaran teramati	Perhitungan	Nilai 1 garis okuler
4×	2 okuler = 5 objektif	(5 × 10) ÷ 2 = 50 ÷ 2	25 µm
10×	10 okuler = 10 objektif	(10 × 10) ÷ 10 = 100 ÷ 10	10 µm
40×	20 okuler = 5 objektif	(5 × 10) ÷ 20 = 50 ÷ 20	2,5 µm
100×	22 okuler = 2 objektif	(2 × 10) ÷ 22 = 20 ÷ 22	0,9 µm

Peningkatan pengetahuan peserta diukur melalui pre-test dan post-test. Hasil menunjukkan rata-rata skor meningkat dari 45,78 pada pre-test menjadi 82,78 pada post-test, dengan seluruh peserta mengalami peningkatan (Tabel 2, Gambar 4). Nilai N-gain sebesar 0,68 termasuk kategori sedang (mendekati tinggi), dan seluruh peserta (100%) mencapai skor minimal 70 pada post-test. Peningkatan ini menegaskan bahwa pelatihan berbasis praktik dengan pendampingan efektif meningkatkan pengetahuan peserta, sejalan dengan temuan pada kegiatan pengabdian serupa yang menggunakan evaluasi pre-test dan post-test (Jumardi et al., 2021; Mulyadi et al., 2025; Riswan et al., 2025).

Tabel 2. Ringkasan Hasil Pre-Test dan Post-Test Peserta (n = 45)

Aspek	Pre-test	Post-test	Selisih
Rata-rata skor	45,78	82,78	37,00
Skor minimum	30	70	–
Skor maksimum	65	100	–
N-gain (kategori)		0,68 (sedang)	
Peserta dengan skor ≥ 70	–	45 (100%)	



Gambar 4. Perbandingan Rata-Rata Skor Pre-Test dan Post-Test Peserta

©To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Pada aspek keterampilan (psikomotorik), penilaian dilakukan melalui pengamatan selama praktik. Karena kegiatan berlangsung klasikal dan peserta mencoba secara bergantian, tidak seluruh peserta sempat mempraktikkan setiap tahapan secara lengkap; namun, peserta yang memperoleh kesempatan mencoba mampu melakukan tahapan memasang holder dan smartphone pada okuler, memasang mikrometer okuler, menyejajarkan dan menghitung nilai garis okuler, menangkap citra, serta mengoperasikan ImageJ untuk menetapkan skala, mengukur objek, dan menambahkan scale bar dengan pendampingan tim pengabdi. Tahapan yang paling menuntut ketelitian adalah kalibrasi mikrometer okuler terhadap objektif, khususnya menghitung nilai satu garis okuler ketika perbesaran diubah dari 4×10 ke 10×10 dan seterusnya, pemasangan mikrometer okuler, serta pengoperasian ImageJ bagi peserta yang baru pertama menggunakannya. Kendala tersebut dapat diatasi melalui pendampingan langsung. Sebagai contoh penerapan, peserta melakukan pengukuran ukuran sel menggunakan sistem; hasil pengukuran objek pada sistem yang sama sebelumnya menunjukkan, misalnya, ketebalan objek daun terukur 500 µm pada perbesaran objektif 4× (Astija et al., 2023). Tingginya keterlibatan peserta sejalan dengan temuan pada kegiatan pengabdian sejenis (Mertha et al., 2021; Mertha et al., 2023; Marcotti et al., 2025).

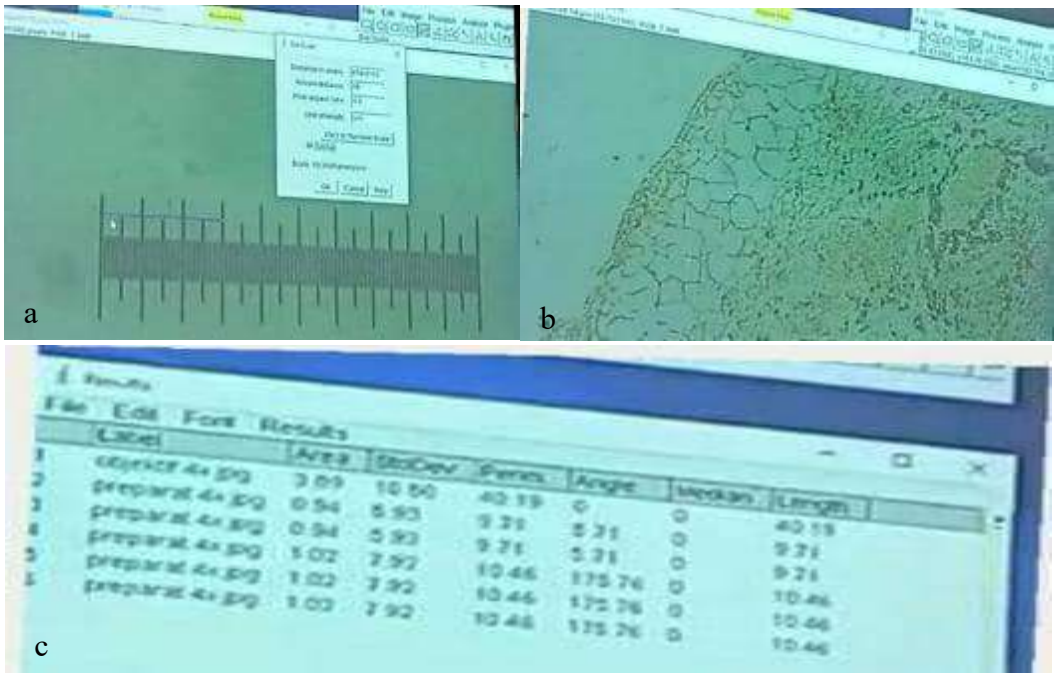
Tabel 3. Capaian Keterampilan Peserta Berdasarkan Pengamatan selama Praktik

Aspek keterampilan	Capaian
Memasang camera holder dan smartphone pada lensa okuler	Tercapai dengan pendampingan
Memasang mikrometer okuler ke dalam lensa okuler	Tercapai dengan pendampingan
Menyejajarkan skala okuler dengan skala objektif	Tercapai dengan pendampingan
Menghitung nilai 1 garis okuler (µm) pada tiap perbesaran	Tercapai mandiri
Menangkap citra objek melalui smartphone	Tercapai mandiri
Menetapkan skala di ImageJ (Set Scale)	Tercapai dengan pendampingan
Mengukur objek (diameter/keliling) dengan measure	Tercapai mandiri
Menambahkan scale bar pada citra	Tercapai mandiri

Tabel 3 menunjukkan bahwa keterampilan yang bersifat prosedural langsung, seperti menghitung nilai garis okuler, menangkap citra, mengukur objek, dan menambahkan scale bar, umumnya dapat dilakukan peserta secara mandiri, sedangkan keterampilan yang menuntut ketelitian mekanis dan pemahaman instrumen, yaitu memasang holder dan mikrometer okuler, menyejajarkan skala, serta menetapkan skala di ImageJ, tercapai dengan pendampingan. Bukti

©To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

keterampilan ini diperkuat oleh luaran nyata peserta, yaitu keberhasilan melakukan kalibrasi pada ImageJ, memperoleh citra objek, dan menghasilkan pengukuran objek pada jendela Results ImageJ (Gambar 4).



Gambar 4. Tahapan Biofotomikrografi yang dilakukan Peserta (a. Kalibrasi mikrometer objektif perbesaran 4× menggunakan fitur Set Scale pada ImageJ; b. Citra sel objek yang diamati dan diukur; c. Contoh hasil pengukuran objek pada jendela Results perangkat lunak ImageJ)

Permasalahan ketiga, yaitu belum terstandarnya dokumentasi citra, dijawab melalui penekanan pada standarisasi dokumentasi dan penyusunan prosedur baku. Tim menegaskan bahwa citra ilmiah yang sahih harus memuat skala ukur (scale bar) agar ukuran objek dapat diinterpretasikan secara akurat tanpa bergantung pada tingkat perbesaran maupun pembesaran atau pengecilan gambar, dengan analogi skala pada peta. Peserta dilatih menambahkan scale bar pada citra melalui ImageJ dan menyimpan berkas dalam format standar. Penekanan pada dokumentasi yang terstandar ini penting karena kualitas dan keterulangan citra mikroskopis menjadi syarat pelaporan ilmiah yang baik dan dapat direplikasi (Faklaris et al., 2022; Heddleston et al., 2021; Hammer et al., 2021; Schmied et al., 2024). Temuan penting yang disampaikan adalah bahwa kalibrasi manual menggunakan mikrometer dapat lebih akurat daripada perangkat lunak bawaan sebagian mikroskop pabrikan, sehingga peserta dianjurkan memverifikasi skala secara mandiri; hal ini sejalan dengan pentingnya penggunaan standar kalibrasi yang tertelusur (Hellmich et al., 2024; You et al., 2021).

©To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



Gambar 5. Peserta Bertanya dan Menyimak

Sebagai luaran keberlanjutan, tim bersama peserta menyusun draf SOP dokumentasi mikroskopis yang merangkum langkah perakitan, kalibrasi, pengukuran, dan penambahan skala ukur; draf ini masih memerlukan penyempurnaan sebelum ditetapkan sebagai SOP baku laboratorium mitra. Bukti relevansi tampak dari diskusi yang berlangsung aktif: peserta bertanya dan merespons mengenai penerapan teknik pada penelitian histopatologi, proses fiksasi dan pengawetan jaringan dengan formalin, serta pemilihan bagian objek yang relevan untuk didokumentasikan, misalnya pemfokusan pada sel beta pada preparat pankreas. Diskusi ini menunjukkan bahwa keterampilan biofotomikrografi relevan dengan kebutuhan riset laboratorium peserta, khususnya untuk menghasilkan dokumentasi yang terukur dan layak publikasi.



Gambar 6. Draf SOP Sistem Biofotomikrograf

4.Kesimpulan

Kegiatan pengabdian ini berhasil menjawab tiga permasalahan mitra di STIFA Pelita Mas Palu. Sistem biofotomikrografi sederhana berbasis mikroskop konvensional, smartphone, mikrometer, dan perangkat lunak ImageJ berhasil dirancang dan berfungsi di hadapan 9 dosen dan 36 mahasiswa asisten praktikum sebagai alternatif ekonomis mikroskop digital. Melalui pemberian materi, demonstrasi, dan praktik dengan pendampingan, pengetahuan peserta meningkat dari rata-rata pre-test 45,78 menjadi post-test 82,78 dengan N-gain 0,68 kategori sedang, dan seluruh peserta mencapai skor minimal 70, sementara keterampilan peserta yang mencoba dapat dicapai dengan pendampingan. Dokumentasi citra distandarkan melalui penyertaan skala ukur dan penyusunan draf standar

©To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

operasional prosedur agar memenuhi syarat publikasi. Antusiasme peserta yang tampak dari keaktifan bertanya dan merespons menunjukkan bahwa kegiatan menjawab kebutuhan nyata mitra. Untuk keberlanjutan, disarankan pendampingan praktik mandiri lanjutan agar seluruh peserta menguasai teknik secara menyeluruh, serta finalisasi draf prosedur menjadi acuan baku laboratorium mitra.

5.Ucapan Terimakasih

Tim mengucapkan terima kasih kepada DIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Tadulako atas dukungan dana, dan kepada STIFA Pelita Mas Palu atas penyediaan fasilitas dan kesediaannya menjadi mitra kegiatan pengabdian ini.

6. Daftar Pustaka

Adrevi, C., Sujarwo, & Safitri, D. (2025). Merdeka belajar kampus merdeka (MBKM): Evaluasi implementasi dan dampaknya terhadap kesiapan kerja mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia, 3*(2), 19–28. https://doi.org/10.61404/jimi.v3i2.377

Ananda, R. R., Suardi, A., & Ratnasari, D. (2022). Pengembangan kurikulum merdeka belajar-kampus merdeka (MBKM) pada perguruan tinggi keislaman (PTKI). *Islamika: Jurnal Keislaman dan Ilmu Pendidikan, 4*(3), 224–236. https://doi.org/10.36088/islamika.v4i3.1868

Astija, Suleman, S. M., Bialangi, M. S., Febriani, V. I., & Afiat, N. (2023). Biophotomicrograph, an alternative technique for measuring micro-sized biological objects. *International Journal of Innovative Science and Research Technology, 8*(8), 1123–1130. https://doi.org/10.5281/zenodo.830394

Faklaris, O., Bancel-Vallée, L., Dauphin, A., Monterroso, B., Frère, P., Geny, D., … Guilbert, T. (2022). Quality assessment in light microscopy for routine use through simple tools and robust metrics. *The Journal of Cell Biology, 222*(11). https://doi.org/10.1083/jcb.202107093

Hammer, M., Huisman, M., Rigano, A., Boehm, U., Chambers, J. J., Gaudreault, N., … Strambio-De-Castillia, C. (2021). Towards community-driven metadata standards for light microscopy: Tiered specifications extending the OME model. *Nature Methods, 18*, 1428–1441. https://doi.org/10.1038/s41592-021-01327-9

Handayani, S. (2019). Penerapan mikroskop digital dengan bantuan smartphone android sebagai media pembelajaran IPA. *SAP: Susunan Artikel Pengabdian, 4*(1), 46–52. https://doi.org/10.30998/sap.v4i1.3611

Harlanu, M., Suryanto, A., & Achmadi, T. A. (2024). The impact of Merdeka Belajar Kampus Merdeka (emancipated learning) and motivation on students'

©To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

learning outcomes in higher education in Indonesia. *Journal of Curriculum and Teaching, 13*(2), 299–307. https://doi.org/10.5430/jct.v13n2p299

Heddleston, J. M., Aaron, J. S., Khuon, S., & Chew, T. L. (2021). A guide to accurate reporting in digital image acquisition – can anyone replicate your microscopy data? *Journal of Cell Science, 134*(6). https://doi.org/10.1242/jcs.254144

Hellmich, C., Heinrich, L., Hemmleb, M., Bütefisch, S., Welmann, T., & Kroker, S. (2024). Process development and validation of next generation 3D calibration standards. *Measurement Science and Technology, 35*. https://doi.org/10.1088/1361-6501/ad4dc3

Jumardi, A., Nurfalaq, A., & Manrulu, R. H. (2021). Informasi geospasial untuk meningkatkan kompetensi guru geografi di Kabupaten Luwu. *To Maega: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 4*(3), 291–303. https://doi.org/10.35914/tomaega.v4i3.823

Kim, J., & Lee, S. J. (2024). Digital in-line holographic microscopy for label-free identification and tracking of biological cells. *Military Medical Research, 11*(38), 1–24. https://doi.org/10.1186/s40779-024-00541-8

Lin, C.-C., & Suzuki, A. (2024). Calibrating fluorescence microscopy with 3D-Speckler (3D fluorescence speckle analyzer). *Bio-Protocol, 14*(16). https://doi.org/10.21769/BioProtoc.5051

Marcotti, S., Jones, M. L., Slater, T. J. A., & Barry, D. J. (2025). Enhancing research through image analysis workshops: Experiences and best practices. *Microscopy Research and Technique, 88*(4), 922–935. https://doi.org/10.1002/jemt.24769

Mazumder, N., Kao, F., Mahato, K. K., & Vitkin, A. (2022). Label-free polarization-resolved optical microscopy for biomedical applications. *Frontiers in Physics, 10*. https://doi.org/10.3389/fphy.2022.831177

Mertha, I. G., Bachtiar, I., Merta, I. W., & Bahri, S. (2023). Pelatihan pembuatan preparat mitosis pada guru-guru biologi di Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA, 6*(4), 1188–1194. https://doi.org/10.29303/jpmpi.v6i4.6445

Mertha, I. G., Idrus, A. Al, Raksun, A., Merta, I. W., & Bahri, S. (2021). Pelatihan preparasi kromosom dan analisis karyotipe pada dosen-dosen biologi di Universitas Nahdlatul Wathan Mataram. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA, 4*(4), 376–382. https://doi.org/10.29303/jpmpi.v3i2.1162

Midtvedt, B., Helgadottir, S., Argun, A., Pineda, J., Midtvedt, D., & Volpe, G. (2021). Quantitative digital microscopy with deep learning. *Applied Physics Reviews, 8*(1). https://doi.org/10.1063/5.0034891

©To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Mulyadi, D., Amelia, D., Rusman, Fathoni, T., Rienovita, E., Shafarwati, D. A., & Susanti, L. (2025). Pelatihan peningkatan kompetensi digital guru di daerah Palabuhanratu Kabupaten Sukabumi untuk optimalisasi penggunaan Platform Merdeka Mengajar. *To Maega: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 8*(1), 37–51. https://doi.org/10.35914/tomaega.v8i1.2919

Nelson, G., Boehm, U., Strambio-De-Castillia, C., & Nitschke, R. (2021). QUAREP-LiMi: A community-driven initiative to establish guidelines for quality assessment and reproducibility for instruments and images in light microscopy. *Journal of Microscopy, 284*(1), 56–73. https://doi.org/10.1111/jmi.13041

Priyani, N. E., & Nawawi. (2020). Pembelajaran IPA berbasis ethno-STEM berbantu mikroskop digital untuk meningkatkan keterampilan proses sains di sekolah perbatasan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan, 1*(2), 99–104. https://doi.org/10.24176/wasis.v1i2.5435

Riswan, M., Akbar, S., Sogalrey, F. A. M., & Bubui, E. B. (2025). Sosialisasi dan pelatihan penggunaan aplikasi CBT E-Ujian dalam meningkatkan literasi digital guru di SMK Negeri 3 Jayapura. *To Maega: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 8*(3), 512–526. https://doi.org/10.35914/n9j6xv10

Schmied, C., Nelson, M. S., Avilov, S., Bakker, G., Bertocchi, C., Bischof, J., … Conde-Sousa, E. (2024). Community-developed checklists for publishing images and image analyses. *Nature Methods, 21*, 170–181. https://doi.org/10.1038/s41592-023-01987-9

Schneider, C. A., Rasband, W. S., & Eliceiri, K. W. (2012). NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods, 9*(7), 671–675. https://doi.org/10.1038/nmeth.2089

Seumahu, C. A., Leimena, H. E. P., Sahertian, D. E., & Ukratalo, A. M. (2024). Pelatihan pengamatan sel dengan mikroskop Olympus CX-21 dan dokumentasi sel menggunakan smartphone bagi siswa dan guru MA Al-Muluuk Persis Telaga Kodok, Leihitu, Kabupaten Maluku Tengah. *Innovation for Community Service Journal, 2*(1), 56–61. https://doi.org/10.30598/icsj.v2i1.12486

Susanti, N., Salam, R., Setyowati, R. D. E., Simbolon, B. R., Sukumardojo, T., Alhamda, S., Amin, F., & Prasetyo, D. (2023). The evaluation of "Merdeka Belajar-Kampus Merdeka" program: A breakthrough or a wrong way. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan, 15*(1), 882–892. https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i1.2942

Utami, N., & Sitanggang, M. L. (2024). The analysis of experiential learning activities within the Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) program on the academic motivation of higher education students. *Jurnal MEBIS: Manajemen dan Bisnis, 9*(1), 35–48.

©To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Wiguna, G. A., Kamaluddin, Makin, F. M. P. R., Welsiliana, Hanas, Dicky, F., & Paramita, D. A. (2023). Pelatihan pengembangan mikroskop digital sebagai media pembelajaran di SMAN 3 Kefamenanu. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara, 4*(4), 4636–4642. https://doi.org/10.55338/jpkmn.v4i4.1980

Xu, F., Wu, Z., Tan, C., Liao, Y., Wang, Z., Chen, K., & Pan, A. (2024). Fourier ptychographic microscopy 10 years on: A review. *Cells, 13*(4). https://doi.org/10.3390/cells13040324

You, S., Chao, J., Cohen, E. A. K., Ward, S., & Ober, R. J. (2021). Microscope calibration protocol for single-molecule microscopy. *Optics Express, 29*(1), 182–207. https://doi.org/10.1364/OE.408361

Yuanti, Y., Nurhidayah, Hanim, S. A., & Akbar, K. F. (2025). Analysis of the effectiveness of project-based learning in improving 21st century skills of students in Indonesian higher education institutions. *Jurnal Belaindika: Pembelajaran dan Inovasi Pendidikan, 7*(1), 34–47. https://doi.org/10.52005/belaindika.v7i1.382

©To Maega | Jurnal Pengabdian Masyarakat. This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).