

## Pendampingan dan Peningkatan Kompetensi Praktek Biologi Mikroskopis bagi Siswa SMP Djama'atul Ichwan, Surakarta

**Elisa Herawati\*, Shanti Listyawati, Tetri Widiyani, Agung Budiharjo, Okid Parama Astirin**

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

\*Email: [elisahera@staff.uns.ac.id](mailto:elisahera@staff.uns.ac.id)

Submitted: 8 Juni 2024, Revised: 15 Juni 2024, Accepted: 16 Juni 2024, Published: 16 Juni 2024

### Abstrak

Biologi mikroskopis mempelajari organisme pada level seluler dan menjadi bagian tak terpisahkan dari pengetahuan IPA modern. Di SMP Djama'atul Ichwan Surakarta, keterbatasan fasilitas membuat pembelajaran konsep-konsep biologi mikroskopis sulit dibarengi dengan pengalaman praktek di laboratorium sekolah. Mitra mengharapkan ada pendampingan untuk meningkatkan kompetensi praktek pada mata pelajaran biologi. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan kompetensi praktek dan wawasan umum siswa mengenai biologi mikroskopis yang tercakup dalam materi IPA di SMP. Kompetensi praktek biologi mikroskopis yang belum maksimal pada mitra berakar dari tidak adanya laboratorium IPA, media praktikum, dan mikroskop. Tim PKM UNS menghadirkan solusi berupa program pendampingan kepada siswa selama satu semester yaitu, 1) pengenalan mikroskop dan aplikasinya; 2) praktek membuat preparat mikroskopis sederhana sesuai materi SMP; 3) pengadaan mikroskop cahaya; modul praktikum; *foldscope* untuk mitra; 4) komunikasi selama semester berjalan dan umpan balik mengenai aktivitas praktikum dengan mikroskop di SMP. Keberhasilan kegiatan dapat dilihat dari indikator skor *pre-/post-test*, aktivitas praktikum, dan pengadaan mikroskop untuk SMP. Siswa menjadi paham prinsip kerja dan aplikasi mikroskop untuk visualisasi struktur seluler dan jaringan, hal ini tampak dari peningkatan skor *post-test* (>25% kenaikan skor) pada 72% siswa. Pada sesi praktikum, siswa mampu membuat dua preparat berbeda untuk diamati dengan mikroskop dan diidentifikasi bagian-bagiannya. Selanjutnya, siswa dapat melakukan praktek mandiri di SMP menggunakan mikroskop dari investasi kegiatan pengabdian ini

**Kata kunci:** kompetensi praktik, biologi mikroskopis

### Abstract

*Microscopic biology studies organisms at the cellular level and is an integral part of modern scientific knowledge. At Djama'atul Ichwan Junior High School, Surakarta, limited facilities make it difficult to learn microscopic biology concepts and gain practical experience in the school laboratory. The school hope for assistance to improve practical competence in biology subjects. This community service aims to improve the student's practical competence and general insight into microscopic biology as covered in science material in junior high schools. The school's lack of competency in practical microscopic biology stems from the absence of science laboratories, practical media, and microscopes. The UNS PKM team presents a solution in the form of a mentoring program for students over one semester, which includes: 1) an introduction to microscopes and their applications; 2) practice making simple microscopic preparations according to junior high school material; 3) procurement of a light microscope, practicum modules, and foldscopes for the school; 4) ongoing communication and feedback regarding practical activities with microscopes throughout the semester. The success of the activity can be measured by pre- and post-test scores, practical sessions, and the procurement of microscopes for the school. Students understand the principal work and application of microscopes for visualizing cellular and tissue structures, as evidenced by over 25% increase in post-test scores for 72% of students. In the practical sessions, students were able to make two different preparations for observation under a microscope and identify their parts. Furthermore, students will be able to practice microscopic biology independently in their school using the microscopes provided through this community service activity.*

**Keywords:** practical competence; microscopic biology



**Cite this as:** Herawati, E., Listyawati, S., Widiyani, T., Budiharjo, A., Astirin, O. P. 2024. Pendampingan Dan Peningkatan Kompetensi Praktek Biologi Mikroskopis Bagi Siswa SMP Djama'atul Ichwan, Surakarta. *Jurnal SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni bagi Masyarakat)*, 13(2). 161-168. doi: <https://doi.org/10.20961/semar.v13i2.87836>

## Pendahuluan

### A. Latar Belakang dan Permasalahan

Mata pelajaran biologi merupakan salah satu komponen dari mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di Sekolah Menengah Pertama (SMP). Struktur kurikulum biasanya mencakup pembelajaran konsep-konsep dasar biologi seperti sel, organisme, ekosistem dan interaksinya dengan makhluk hidup. Siswa diajarkan untuk memahami konsep-konsep tersebut melalui pembelajaran teoritis, eksperimen, dan kegiatan praktek lainnya. Kurikulum SMP, termasuk untuk mata pelajaran biologi, didesain untuk mencakup standar kompetensi dan kompetensi dasar yang telah ditetapkan dalam Kurikulum 2013 (Permen Nomor 47 Tahun 2023). Di dalamnya terdapat pembelajaran kontekstual, yaitu mencoba mengaitkan pembelajaran biologi dengan konteks kehidupan sehari-hari dan lingkungan sekitar siswa, agar materi yang diajarkan memiliki relevansi dan dapat dipahami dengan lebih baik.

Laboratorium dan mikroskop memiliki peran sangat penting dalam pembelajaran biologi di SMP. Laboratorium memberikan kesempatan kepada siswa untuk mendapatkan pengalaman praktek dengan konsep-konsep biologi yang mereka pelajari di kelas. Melalui eksperimen dan kegiatan praktek, siswa dapat melihat secara langsung bagaimana konsep-konsep tersebut beroperasi dalam kehidupan nyata (Hofstein and Lunetta, 2004; Lee *et al.*, 2020). Alat laboratorium paling dasar dalam pelajaran biologi adalah mikroskop. Hal ini dikarenakan pelajaran biologi mencakup level organisme tingkat tinggi (multiseluler) sampai terendah (uniseluler), termasuk kajian struktur sel dan jaringan (Sheppard and Robbins, 2007; Maryana dkk., 2021; Momsen *et al.*, 2022). Dengan demikian, pembelajaran biologi perlu didukung dengan visualisasi menggunakan mikroskop.

Mikroskop memungkinkan siswa untuk melakukan pengamatan langsung terhadap struktur sel dan organisme mikroskopis yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang (Wollman *et al.*, 2015; Herawati dkk., 2020). Dengan melihat sel, bakteri, dan organisme kecil lainnya di bawah mikroskop, siswa dapat mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang kehidupan di tingkat mikroskopis.

SMP Djama'atul Ichwan (DJI) beralamatkan Jl. Dr. Radjiman, Gg. Tirtosumirat, Kecamatan Laweyan, Surakarta. SMP ini didirikan pada tahun 2013 dengan status swasta di bawah Yayasan Pendidikan Djama'atul Ichwan (<https://smp.djamaatulichwan.sch.id/read/2/profil>). Siswa kelas VII berjumlah 14, kelas VIII berjumlah 15, dan kelas IX berjumlah 16, sehingga total siswa sebanyak 45 menurut catatan tahun 2024. Sesuai misi SMP DJI, pembelajaran mengedepankan aspek pengembangan diri siswa seutuhnya dan menggali potensi positif siswa agar berprestasi optimal.

Kenyataannya, hal ini belum didukung oleh sarana prasarana yang optimal. SMP DJI belum memiliki laboratorium IPA dan tidak memiliki mikroskop, media khusus untuk observasi dan praktikum biologi di laboratorium. Berdasarkan diskusi awal, pihak SMP DJI (mitra) mengharapkan ada pendampingan untuk meningkatkan kompetensi praktek siswa pada mata pelajaran biologi. Mitra secara khusus menyampaikan keterbatasan belum bisa memfasilitasi pembelajaran biologi menggunakan mikroskop.

SMP DJI mencoba mengatasi keterbatasan fasilitas belajar dengan jalan *outing class*, antara lain dengan kunjungan ke fasilitas Universitas Sebelas Maret (UNS). Kegiatan yang melibatkan pihak luar tentu harus menyesuaikan dengan ketersediaan waktu pihak yang dikunjungi dan pembelajaran cenderung kurang intens. Beberapa kegiatan *outing class* yang pernah dilakukan untuk mendukung pembelajaran IPA antara lain, belajar nutrisi pakan hewan di Fakultas Pertanian UNS dan membudayakan literasi melalui kunjungan ke Perpustakaan UNS. Kasus-kasus di atas menunjukkan tantangan pelaksanaan *outing class* yang selama ini dihadapi SMP, yaitu terkait fleksibilitas waktu, relevansi materi, dan dana.



## B. Solusi Permasalahan

Tim Program Kemitraan Masyarakat (PKM) Prodi Biologi FMIPA UNS menyadari pentingnya akses laboratorium dan mikroskop sehingga berinisiatif memberikan pendampingan untuk meningkatkan kompetensi praktek biologi mikroskopis bagi siswa SMP DJI. Adapun uraian kegiatan sebagai berikut (Gambar 1).

### B.1. Pengenalan mikroskop dan gambaran tentang obyek biologi mikroskopis

Siswa diajarkan cara menggunakan mikroskop dan memahami prinsip dasar pengamatan mikroskopis, seperti fokus dan pencahayaan. Obyek biologi yang diamati meliputi jaringan hewan yang dibuat preparat awetan. Melalui kegiatan ini, siswa dapat memahami struktur dan fungsi sel/jaringan yang tidak dapat terlihat dengan mata telanjang. Manfaatnya mencakup pengembangan keterampilan observasi, pemahaman konsep biologi, dan penguatan daya analisis.

### B.2. Praktek membuat preparat mikroskopis sederhana sesuai materi SMP

Siswa mempraktekan langkah-langkah membuat preparat, seperti pemilihan dan penanganan sampel, penggunaan larutan pewarna, serta teknik penutupan spesimen agar awet dan bisa diamati. Jenis preparat yang dibuat siswa adalah sel epitel mukosa dari rongga mulut dan apus darah. Manfaat yang diperoleh siswa mencakup peningkatan ketrampilan memanipulasi alat, pemahaman proses biologis secara langsung, serta penguatan konsep sains.

### B.3. Pengadaan 1-unit mikroskop cahaya (*compound microscope*) untuk mitra berikut preparat dan modul praktikum

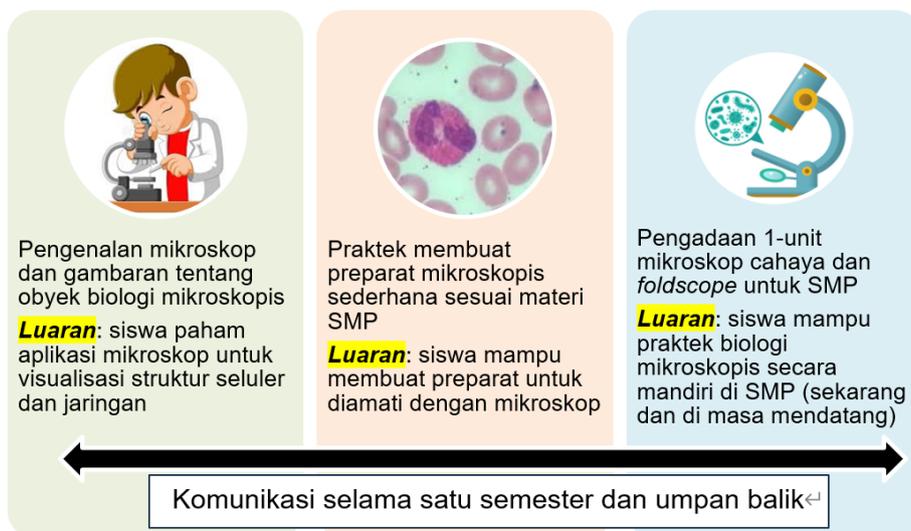
Satu unit mikroskop cahaya dan preparat awetan diserahkan ke SMP DJI agar seterusnya bisa digunakan untuk pengamatan bagi siswa. Tim PKM memberikan pemaparan singkat penggunaan mikroskop serta petunjuk praktikum.

### B.4. Pengadaan *foldscope* (mikroskop kertas/lipat) untuk mitra

*Foldscope* menjadi alat bantu tambahan selain mikroskop cahaya yang disebutkan di atas. Kepraktisan *foldscope* memungkinkan siswa untuk membawa mikroskop dengan mudah ke mana-mana, menghilangkan keterbatasan aksesibilitas alat laboratorium (Herawati dkk., 2020). *Foldscope* juga mendukung pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif dan eksploratif, memfasilitasi pengamatan langsung di luar kelas dan memperluas cakupan materi biologi yang dapat dipelajari siswa. Dengan demikian, *foldscope* tidak hanya memudahkan akses terhadap alat mikroskopis, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang lebih dinamis dan mendalam bagi siswa SMP.

### B.5. Komunikasi selama semester berjalan dan umpan balik

Komunikasi yang terbuka antara Tim PKM dengan guru dan siswa memungkinkan pertukaran informasi secara efisien mengenai kemajuan siswa, hambatan belajar, dan perluasan materi yang diperlukan. Komunikasi ini juga memungkinkan Tim PKM untuk lebih memahami kebutuhan dan gaya belajar individu siswa. Selain itu, umpan balik terhadap kegiatan pembelajaran, baik dari guru maupun siswa, menjadi instrumen penting untuk mengidentifikasi keberhasilan dan area perbaikan.



Gambar 1. Skema pendampingan dan luaran untuk tiap solusi yang ditawarkan

## Metode Pelaksanaan

### A. Sasaran dan partisipasi mitra

Sasaran kegiatan ini adalah siswa-siswi kelas VII dan VIII SMP DJI. Jumlah peserta dari SMP yaitu 29 siswa, 5 guru, sedangkan dari Tim PKM sebanyak 5 dosen dan 6 mahasiswa. Siswa kelas IX tidak dapat diikutsertakan dikarenakan jadwal persiapan ujian kelulusan yang padat. Kontribusi dari SMP adalah menyediakan lokasi dan biaya perjalanan ke UNS menjadi tanggung jawab mitra.

### B. Teknis pelaksanaan kegiatan

Kegiatan PKM bertempat di SMP DJI dan di Prodi Biologi, FMIPA UNS. Metode pelaksanaan berupa kelas interaktif, praktek di laboratorium, dan pendampingan lanjutan. Adapun rincian aktivitas pendampingan, waktu, tempat, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Rincian aktivitas pendampingan

Bulan	Tempat	Kegiatan
Maret	SMP	<i>Pre-test</i> ; pengenalan mikroskop cahaya dan dasar-dasar sel dan jaringan hewan dalam perspektif mikroskopis; <i>post-test</i>
April	SMP	Penyerahan mikroskop cahaya dan <i>foldscope</i> dan pemaparan singkat cara menggunakan dan merawatnya
April (akhir)	Prodi Biologi FMIPA UNS	Siswa membuat preparat sel epitel mukosa dan apus darah. Siswa menggunakan mikroskop untuk mengamati, mengidentifikasi bagian-bagian preparat, dan berdiskusi.
April-Oktober	SMP	Siswa praktek mengamati preparat di sekolah sebagai integrasi pembelajaran IPA. Kegiatan PKM ini berkolaborasi dengan MBKM mahasiswa untuk pendalaman pelajaran biologi.

### C. Evaluasi dan keberlanjutan kegiatan

Evaluasi kegiatan PKM ini dilakukan dengan kuesioner kepuasan yang diisi oleh siswa dan guru. UNS juga memperoleh manfaat dengan menjadikan mitra sebagai lokasi kegiatan MBKM “Mengajar di Sekolah” bagi enam mahasiswa Prodi Biologi FMIPA UNS sehingga tercipta hubungan timbal balik yang baik. Kedua belah pihak juga sepakat membuat MoU untuk keberlanjutan kegiatan di masa yang akan datang.

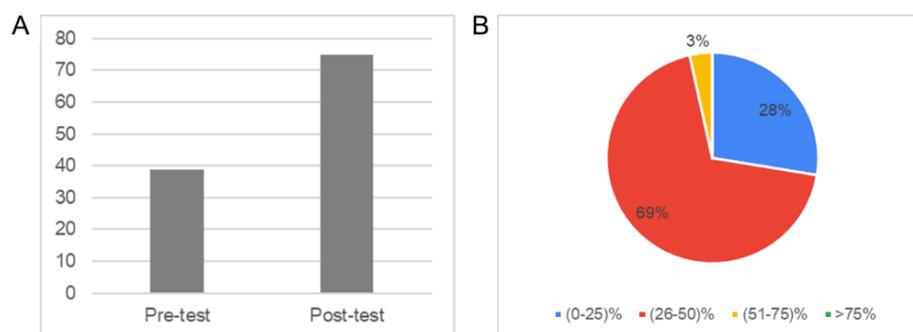
### Hasil Dan Pembahasan

Mikroskop merupakan medium untuk menjawab keingintahuan siswa mengenai berbagai obyek biologis tak kasat mata. Bagi siswa SMP, kesempatan mengobservasi langsung menggunakan mikroskop menunjukkan kepada mereka bahwa banyak struktur hayati yang kompleks dan fenomena menarik di dalamnya yang selama ini tidak bisa dilihat tanpa perbesaran lensa. Pada pertemuan pertama, siswa dikenalkan dengan prinsip kerja mikroskop cahaya, cara menggunakan, serta mengamati obyek dengan perbesaran lensa  $100\times$ ,  $200\times$ ,  $400\times$  (Gambar 2A). Obyek pengamatan berupa preparat awetan dari berbagai jaringan atau organ tikus, salah satunya jaringan kulit. Preparat jaringan kulit ini merupakan hasil riset yang dilakukan oleh tim PKM (Herawati *et al.*, 2023; Titisari *et al.*, 2023). Acara ini dilanjutkan dengan serah terima satu unit mikroskop cahaya kepada Kepala Sekolah SMP DJI (Gambar 2B). Mikroskop tersebut selanjutnya dimanfaatkan untuk mendukung pembelajaran IPA di sekolah.



Gambar 2. Pengenalan mikroskop cahaya dan aplikasinya. (A) Siswa sedang menggunakan mikroskop untuk mengamati jaringan kulit. (B) Serah terima satu unit mikroskop cahaya (*compound microscope*) oleh tim PKM kepada Kepala Sekolah SMP DJI.

Siswa juga mengerjakan soal *pre-test* dan *post-test* yang pertanyaannya mencakup prinsip dasar cara kerja mikroskop serta aplikasinya. Rerata skor *pre-test* sebesar 38,7 mengindikasikan bahwa siswa belum familiar dengan bagian-bagian mikroskop dan prinsip perbesaran lensa untuk mengamati obyek. Setelah diberikan pengenalan dan praktek, pemahaman siswa meningkat signifikan. Hal ini dibuktikan dengan rerata nilai *post-test* sebesar 74,8 (Gambar 3A). Sebanyak 69% siswa menunjukkan peningkatan skor sebesar 26-50% dan 3% mengalami peningkatan skor 28% (Gambar 3B). Dengan demikian, total siswa dengan kenaikan skor  $>25\%$  sebesar 72% sesuai target kegiatan. Hal ini membuktikan bahwa sesi pengenalan mikroskop dan dasar-dasar jaringan hewan yang diberikan tim PKM mampu menambah wawasan dan pengalaman eksperimen yang baru bagi siswa.

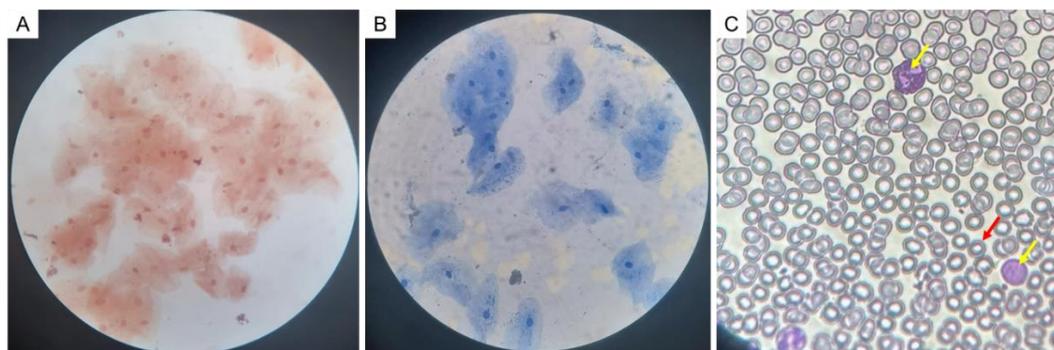


Gambar 3. (A) Rerata skor *pre-test* dan skor *post-test*. (B) Presentase peningkatan skor *post-test* dibandingkan *pre-test*.  $n= 29$  siswa



Gambar 4. Praktikum membuat preparat jaringan hewan di Prodi Biologi FMIPA UNS. (A) Siswa kelas VII dan VIII SMP DJI bersama guru pendamping dan mahasiswa MBKM. (B) Penjelasan SOP keselamatan laboratorium sebelum praktikum dimulai. (C) Siswa sedang mengamati preparat hasil karyanya.

Kegiatan ke dua berupa praktikum yang difasilitasi oleh Prodi Biologi FMIPA UNS dan dibantu oleh enam mahasiswa MBKM sebagai asisten (Gambar 4). Siswa secara berkelompok membuat preparat sel epitel mukosa dari rongga mulut dengan metode supravital dan preparat apus darah manusia. Metode supravital adalah suatu cara untuk mendapatkan sediaan dari sel atau jaringan yang hidup (Liu *et al.*, 2016; Nedu *et al.*, 2020). Sel-sel yang hidup dapat menyerap zat pewarna *neutral red* atau *methylene blue* untuk menghasilkan kontras yang baik jika diamati menggunakan mikroskop (Gambar 5A-B). Selanjutnya, siswa membuat preparat apus darah dari sediaan darah praktikan menggunakan teknik apusan tipis (*smear*). Preparat apus darah berguna untuk melihat morfologi sel darah perifer (Adewoyin and Nwogoh, 2014; Vu *et al.*, 2021). Pewarnaan yang digunakan adalah giemsa. Siswa juga diminta untuk mengidentifikasi komponen seluler di dalam preparat tersebut berupa sel darah merah dan berbagai jenis sel darah putih, serta keping darah. Gambar 5C menunjukkan morfologi sel darah dari preparat yang dibuat oleh siswa. Siswa sangat antusias mengerjakan praktikum dan tidak mengalami kendala untuk membuat kedua preparat ini. Meskipun demikian, ada satu siswa putri yang tidak terbiasa melihat darah sehingga perlu beradaptasi terlebih dahulu.



Gambar 5. Visualisasi preparat yang dibuat siswa SMP DJI menggunakan mikroskop. Gambaran sitologi sel epitel mukosa rongga mulut dengan pewarnaan *neutral red* (A) dan *methylene blue* (B). Pada preparat apus darah (C), tampak sel darah merah (panah merah) dan sel darah putih (panah kuning).

Rangkaian kegiatan di bulan-bulan berikutnya diagendakan di SMP DJI, salah satunya eskplorasi morfologi insekta menggunakan *foldscope*. Pada kegiatan ini siswa membawa berbagai macam insekta yang bisa mereka temukan di sekitar rumah. Detil morfologi dapat diamati menggunakan *foldscope* dengan total perbesaran  $140\times$ . Karakteristik morfologis ini menjadi dasar untuk membuat sistematika taksonomi sampai tingkat spesies. Siswa juga belajar teknik preservasi insekta yang mereka temukan. Kegiatan pengabdian ini menjadi kredit sks kuliah kerja nyata bagi mahasiswa Prodi Biologi FMIPA yang mengikuti program MBKM. Pihak mitra sangat mengapresiasi dan memberikan umpan balik positif karena berbagai macam kegiatan yang dilakukan bisa memperkuat ketrampilan praktek bagi siswa.

## Kesimpulan

Keberhasilan kegiatan dapat dilihat dari indikator skor *pre-/post test*, output praktikum, dan pengadaan mikroskop untuk SMP dengan penjelasan sebagai berikut. Siswa menjadi paham tentang prinsip kerja dan aplikasi mikroskop untuk visualisasi struktur seluler dan jaringan, hal ini tampak dari peningkatan skor post-test (>25% kenaikan skor) pada 72% siswa. Pada sesi praktikum, siswa mampu membuat dua preparat berbeda (sel epitel mukosa dan apus darah) untuk diamati dengan mikroskop dan diidentifikasi bagian-bagiannya. Selanjutnya, siswa dapat praktek biologi mikroskopis secara mandiri di SMP menggunakan mikroskop dari investasi kegiatan pengabdian ini.

Hambatan yang dialami adalah pengkondisian jadwal, mengingat ada perbedaan jadwal efektif semester pada tahun akademik SMP dan tahun akademik universitas. Namun hal ini dapat diatasi dengan kompromi dari kedua belah pihak. Pada kesempatan ini, materi yang dipelajari difokuskan pada sel dan jaringan hewan sesuai kompetensi tim PKM, namun mengingat cakupan materi biologi SMP yang lebih luas, maka sebagai saran ke depan kegiatan semacam ini dapat dibuat dengan konsep *team based-project* untuk praktek dengan spesimen tumbuhan, plankton, fungsi dan mikroorganisme non-patogen.

## Ucapan Terima Kasih

Kegiatan ini didanai oleh Universitas Sebelas Maret melalui Hibah Grup Riset (PKM-HGR) dengan nomor kontrak 195.1/UN27.22/PT.01.03/2024. Penulis mengucapkan terima kasih kepada mahasiswa Prodi Biologi FMIPA UNS yang berkolaborasi dalam kegiatan pengabdian dan MBKM yaitu Salsabilla El Avi (Ketua), Alfhiya Nurrahmah, Firli Avisya Anggraini, Inaya Yustia Rizky, Sheny Nanda Puspita, dan Alfira Vega Ferdiansyah.

## Daftar Pustaka

- Adewoyin, AS. and Nwogoh, B., 2014, Peripheral blood film - a review. *Ann Ib Postgrad Med*, vol 12(2):71-9.
- Herawati, E., Astirin, OP., Budiharjo, A., Listyawati, S., Widiyani, T., 2020, Praktek Dasar Kultur Jaringan Mamalia untuk Meningkatkan Wawasan Bioteknologi Di Man 2 Surakarta. *Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR)*, Solo, Oktober 2020. <https://doi.org/10.37695/pkmcsv.3i0.853>
- Herawati, E., Setyawan, VA., Listyawati, S., 2023, Peptida Kolagen Ikan Layang Biru (*Decapterus macarellus*) Mempercepat Penyembuhan Luka Pada Mencit, *J Phar Clin Res*, vol 8(2): 278-290. <https://doi.org/10.20961/jpscr.v8i2.74260>
- Hofstein, A. and Lunetta, VN., 2004, The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Sci Ed*, vol 88: 28-54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Peraturan Menteri Nomor 47 Tahun 2023 tentang Standar Pengelolaan pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah.
- Lee, MH., Liang, JC., Wu, YT., Chiou GL., Hsu, CY., Wang CY., Lin, JW., Tsai, CC., 2020, High School Students' Conceptions of Science Laboratory Learning, Perceptions of the Science Laboratory Environment, and Academic Self-Efficacy in Science Learning. *Int J of Sci and Math Edu*, vol 18, 1–18. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09951-w>
- Liu, D., Zhao, X., Zeng, X., Dan, H., Chen, Q., 2016, Non-Invasive Techniques for Detection and Diagnosis of Oral Potentially Malignant Disorders, *The Tohoku J of Experimental Med*, vol 238(2): 165-177. DOI: 10.1620/tjem.238.165
- Momsen, J., Speth, EB., Wyse, S., Long, T., 2022, Using Systems and Systems Thinking to Unify Biology Education. *CBE Life Sci Educ*, vol 21(2):es3. <https://doi.org/10.1187/cbe.21-05-0118>
- Maryana, OFT., 2021, Ilmu Pengetahuan Alam Untuk SMP Kelas VIII. Kemdikbudristek. Jakarta. pp 220. <https://static.buku.kemdikbud.go.id/content/pdf/bukuteks/kurikulum21/IPA-BS-KLS-VIII.pdf>
- Saraswati, N., 2024, Ekspresi Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) pada Penyembuhan Luka Eksisi Mencit (*Mus musculus*) Setelah Pemberian Topikal Gel Kolagen Kulit Ikan *Decapterus macarellus*, Skripsi, Prodi Biologi Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Nedu, M-E., Tertis, M., Cristea C, Georgescu AV., 2020, Comparative Study Regarding the Properties of Methylene Blue and Proflavine and Their Optimal Concentrations for In Vitro and In Vivo Applications. *Diagnostics*, vol 10(4):223. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10040223>



Sheppard, K. and Robbins, DM., 2007, High school biology today: what the Committee of Ten said. *CBE Life Sci Educ*, vol 6(3):198-202. doi: 10.1187/cbe.07-03-0013

Titisari, RS., Herawati, E., Astirin, O. P., 2023, Oral intake of collagen hydrolysate from mackerel scad (*Decapterus macarellus*) attenuates skin photoaging by suppressing the UVB-induced expression of MMP-1 and IL-6. *J Complement Integr Med*, vol 15;21(1):71-79. doi: 10.1515/jcim-2023-0209

Vu, QH., Van, HT., Tran, VT., Huynh, TDP., Nguyen, VC., Le, DT., 2021, Development of a robust blood smear preparation procedure for external quality assessment. *Pract Lab Med*, vol 18;27: e00253. doi: 10.1016/j.plabm.2021.e00253

Wollman, AJ., Nudd, R., Hedlund, EG., Leake, MC., 2015, From Animaculum to single molecules: 300 years of the light microscope. *Open Biol*, vol 5(4):150019. doi: 10.1098/rsob.150019

