

Pendekatan STEM sebagai kerangka pembelajaran berbasis analisis sitologi estrus dan gonadosomatic index pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) guna memfasilitasi pemahaman konseptual mahasiswa



Endang Fitri Wijayanti ^{a*}, Meti Maspupah ^b

^{a,b} Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

* Email penulis korespondensi: www.fitriwijayanti@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pemanfaatan data biologis empiris sebagai landasan pembelajaran STEM dalam praktikum identifikasi fase estrus pada tikus putih. Fokus kajian diarahkan pada kemampuan mahasiswa dalam menafsirkan preparat sitologi reproduksi dan menghubungkannya dengan indikator fisiologis. Empat ekor tikus digunakan untuk menghasilkan apusan vagina sebagai dasar identifikasi fase estrus, disertai pengukuran massa tubuh dan massa gonad untuk menghitung Gonadosomatic Index (GSI). Pendekatan deskriptif diterapkan sesuai dengan ukuran sampel yang terbatas, dengan mengintegrasikan analisis kuantitatif dasar dan pembacaan mikrograf sebagai acuan penentuan fase reproduksi. Nilai GSI berada pada rentang 0,09–0,22 persen dan konsisten dengan profil seluler yang mengarah pada fase proestrus, estrus, metestrus, dan diestrus. Selain menghasilkan data biologis, proses praktikum turut memberikan gambaran mengenai keterlibatan mahasiswa dalam pengamatan, penalaran data, dan penyusunan laporan sebagai bagian dari penerapan prinsip STEM yang kontekstual. Temuan menunjukkan bahwa integrasi data empiris skala kecil dapat memperkuat pemahaman konseptual mahasiswa dan meningkatkan keterampilan analitik mereka. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa praktikum bersampel terbatas tetap memiliki nilai pedagogis yang signifikan dalam mendukung literasi sains dan penerapan pendekatan multidisipliner dalam pendidikan biologi.

Kata kunci: STEM, GSI, praktikum biologi, literasi sains, reproduksi mamalia.

PENDAHULUAN

Kurikulum biologi di perguruan tinggi saat ini menekankan pada penguasaan kompetensi yang tidak hanya berbasis pada pemahaman teoritis, tetapi juga pada kemampuan eksplorasi ilmiah di laboratorium. Salah satu materi yang dianggap krusial namun kompleks adalah sistem reproduksi mamalia, yang melibatkan mekanisme hormonal dan perubahan seluler yang bersifat dinamis. Menurut Trisia et al. (2025), karakteristik materi reproduksi yang abstrak sering kali menjadi hambatan bagi mahasiswa dalam membangun pemahaman

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025

yang utuh jika hanya dipelajari melalui literatur tekstual. Oleh karena itu, diperlukan aktivitas instruksional yang mampu memvisualisasikan fenomena fisiologis tersebut secara nyata guna meminimalisir potensi miskonsepsi pada mahasiswa.

Meskipun praktikum merupakan sarana utama untuk memahami teori, pada praktiknya banyak kegiatan laboratorium yang masih bersifat prosedural atau sekadar mengikuti instruksi kerja yang baku (*cookbook lab*). Hal ini sejalan dengan kajian Armiyanti et al. (2025) yang menyebutkan bahwa model praktikum konvensional cenderung membuat mahasiswa hanya fokus pada penyelesaian teknis tanpa benar-benar mengasah kemampuan analisis data. Akibatnya, pemahaman mahasiswa terhadap prinsip fisiologi menjadi kurang optimal karena terbatasnya kesempatan untuk mengeksplorasi dan menginterpretasi data biologis secara mandiri.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dapat diterapkan untuk menciptakan model pembelajaran yang lebih terintegrasi. Pendekatan ini sangat relevan karena mampu menggabungkan kekuatan analisis ilmiah dengan keterampilan kuantitatif yang optimal. Adi & Meishanti (2022) menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis STEM dapat mendorong mahasiswa untuk berpikir lebih sistematis melalui konteks pemecahan masalah yang nyata di laboratorium. Integrasi ini membantu mahasiswa melihat biologi sebagai ilmu yang utuh dan saling berkaitan dengan disiplin ilmu lainnya.

Dalam praktikum biologi reproduksi, siklus estrus pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) menjadi objek yang sangat representatif untuk menerapkan kerangka STEM. Melalui teknik identifikasi fase estrus dengan apusan vagina, mahasiswa dapat mengamati perubahan morfologi seluler secara periodik sebagai bentuk penguatan aspek *Science*. Pengamatan ini memberikan bukti mengenai dinamika seluler yang dipengaruhi oleh fluktuasi hormonal di dalam tubuh hewan coba. Di sisi lain, perhitungan *Gonadosomatic Index* (GSI) memberikan dimensi matematika (*Mathematics*) yang nyata untuk menggambarkan kondisi fungsional organ reproduksi secara kuantitatif.

Peran aspek teknologi dan keteknikan juga menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam desain praktikum ini. Penggunaan instrumen mikroskop elektron (aspek *Technology*) membantu mahasiswa mengungkap fenomena mikroskopis yang tidak terlihat oleh mata telanjang (Astriani, 2025). Sementara itu, prosedur isolasi organ yang dilakukan secara sistematis dan etis mencerminkan aspek *Engineering*. Menurut Sukatendel et al. (2025), nilai GSI merupakan indikator kuantitatif yang penting untuk melihat kaitan antara massa organ dengan kondisi fisiologis tubuh secara keseluruhan. Melalui kombinasi ini, mahasiswa dilatih untuk bekerja dengan standar laboratorium yang tinggi serta ketelitian dalam pengambilan data.

Meskipun kajian mengenai STEM sudah banyak dilakukan, Halim & Roshayanti (2021) mencatat bahwa penerapan STEM yang menggunakan data biologis nyata dari hewan coba masih belum banyak dieksplorasi secara mendalam di tingkat praktikum mahasiswa. Kebanyakan penelitian mengenai biologi reproduksi, sebagaimana diungkapkan oleh Novallyan et al. (2022), lebih banyak berfokus pada temuan laboratorium untuk kepentingan riset lanjut daripada pengembangan desain instruksionalnya. Celah inilah yang ingin diisi

melalui penelitian ini dengan menjadikan data fisiologis sebagai sumber belajar yang menantang kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

Sejalan dengan pentingnya pembelajaran berbasis riset atau *research-based learning*, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan pendekatan STEM dalam praktikum siklus estrus. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan secara komprehensif hasil data fisiologis yang diperoleh mahasiswa, baik dari profil sitologi maupun indeks gonadosomatik. Melalui integrasi data ini, diharapkan mahasiswa dapat membangun pemahaman yang lebih kuat dan objektif terhadap konsep-konsep reproduksi mamalia yang selama ini dianggap sulit dipahami.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif dengan pendekatan observasional yang diintegrasikan ke dalam kerangka pembelajaran biologi berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Fokus utama pengamatan diarahkan pada analisis sitologi apusan vagina untuk menentukan fase siklus estrus serta pengukuran Gonadosomatic Index (GSI) sebagai representasi kondisi fisiologis gonad. Melalui pendekatan ini, data biologis dapat dimanfaatkan sebagai konteks utama dalam aktivitas praktikum mahasiswa guna mendukung pemaknaan konsep yang lebih mendalam.

Objek biologis yang digunakan dalam penelitian ini adalah empat tikus putih betina (*Rattus norvegicus*) dewasa. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria inklusi meliputi tikus yang berada pada umur reproduktif, berada dalam kondisi kesehatan yang optimal serta tanpa adanya tanda-tanda patologis yang dapat memengaruhi siklus estrus. Penggunaan teknik ini bertujuan untuk memastikan bahwa data biologis yang diperoleh, baik dari hasil apusan vagina maupun perhitungan GSI, memiliki tingkat validitas yang tinggi untuk dijadikan bahan analisis dalam konteks pembelajaran.

Instrumen penelitian meliputi perangkat pengamatan sitologi dan pengukuran biometrik organ. Identifikasi fase siklus estrus dilakukan melalui preparat apusan vagina yang diamati di bawah mikroskop elektron untuk melihat proporsi sel epitel (leukosit, sel epitel berinti, dan sel epitel menanduk). Sementara itu, pengukuran GSI dilakukan dengan menimbang bobot tubuh total dan bobot gonad. Nilai GSI kemudian dihitung berdasarkan rasio berat organ terhadap berat tubuh dengan formulasi matematis sebagai berikut:

$$\text{GSI} = \frac{\text{berat gonad (g)}}{\text{berat tubuh (g)}} \times 100$$

Alat-alat yang digunakan mencakup mikroskop elektron, alat bedah standar, kaca objek, dan pipet tetes, sedangkan bahan kimia yang digunakan adalah larutan NaCl fisiologis 0,9% dan pewarna Metilen Biru untuk memperjelas visualisasi sel.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung dan pencatatan hasil pengukuran selama proses praktikum berlangsung. Peneliti bertindak sebagai observer untuk memastikan seluruh prosedur teknis, mulai dari pengambilan apusan hingga pembedahan, dilakukan sesuai dengan standar laboratorium. Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif kualitatif untuk mengklasifikasikan fase estrus (proestrus, estrus, metestrus, dan

diestrus) berdasarkan gambaran sitologinya. Selanjutnya, analisis deskriptif kuantitatif dilakukan untuk mengolah nilai GSI dalam bentuk rata-rata dan persentase. Hasil analisis tersebut kemudian disinergikan dengan kerangka pembelajaran STEM untuk menggambarkan bagaimana pengalaman praktikum berbasis data autentik dapat mendukung pemahaman mahasiswa terhadap konsep biologi reproduksi.

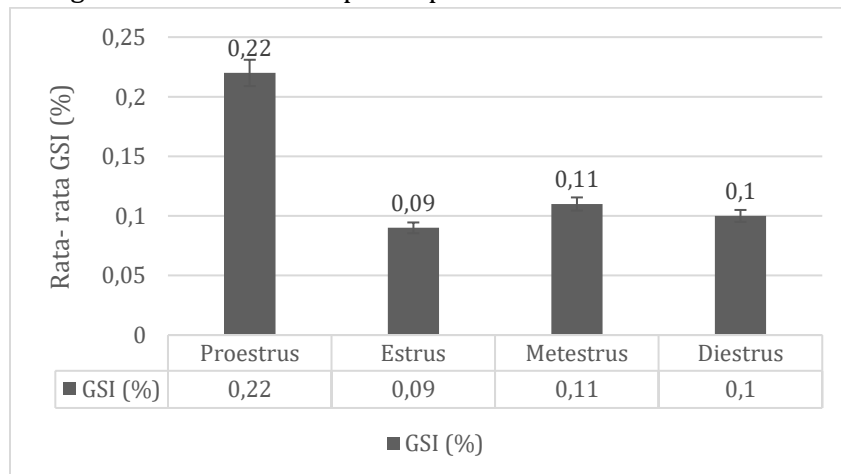
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan desain praktikum berbasis STEM mampu memfasilitasi mahasiswa dalam memperoleh data biologis yang akurat dan konsisten secara ilmiah. Data utama yang dihasilkan mencakup karakteristik sitologi apusan vagina dan fluktuasi nilai Gonadosomatic Index (GSI) pada setiap fase siklus estrus *Rattus norvegicus*. Data penelitian ini disajikan di **Tabel 1** yang merangkum hasil identifikasi mikroskopis dan nilai rata-rata GSI mahasiswa.

Tabel 1. Karakteristik Sitologi Sel dan Rata-rata Nilai GSI

Fase Siklus Estrus	Karakteristik Sitologi Sel (Visual)	
	<i>Ciri dominan Sel</i>	<i>Rata-rata GSI (%)</i>
Proestrus	Dominasi Sel Epitel Superfisial Berinti (Nucleated Cells).	0,22
Estrus	Dominasi >90% Sel Epitel Superfisial Tidak Berinti (Cornified Cells).	0,09
Metestrus	Sel Epitel Terkornifikasi dan Leukosit (Keduanya terlihat).	0,11
Diestrus	Dominasi Leukosit dan Sel Epitel Berinti (Non-Cornified).	0,10

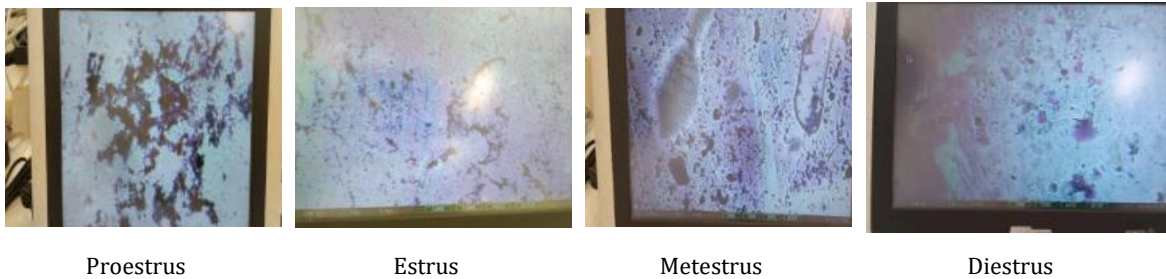
Berdasarkan Tabel 1, terlihat adanya fluktuasi nilai GSI yang sangat spesifik pada setiap fase siklus estrus. Untuk mempermudah visualisasi perbandingan nilai tersebut, hasil analisis kuantitatif indeks gonadosomatik ditampilkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Rata-rata Nilai GSI (%) pada Berbagai Fase Siklus Estrus

Selain data kuantitatif, bukti autentik berupa hasil pengamatan mikroskopis mahasiswa juga menjadi bagian penting dalam pembahasan ini. Dokumentasi hasil apusan vagina yang menunjukkan transisi morfologi sel dapat dilihat pada **Gambar 2**.

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025



Gambar 2. Foto Mikroskopis Hasil Apusan Vagina Mahasiswa

Berdasarkan Gambar 1, ditemukan bahwa nilai GSI mencapai titik tertinggi pada fase Proestrus (0,22%). Secara fisiologis, hal ini merupakan indikator adanya aktivitas proliferasi yang sangat masif pada organ reproduksi. Pada fase ini, folikel di ovarium sedang berkembang menuju kematangan (folikel de Graaf), yang diikuti dengan peningkatan sekresi hormon estrogen secara signifikan (Ayuningtyas et al., 2022). Peningkatan estrogen memicu terjadinya edema atau akumulasi cairan intraluminal pada uterus serta penebalan lapisan endometrium. Menurut Mirzaeian et al. (2024), peningkatan bobot uterus pada akhir proestrus disebabkan oleh vaskularisasi yang meningkat pesat sebagai persiapan implantasi. Tingginya angka GSI pada fase ini memberikan bukti nyata kepada mahasiswa bahwa "berat" suatu organ reproduksi berbanding lurus dengan aktivitas fungsionalnya dalam siklus hormonal.

Sebaliknya, pada fase Estrus, nilai GSI mengalami penurunan tajam menjadi 0,09%. Temuan ini awalnya tampak kontradiktif bagi mahasiswa karena fase estrus merupakan puncak kesuburan secara visual (dominasi sel epitel terkornifikasi >90%). Namun, secara ilmiah hal ini dapat dijelaskan melalui mekanisme pasca-ovulasi. Penurunan nilai GSI terjadi akibat pelepasan cairan edema dari lumen uterus setelah lonjakan hormon LH (*Luteinizing Hormone*) memicu ovulasi. Sebagaimana dijelaskan oleh Fatmala et al. (2022), setelah cairan uterus berkurang, berat basah organ menurun secara drastis meskipun aktivitas seluler di epitel vagina sedang berada pada tahap kornifikasi maksimal. Perbedaan antara temuan visual (aspek *Science*) dan data berat organ (aspek *Mathematics*) ini menjadi poin diskusi krusial bagi mahasiswa dalam memahami dinamika biologis secara komprehensif.

Pada fase Metestrus (0,11%) dan Diestrus (0,10%), nilai GSI menunjukkan stabilitas pada level rendah. Fase metestrus ditandai dengan transisi hormonal di mana korpus luteum mulai terbentuk dan memproduksi progesteron. Menurut Tambalean et al. (2021), pada fase ini uterus mulai mengalami involusi atau penyusutan jaringan pasca-estrus. Sementara itu, fase diestrus sebagai fase terpanjang dalam siklus menunjukkan kondisi organ reproduksi yang "istirahat" dari pengaruh estrogen tinggi (Hidayat, 2022). Temuan mahasiswa yang menunjukkan nilai GSI diestrus lebih rendah daripada metestrus sejalan dengan kajian Satria & Meiriza (2024) yang menyatakan bahwa diestrus ditandai dengan vaskularisasi minimal pada uterus dan ovarium yang didominasi oleh folikel-folikel primordial yang kecil.

Penggunaan data biologis berupa nilai GSI dan gambaran sitologi sel dalam praktikum ini berhasil mentransformasi cara belajar mahasiswa. Integrasi aspek *Mathematics* melalui perhitungan GSI menggunakan neraca analitik menuntut ketelitian tinggi, yang menurut

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025

Setiawan et al. (2022) merupakan bagian dari pembentukan karakter saintis yang objektif. Mahasiswa tidak hanya mengamati, tetapi juga mengonstruksi data kuantitatif untuk mendukung argumen kualitatif mereka. Hal ini memperkuat literasi sains mahasiswa dalam menafsirkan data mentah menjadi informasi ilmiah yang bermakna.

Selain itu, aspek *Engineering* dalam prosedur bedah dan pengambilan organ melatih keterampilan psikomotorik mahasiswa dalam melakukan manipulasi biologis secara etis dan presisi. Menurut Cahaya et al. (2025) keterlibatan mahasiswa dalam desain prosedur kerja sistematis meningkatkan rasa kepemilikan mereka terhadap hasil penelitian. Penggunaan mikroskop electron (aspek *Technology*) untuk mengidentifikasi fase estrus juga memberikan pemahaman bahwa teknologi adalah alat bantu krusial dalam memvisualisasikan fenomena mikroskopis yang tidak terlihat oleh mata telanjang (Manurung et al., 2025).

Hasil penelitian ini memberikan bukti bahwa penggunaan tikus putih (*Rattus norvegicus*) dalam praktikum berbasis STEM efektif untuk mengurangi miskonsepsi mahasiswa mengenai siklus reproduksi mamalia. Selama ini, materi reproduksi sering kali dianggap sebagai hafalan fase-fase sel saja (Agustina, 2024). Namun, lewat integrasi STEM ini, mahasiswa didorong untuk beralih dari sekadar menghafal menjadi melakukan analisis data yang lebih mendalam. Berdasarkan pandangan Lestari (2022), model pembelajaran yang memakai data asli atau *authentic learning* terbukti memberikan pemahaman yang lebih membekas dibandingkan hanya belajar dari buku teks. Hal ini terjadi karena mahasiswa terlibat langsung dalam proses penemuan, mulai dari teknis membuat apusan sampai menafsirkan grafik GSI. Dengan begitu, mereka bisa menghubungkan variabel biologis yang awalnya terlihat tidak berkaitan, yaitu struktur sel epitel dan perubahan berat organ, menjadi satu penjelasan ilmiah yang dapat dikembangkan.

Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan model pembelajaran di perguruan tinggi dengan mengubah praktikum biasa menjadi praktikum berbasis riset (Restudila et al., 2025). Desain ini membantu mahasiswa mengasah kemampuan berpikir kritis atau *Higher Order Thinking Skills* (HOTS). Sejalan dengan saran dari Setiadi & Kahar (2021), pendidikan biologi saat ini tidak cukup jika hanya fokus pada penjelasan deskriptif saja. Kurikulum biologi perlu memasukkan analisis angka atau statistik dalam setiap kegiatan di laboratorium. Contohnya, integrasi aspek *Mathematics* dalam praktikum ini membuktikan bahwa data angka bukan cuma tambahan, tapi merupakan alat penting untuk memvalidasi fenomena biologis yang terus berubah.

Lebih jauh lagi, fakta bahwa mahasiswa mampu menghasilkan data yang valid dan sesuai dengan teori, yaitu nilai GSI Proestrus yang lebih tinggi dibandingkan fase Estrus, menjadi bukti keberhasilan desain STEM ini. Pola data yang akurat tersebut menunjukkan bahwa jika mahasiswa diberikan panduan STEM yang jelas namun tetap diberi ruang untuk bereksplorasi, mereka mampu bekerja dengan ketelitian ilmiah yang tinggi. Hal ini mendukung pernyataan Agustina et al. (2020) bahwa pengalaman melakukan riset di tingkat kuliah adalah cara paling efektif untuk memperkuat literasi sains mahasiswa. Penerapan STEM dengan data biologis nyata ini tidak hanya membuat mahasiswa paham konsep reproduksi, tetapi juga membekali mereka dengan keterampilan riset dan akurasi yang dibutuhkan untuk karier akademik maupun profesional ke depannya.

KESIMPULAN

Implementasi desain praktikum berbasis pendekatan STEM dalam studi reproduksi *Rattus norvegicus* terbukti secara signifikan mampu memfasilitasi mahasiswa dalam mengintegrasikan proses eksperimen, pengukuran presisi, dan analisis data yang sistematis. Melalui keterlibatan langsung dalam tahapan inquiry menggunakan teknik apusan vagina, aspek engineering melalui kalkulasi Gonadosomatic Index (GSI) serta pemanfaatan mikroskop elektron, mahasiswa memperoleh pengalaman ilmiah autentik yang membangun keterampilan teknis sekaligus analitis. Keberhasilan mahasiswa dalam menghasilkan data biologis yang logis dan konsisten secara fisiologis ini menunjukkan bahwa penyajian data nyata (autentik) berperan krusial dalam memperdalam penguasaan konsep teoretis mengenai siklus estrus dan anatomi sistem reproduksi. Dengan demikian, model praktikum ini tidak hanya efektif sebagai sarana transfer pengetahuan, tetapi juga berhasil mentransformasi proses pembelajaran menjadi laboratorium riset yang mampu meningkatkan literasi sains mahasiswa secara komprehensif.

REFERENSI

- Adi, S., & Meishanti, O. P. Y. (2023). Studi Literatur tentang STEM (Sains, Teknologi, Engineering, and Mathematics) dalam Pembelajaran Biologi. *EDUSCOPE: Jurnal Pendidikan, Pembelajaran, dan Teknologi*, 9(1), 88-101.
- Agustina, R., Huda, I., & Nurmaliah, C. (2020). Implementasi pembelajaran STEM pada materi sistem reproduksi tumbuhan dan hewan terhadap kemampuan berpikir ilmiah peserta didik SMP. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 8(2), 241-256.
- Agustina, R. (2024). Pendekatan STEM Dalam Pembelajaran Modern. CV Jejak (Jejak Publisher).
- Armiyanti, S., Keb, M., Hanafiah, H., & Pd, M. M. (2025). Manajemen Kemitraan Laboratorium Kebidanan Berbasis ICP. Indonesia Emas Group.
- Astriani, M. (2025). Pelatihan Pengenalan Dan Penggunaan Mikroskop Kepada Mahasiswa Calon Guru Biologi. *Suluh Abdi*, 7(2), 242-247.
- Ayuningtyas, D., Anita, K. W., & Irwanto, Y. (2022). Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Biji Pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap Jumlah Folikel Preantral, Antral dan Berat Ovarium Tikus Putih Betina (*Rattus norvegicus*) Galur Wistar. *Journal of Issues in Midwifery*, 6(2), 63-75.
- Cahaya, M. A., Pratama, R., & Apriniarti, M. S. (2025). Eksplorasi Kebutuhan Mahasiswa terhadap Pengembangann E-Penuntun Praktikum Biologi Umum Berbasis STEM. *Indonesian Research Journal on Education*, 5(1), 634-640.
- Fatmala, Y., Mahrus, M., & Zulkifli, L. (2022). Estrogenic Effects of Tapak Dara (*Catharantus roseus*) Leaf Methanol Extract on The Estrus Cycle of Adult Female Mice (*Mus musculus*) Balb/C Strain. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(3), 803-808.
- Halim, A. P., & Roshayanti, F. (2021). Analisis potensi penerapan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) pada kurikulum 2013 bidang studi biologi SMA kelas X. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, 3(2), 146-159.

Seminar Nasional Pendidikan Biologi X
Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
Malang, 16 Desember 2025

- Hidayat, A. E. (2022). Pengaruh nanopartikel ekstrak allium sativum, curcuma mangga, dan acorus calamus terhadap indeks maturasi vagina dan lama fase estrus mencit yang di induksi cisplatin (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Lestari, N. D. (2022). Integrasi Authentic Learning dalam Kemampuan Berpikir Kreatif untuk Inovasi Pembelajaran Menulis Abad 21. *Pena: Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra*, 12(1).
- Manurung, H., Kusuma, R., Susanto, D., Samsurianto, S., & Arif, M. F. (2025). Pelatihan Teknik Penggunaan, Pengenalan Mikroskop dan Pengamatan Sel bagi Guru-Guru dan Siswa/i di SMP Negeri 5 Samarinda. *ABDINE: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 47-56.
- Mirzaeian, L., Bahrehbar, K., Emamdoust, M., Amiri, M., Azari, M., & Ghorbanian, M. T. (2024). Investigating the influence of estrous cycle-dependent hormonal changes on neurogenesis in adult mice. *Steroids*, 212, 109513.
- Novallyan, D., Gusfarenie, D., Safita, R., & Riantoni, C. (2022). *Pembelajaran Berbasis STEM*. Penerbit NEM.
- Restudila, E., Fadilah, M., Selaras, G. H., & Fajrina, S. (2025). Analisis Hubungan Pembelajaran Biologi Berbasis Praktikum terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 3(4), 631-638.
- Satria, O., & Meiriza, W. (2024). Ekstrak Air Buah Pepaya Muda (*Carica papaya*. L) terhadap Gambaran Folikel Sekunder, De Graaf dan Korpus Luteum Ovarium Tikus Betina (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Kesehatan Perintis*, 11(1), 48-59.
- Setiadi, A. E., & Kahar, A. P. (2021). Analisis standarisasi laboratorium biologi Sekolah Menengah Atas (SMA) di Kota Pontianak (The analysis of standardization of biology laboratory at senior high school in Pontianak). *Jurnal Ilmiah Didaktika: Media Ilmiah Pendidikan dan Pengajaran*, 21(2), 195-207.
- Setiawan, H., Wulandari, S. W., Aruan, S. Y., & Prihandana, P. R. (2022). Pengaruh Ekstrak Etanol Daun Pepaya Calina terhadap Indeks Gonadosomatik dan Perkembangan Folikel Ovarium Tikus Wistar. *Acta VETERINARIA Indonesiana*, 10(3), 245-252.
- Sukatendel, K., Hasibuan, R., Siregar, M., Faradina, D., Edianto, D., Lintang, L., Rusda, M., & Inriani, V. (2025). Effect of *Nigella sativa* seed extract on estradiol, FSH levels, and vaginal maturity index in menopausal women: A randomized controlled trial. *Narra J*, 5. <https://doi.org/10.52225/narra.v5i1.1399>.
- Tambalean, F. E., Tombuku, J. L., Datu, O. S., & Paat, V. I. (2021). Pengaruh Pemberian Etinil Estradiol Terhadap Perubahan Histologi Uterus Tikus Putih *Rattus Norvegicus*. *Majalah INFO Sains*, 2(1), 13-26.
- Trisia, D., Zahra, A. N., & Mumtazah, A. R. (2025). KAJIAN LITERATUR TENTANG SISTEM REPRODUKSI MANUSIA: PERSPEKTIF BIOLOGIS, EDUKATIF, SOSIAL, DAN INOVATIF DALAM KONTEKS PENDIDIKAN DASAR. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(2), 21-32.