JURNAL SAINS BIOMEDIS

https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/biomedis

INTEGRASI SURVEI *BREEDING PLACE* DAN PEMBUATAN PREPARAT ENTOMOLOGI NYAMUK *Aedes* spp. SEBAGAI INOVASI PEMBELAJARAN PARASITOLOGI BERBASIS *LIVING LAB*

Suharno Zen[1], Farah Ghifara Hafidha[2], Nurida Rahmawati[3], Marlina Kamelia[4], Miftahuz Zakiyah[5], Nadya Syarifatul Fajriyah[6], Ilham Fathurrahman[7], Siti Melia Ningsih[8], Melda Astika Putri[9], Elva Zhilianti Hidayah[10], Mutiara Bella Angelita[11], Chici Fadhilla Putri[12], Aulia Rizki[13]

[1-3, 5-13] *Sains Biomedis, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Metro, Metro, Indonesia*

[4] *Raden Intan State Islamic University, Bandar Lampung, Indonesia*

ARTICLE

Received: Mei, 2026
Revised: Mei, 2026
Published: Mei, 2026

CORRESPONDENCE

E-mail: suharnozein@gmail.com
auliarizki@gmail.com

A B S T R A C T

Mosquito-borne diseases caused by *Aedes* spp., including dengue, chikungunya, and Zika, remain major public health concerns in tropical countries. This study aimed to integrate breeding place surveys and the preparation of *Aedes* spp. developmental-stage specimens as an innovation in Living Lab-based parasitology learning. A descriptive-exploratory study was conducted at Campus 3 of Universitas Muhammadiyah Metro using a Living Lab approach. Potential breeding habitats were surveyed, and mosquito specimens at different developmental stages (eggs, larvae, pupae, and adults) were collected, identified, and prepared as entomological specimens. The quality of the specimens was evaluated based on specimen integrity, morphological clarity, neatness, and ease of identification. The survey examined 75 water-holding containers and identified eight breeding sites positive for *Aedes* larvae, predominantly in aquatic plants and water storage containers. Morphological observations successfully documented key characteristics of all developmental stages. The prepared specimens demonstrated good overall quality, with clear diagnostic structures that facilitated identification and learning activities. The integration of breeding place surveys and specimen preparation provided authentic learning experiences, enhanced students' practical skills in medical entomology, and produced sustainable learning resources. This approach can serve as an innovative model for parasitology education and vector surveillance programs.

Keywords: *Aedes* spp.; *breeding place; entomological specimen; Living Lab; parasitology learning*

A B S T R A K

Penyakit yang ditularkan oleh nyamuk Aedes spp., termasuk demam berdarah dengue (DBD), chikungunya, dan Zika, masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang utama di negara-negara tropis. Penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan survei breeding place dan pembuatan preparat stadium perkembangan Aedes spp. sebagai inovasi pembelajaran parasitologi berbasis *Living Lab*. Penelitian deskriptif-eksploratif ini dilaksanakan di Kampus 3 Universitas Muhammadiyah Metro dengan menggunakan pendekatan *Living Lab*. Habitat potensial perkembangbiakan nyamuk disurvei, kemudian spesimen nyamuk pada berbagai stadium perkembangan (telur, larva, pupa, dan imago) dikumpulkan, diidentifikasi, dan dibuat menjadi preparat entomologi. Kualitas preparat dievaluasi berdasarkan keutuhan spesimen, kejelasan morfologi, kerapian, dan kemudahan identifikasi. Survei dilakukan pada 75 tempat penampungan air dan ditemukan delapan lokasi positif larva Aedes, yang sebagian besar terdapat pada tanaman air dan wadah penyimpanan air. Hasil pengamatan morfologi berhasil mendokumentasikan karakteristik utama pada setiap stadium perkembangan. Preparat yang dihasilkan menunjukkan kualitas yang baik secara keseluruhan, dengan struktur diagnostik yang jelas sehingga memudahkan proses identifikasi dan pembelajaran. Integrasi survei breeding place dan pembuatan preparat memberikan pengalaman belajar yang autentik, meningkatkan keterampilan praktis mahasiswa dalam bidang entomologi medis, serta menghasilkan sumber belajar yang berkelanjutan. Pendekatan ini berpotensi menjadi model inovatif untuk pendidikan parasitologi dan program surveilans vektor.

Kata kunci: *Aedes* spp.; tempat perkembangbiakan (*breeding place*); preparat entomologi; *Living Lab*; pembelajaran parasitologi

PENDAHULUAN

Penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes* spp., khususnya demam berdarah dengue (DBD), chikungunya, dan zika, masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di berbagai negara tropis dan subtropis, termasuk Indonesia. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) melaporkan bahwa kejadian dengue terus meningkat dalam dua dekade terakhir akibat urbanisasi, perubahan iklim, mobilitas penduduk, serta meningkatnya habitat perkembangbiakan (*breeding place*) nyamuk vektor. Indonesia sebagai negara endemis dengue menghadapi tantangan besar dalam pengendalian populasi *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, sehingga diperlukan upaya edukasi dan penelitian yang mampu mengintegrasikan aspek surveilans vektor dengan pembelajaran berbasis pengalaman lapangan.

Dalam bidang biologi medis, pembelajaran parasitologi dan entomologi medis sering kali masih didominasi oleh pendekatan teoritis dan praktikum laboratorium yang bersifat konvensional. Mahasiswa umumnya mempelajari morfologi nyamuk melalui gambar, atlas, atau preparat yang telah tersedia tanpa terlibat langsung dalam proses identifikasi habitat, pengambilan sampel, pemeliharaan, dan pembuatan preparat entomologi. Kondisi ini menyebabkan keterbatasan pengalaman belajar autentik yang dapat menghubungkan konsep teoritis dengan kondisi nyata di lingkungan sekitar. Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu mengintegrasikan aktivitas penelitian lapangan dengan proses pembelajaran sehingga mahasiswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna. Konsep *Living Lab* menjadi salah satu pendekatan yang relevan untuk menjawab tantangan tersebut. *Living Lab* merupakan pendekatan pembelajaran dan penelitian yang menempatkan lingkungan nyata sebagai laboratorium hidup (*real-world laboratory*) untuk menghasilkan pengalaman belajar berbasis pemecahan masalah, kolaborasi, dan inovasi. *Living lab* merupakan ekosistem inovasi terbuka yang mengintegrasikan pembelajaran dengan lingkungan nyata (Leminen et al., 2022). *Living Lab* mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik melalui integrasi antara observasi lapangan, penelitian terapan, dan pengembangan solusi berbasis komunitas. Dalam konteks pendidikan kesehatan, pendekatan ini memungkinkan mahasiswa melakukan eksplorasi langsung terhadap faktor risiko penyakit berbasis lingkungan sekaligus menghasilkan produk pembelajaran yang dapat digunakan secara berkelanjutan.

Di sisi lain, penelitian mengenai preparat serangga nyamuk juga berkembang sebagai media pembelajaran. Kegiatan koleksi, preparasi, dan kurasi spesimen serangga memberikan pengalaman belajar berbasis keterampilan (*hands-on learning*) yang efektif dalam meningkatkan kemampuan identifikasi dan pemahaman taksonomi mahasiswa pada pembelajaran entomologi (Maulana, A.A et al., 2025). Penelitian ini sejalan dengan Megawati (2024) yang menunjukkan bahwa penerapan *Project-Based Learning* mampu

meningkatkan keterampilan praktikum, kemampuan investigasi ilmiah, dan pemecahan masalah mahasiswa. Aktivitas praktikum entomologi yang melibatkan pengumpulan spesimen, identifikasi morfologi, dan pengamatan langsung terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan identifikasi mahasiswa (Holwell et al., 2025)

Berdasarkan kajian tersebut, terdapat research gap berupa belum adanya model pembelajaran yang mengintegrasikan kegiatan survei *breeding place* nyamuk *Aedes* spp. dengan pembuatan preparat entomologi pada seluruh stadium perkembangan nyamuk (telur, larva, pupa, dan dewasa) dalam kerangka pembelajaran parasitologi berbasis *Living Lab*. Sebagian besar penelitian terdahulu hanya mengkaji salah satu aspek, yaitu survei vektor atau media pembelajaran, sehingga belum menghasilkan model pembelajaran yang menghubungkan aktivitas penelitian lapangan, keterampilan laboratorium, dan produk pembelajaran secara terpadu. Namun, implementasi model tersebut pada pembelajaran parasitologi di perguruan tinggi Indonesia masih sangat terbatas, belum secara spesifik diterapkan pada kajian entomologi medis dan pengembangan preparat pembelajaran.

Berdasarkan uraian tersebut, novelty penelitian ini terletak pada integrasi tiga komponen utama yang belum pernah dikombinasikan secara sistematis pada penelitian sebelumnya, yaitu: (1) survei *breeding place* nyamuk *Aedes* spp. di lingkungan kampus sebagai laboratorium hidup (*Living Lab*), (2) pembuatan preparat entomologi seluruh stadium perkembangan nyamuk hasil survei lapangan, dan (3) pemanfaatan preparat tersebut sebagai inovasi pembelajaran parasitologi berbasis proyek dan pengalaman nyata (*experiential learning*). Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan data ekologis mengenai habitat perkembangbiakan nyamuk, tetapi juga menghasilkan media pembelajaran yang autentik dan berkelanjutan.

Tujuan penelitian ini adalah: (1) mengidentifikasi dan mendeskripsikan *breeding place* nyamuk *Aedes* spp. di lingkungan kampus; (2) membuat preparat entomologi pada setiap stadium perkembangan nyamuk *Aedes* spp.; (3) mengembangkan model integrasi survei *breeding place* dan pembuatan preparat sebagai inovasi pembelajaran parasitologi berbasis *Living Lab*; serta (4) mengevaluasi potensi preparat yang dihasilkan sebagai media pembelajaran praktikum parasitologi dan entomologi medis. Melalui penelitian ini diharapkan diperoleh informasi mengenai karakteristik habitat perkembangbiakan *Aedes* spp. di lingkungan kampus, tersedianya koleksi preparat entomologi yang representatif untuk setiap stadium perkembangan nyamuk, serta terbentuknya model pembelajaran parasitologi berbasis *Living Lab* yang inovatif. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi pengembangan pembelajaran parasitologi, peningkatan kompetensi mahasiswa dalam bidang entomologi medis, serta mendukung program pengendalian penyakit tular vektor melalui peningkatan kesadaran lingkungan dan surveilans berbasis kampus. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi baik pada aspek akademik, praktis, maupun pengembangan ilmu pengetahuan di bidang parasitologi dan kesehatan masyarakat.

METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian deskriptif eksploratif dengan pendekatan *Living Lab* yang mengintegrasikan survei *breeding place* nyamuk *Aedes* spp. dan pembuatan preparat entomologi sebagai inovasi pembelajaran parasitologi. Penelitian dilaksanakan di lingkungan Kampus 3 Universitas Muhammadiyah Metro (Gedung dr.Soetomo, Gedung K.H Mansoer, Gedung Paskasarjana, PUMAKKAL dan Masjid Baitul Hikmah. Objek penelitian meliputi tempat perindukan (*breeding place*) nyamuk *Aedes* spp., telur, larva, pupa dan nyamuk dewasa yang ditemukan pada habitat tersebut, serta preparat larva yang dibuat oleh mahasiswa pada kegiatan praktikum parasitologi. Populasi penelitian adalah seluruh wadah/tempat penampungan air yang berpotensi menjadi *breeding place* nyamuk *Aedes* spp. di area kampus, baik yang berada di di luar gedung. Sampel penelitian berupa tempat penampungan air yang ditemukan positif mengandung larva *Aedes* spp. melalui metode *purposive sampling*. Selain itu, preparat larva yang dihasilkan oleh mahasiswa selama kegiatan praktikum juga dijadikan sampel untuk dievaluasi kualitasnya. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi mikroskop cahaya binokuler pembesaran 40×–400×, kamera untuk dokumentasi, pipet tetes, pipet Pasteur, *dipper* atau gayung larva, pinset entomologi, kuas halus, kaca objek, kaca penutup, cawan petri, botol koleksi spesimen, label spesimen dan aspirator. Bahan yang digunakan meliputi larva nyamuk *Aedes* spp., akuades, alkohol 70%, larutan laktophenol, entellan sebagai perekat preparat permanen, tisu laboratorium, dan kertas label.

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah survei *breeding place* dengan melakukan observasi langsung pada seluruh area kampus. Setiap tempat penampungan air diperiksa keberadaan larva menggunakan pipet atau *dipper*. Habitat yang ditemukan positif dicatat jenis wadahnya, lokasi, kondisi lingkungan, volume air, dan keberadaan larva. Larva yang ditemukan kemudian dikoleksi dan dimasukkan ke dalam botol spesimen untuk dibawa ke laboratorium. Tahap kedua adalah identifikasi dan pengamatan struktur morfologi larva. Larva hasil koleksi diamati menggunakan mikroskop stereo dan mikroskop cahaya. Struktur morfologi yang diamati meliputi kepala (*head*), toraks (*thorax*), abdomen, sifon pernapasan (*respiratory siphon*), sisir sifon (*pecten*), rambut-rambut tubuh (*setae*), dan segmen anal. Identifikasi dilakukan dengan menggunakan kunci identifikasi nyamuk *Aedes* spp. berdasarkan karakter morfologi larva instar III–IV, telur, pupa serta imago (CDC, 2013). Tahap ketiga adalah pembuatan preparat entomologi larva nyamuk oleh mahasiswa. Langkah kerja dimulai dengan memilih larva yang masih utuh, kemudian larva dibersihkan menggunakan akuades dan difiksasi menggunakan alkohol 70%. Larva selanjutnya diletakkan di atas kaca objek dan ditetesi media mounting. Posisi larva diatur secara lateral menggunakan pinset atau jarum preparat agar seluruh struktur morfologi terlihat jelas. Setelah itu preparat ditutup dengan kaca penutup secara perlahan untuk menghindari terbentuknya gelembung udara. Preparat kemudian diberi label identitas spesimen dan dikeringkan hingga menjadi preparat semi permanen atau permanen.

Penilaian preparat dilakukan melalui observasi mikroskopis oleh dosen dan asisten praktikum. Aspek yang dinilai meliputi keutuhan spesimen, ketepatan teknik mounting, kejernihan preparat, kerapian preparat, serta kelengkapan struktur morfologi yang dapat diamati. Struktur morfologi yang menjadi indikator penilaian meliputi kepala, toraks, abdomen, sifon, *pecten, setae,* dan segmen anal. Setiap aspek diberikan skor berdasarkan rubrik penilaian praktikum sehingga diperoleh kategori sangat baik, baik, cukup, atau kurang. Data yang diperoleh berupa jumlah dan karakteristik *breeding place*, hasil identifikasi morfologi larva, serta kualitas preparat yang dibuat mahasiswa. Pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan teknik analisis nonstatistik secara deskriptif. Seluruh data hasil observasi disajikan dalam bentuk tabel, foto dokumentasi, dan uraian naratif. Analisis dilakukan dengan mendeskripsikan karakteristik habitat perkembangbiakan nyamuk, struktur morfologi larva yang berhasil diamati, serta kualitas preparat entomologi yang dihasilkan mahasiswa sebagai indikator keberhasilan implementasi pembelajaran parasitologi berbasis *Living Lab.*

HASIL PENELITIAN

a. Karakteristik Breeding Place Nyamuk Aedes spp. di Lingkungan Kampus

Survei *breeding place* dilakukan pada beberapa lokasi di lingkungan Kampus 3 Universitas Muhammadiyah Metro yang berpotensi menjadi habitat perkembangbiakan nyamuk *Aedes* spp. Pemeriksaan dilakukan pada berbagai media penampungan air di luar Gedung yang terdiri atas tanaman air, bak penampungan air, dan genangan air. Hasil survei menunjukkan bahwa tidak seluruh media yang diperiksa mengandung jentik nyamuk. Sebagian besar jentik ditemukan pada media tanaman air dan bak penampungan air, sedangkan genangan air dan tanaman talas yang diperiksa tidak ditemukan jentik.

Tabel 1. Hasil Survei *Breeding Place* Nyamuk *Aedes* spp.

No	Lokasi Gedung	Jenis Media/Tempat Air	Jumlah Diperiksa	Jumlah Positif Jentik	Keterangan
1	Belakang Gedung FK	Tanaman Air	9	2	Positif jentik pada 2 tanaman
2	Depan Gedung FK	Bak Air	2	1	Hanya 1 bak yang positif jentik
3	Belakang Gedung FIKOM	Tanaman Air	12	3	Positif jentik pada 3 tanaman
4	Depan Gedung FIKOM	Tanaman Air	45	2	Positif jentik pada 2 tanaman
5	Area PUMAKAL	Genangan Air	6	0	Seluruh genangan air negatif jentik
6	Pascasarjana	Tanaman Air (Talas)	1	0	Negatif jentik

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa sebanyak 75 media penampungan air telah diperiksa, terdiri atas tanaman air, bak air, genangan air, dan tanaman talas. Dari jumlah tersebut ditemukan 8 media positif jentik**.** Lokasi dengan jumlah media positif terbanyak ditemukan pada area belakang Gedung FIKOM dengan tiga

tanaman air yang mengandung jentik nyamuk. Sebaliknya, seluruh genangan air di area PUMAKAL dan tanaman talas di area Pascasarjana tidak ditemukan jentik, sehingga variasi ini mengindikasikan bahwa karakteristik habitat turut menentukan prioritas sasaran pengendalian penyakit vektor.



Gambar 1. Pengamatan *Breeding Place* Nyamuk *Aedes* spp

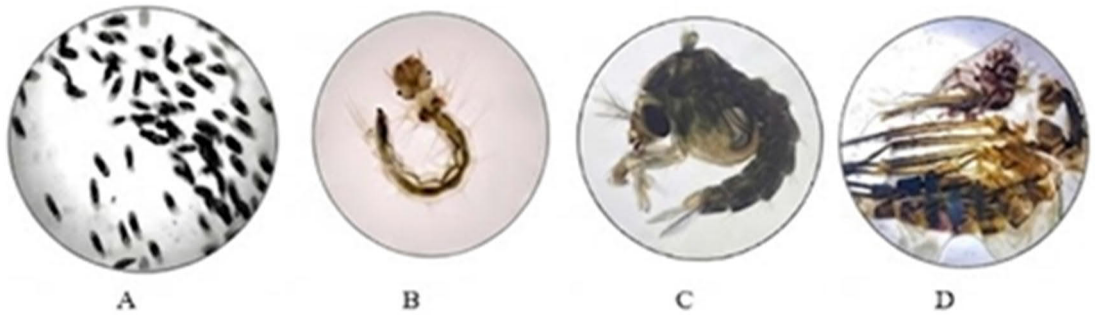
b. Pembuatan Preparat Larva *Aedes* spp.

Preparat telur, larva, pupa, nyamuk dewasa *Aedes* spp. yang dibuat mahasiswa memperlihatkan sebagian besar struktur morfologi utama sehingga dapat diamati menggunakan mikroskop pada pembesaran 100× dan 400×. Telur nyamuk yang ditemukan menempel pada bagian tanaman air yang berada di permukaan maupun dekat permukaan air.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Morfologi *Aedes* spp. pada Berbagai Stadium Perkembangan

Stadium	Karakter Morfologi yang Diamati	Hasil Pengamatan
Telur	Bentuk telur	Lonjong memanjang (oval), salah satu ujung lebih meruncing
	Warna	Hitam
	Permukaan telur	Halus
	Dinding telur (korion)	Relatif tebal dan jelas terlihat
	Lokasi ditemukan	Menempel pada bagian tanaman air di permukaan atau dekat permukaan air
Larva	Bentuk tubuh	Memanjang dan bersegmen jelas
	Warna tubuh	Transparan hingga kecokelatan
	Kepala (caput)	Kapsul kepala berkembang baik
	Antena	Sepasang antena pendek
	Alat makan	Sikat mulut (*mouth brushes*) tampak jelas
	Mata	Mata sederhana (*ocelli*) tampak sebagai titik gelap
	Toraks	Lebih besar dibandingkan abdomen
	Abdomen	Terdiri atas beberapa segmen yang jelas
	Struktur posterior	Papila anal dan rambut-rambut halus (*setae*) terlihat
	Perilaku	Aktif bergerak naik turun menuju permukaan air
Pupa	Bentuk tubuh	Menyerupai tanda koma (*comma-shaped*)
	Warna tubuh	Transparan hingga kecokelatan
	Sefalotoraks	Membesar dan membulat
	Organ respirasi	Sepasang corong pernapasan (*respiratory trumpets*) pada bagian dorsal sefalotoraks

	Abdomen	Bersegmen dan melengkung ke arah ventral
	Ujung abdomen	Sepasang dayung renang (*paddle*) terlihat jelas
	Lokasi ditemukan	Di sela-sela daun tanaman air
	Perilaku	Relatif tidak aktif bergerak
Imago (*Aedes* spp.)	Kepala	Mata majemuk, antena, probosis, dan palpus maksilaris terlihat jelas
	Toraks	Tertutup sisik-sisik khas nyamuk
	Sayap	Sepasang sayap transparan dengan pola vena yang jelas
	Kaki	Tiga pasang kaki beruas
	Abdomen	Bersegmen dan memanjang
	Habitat saat ditemukan	Di belakang Gedung dr. Soetomo. Hinggap pada permukaan kulit manusia
Imago *Aedes aegypti*	Pola toraks	Sisik putih keperakan membentuk pola kecapi (*lyre-shaped pattern*) pada bagian dorsal toraks
Imago *Aedes albopictus*	Pola toraks	Satu garis putih memanjang pada bagian tengah dorsal toraks



Gambar 2. Morfologi *Aedes* spp. pada Berbagai Stadium Perkembangan. A; telur, B; larva, C; Pupa, D; nyamuk dewasa

c. Penilaian Kualitas Preparat Mahasiswa

Berdasarkan hasil observasi mikroskopis, preparat yang dibuat mahasiswa memenuhi sebagian besar kriteria preparat yang baik. Penilaian dilakukan berdasarkan keutuhan spesimen, kejernihan preparat, kerapian pemasangan kaca penutup, serta keterlihatan struktur morfologi utama. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa preparat larva maupun nyamuk dewasa berhasil mempertahankan bentuk asli spesimen sehingga memungkinkan proses identifikasi dilakukan secara optimal (Gambar 2).

Tabel 3. Hasil Penilaian Kualitas Preparat Stadium Perkembangan *Aedes* spp.

Aspek Penilaian	Kategori	Interpretasi
Keutuhan spesimen	Cukup	Sebagian besar struktur tubuh pada setiap stadium (telur, larva, pupa, dan imago) masih utuh namun pada kaki nyamuk tampak terputus selama proses preparasi.
Kejelasan	Baik	Struktur morfologi utama dapat diamati dengan jelas menggunakan

struktur morfologi		mikroskop pembesaran 100× dan 400×, termasuk telur, kepala larva, corong pernapasan pupa, serta probosis dan pola toraks imago.
Kerapian preparat	Cukup	Preparat tersusun agak melengkung, terlihat terlalu tebal, namun gangguan pengamatan akibat gelembung udara maupun kotoran relatif minimal.
Kemudahan identifikasi	Baik	Karakter diagnostik setiap stadium mudah dikenali sehingga memudahkan proses identifikasi dan pembelajaran mahasiswa.
Nilai keseluruhan	Baik	Preparat layak digunakan sebagai media praktikum dan koleksi pembelajaran Parasitologi



Gambar 3. Pembuatan Preparat

PEMBAHASAN

a. Karakteristik Breeding Place Nyamuk Aedes spp. di Lingkungan Kampus

Hasil survei *breeding place* menunjukkan bahwa dari 75 media penampungan air yang diperiksa di lingkungan Kampus 3 Universitas Muhammadiyah Metro, ditemukan 8 media positif mengandung jentik nyamuk *Aedes* spp. Habitat yang diperiksa meliputi tanaman air, bak air, genangan air, dan tanaman talas. Temuan ini mengindikasikan bahwa lingkungan kampus masih menyediakan habitat yang mendukung perkembangan nyamuk vektor penyakit, khususnya pada media yang mampu menampung air dalam waktu relatif lama. Keberadaan jentik pada beberapa lokasi kampus menunjukkan bahwa area pendidikan tidak terlepas dari risiko keberadaan vektor dengue sehingga perlu dilakukan pemantauan secara berkala.

Lokasi dengan jumlah media positif tertinggi ditemukan pada area belakang Gedung FIKOM, yaitu tiga tanaman air yang mengandung jentik nyamuk. Kondisi ini diduga berkaitan dengan kemampuan tanaman air dalam menyediakan mikrohabitat yang stabil bagi perkembangan larva. Air yang tertampung pada tanaman atau wadah tanaman cenderung terlindung dari sinar matahari langsung dan gangguan lingkungan sehingga menjadi tempat yang ideal bagi peletakan telur nyamuk betina. Ditemukannya jentik pada tanaman air dan bak penampungan menunjukkan bahwa habitat yang memiliki genangan air relatif stabil dan terlindung dari gangguan lingkungan lebih mendukung perkembangan larva. Bala et al. (2022) melaporkan bahwa kontainer air yang terhindar dari paparan sinar matahari langsung dan memiliki penutupan yang kurang baik cenderung

memiliki kepadatan larva *Aedes aegypti* yang lebih tinggi dibandingkan habitat lainnya. Dominannya temuan jentik pada tanaman air dan wadah penampungan air dalam penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Dharmamuthuraja et al. (2023) yang menunjukkan bahwa *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* lebih banyak ditemukan pada habitat buatan yang mampu menampung air secara permanen dibandingkan habitat alami. Penelitian tersebut juga menegaskan bahwa sebagian besar lokasi perkembangbiakan nyamuk di lingkungan perkotaan berasal dari berbagai jenis kontainer penampung air di sekitar aktivitas manusia. Kondisi serupa ditemukan pada penelitian ini, di mana sebagian besar media positif berasal dari tanaman air yang berada di sekitar gedung perkuliahan.

Pada area depan Gedung FK ditemukan satu bak air yang positif mengandung jentik. Temuan ini menunjukkan bahwa bak penampungan air masih berpotensi menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk apabila tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, pengurasan dan penutupan bak air secara rutin menjadi langkah penting dalam pengendalian populasi nyamuk. Menariknya, seluruh genangan air di area PUMAKAL tidak ditemukan jentik nyamuk. Hasil ini mengindikasikan bahwa tidak semua genangan air dapat menjadi habitat yang sesuai bagi *Aedes* spp. Meskipun secara fisik genangan air berpotensi menjadi habitat perkembangbiakan nyamuk, hasil observasi lapangan menunjukkan keberadaan beberapa organisme akuatik yang diduga berperan sebagai predator alami larva nyamuk, yaitu ikan kecil dan kecebong. Kehadiran predator tersebut diduga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan tidak ditemukannya jentik pada lokasi tersebut. Kehadiran ikan dan kecebong diduga berperan sebagai predator alami yang mampu mengurangi kelangsungan hidup larva nyamuk. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa predator akuatik merupakan komponen penting dalam pengendalian biologis vektor karena dapat menekan kepadatan larva secara alami tanpa penggunaan insektisida (Dambach, 2020; Vinogradov et al., 2022). Keberadaan ikan pada kolam atau genangan permanen di area PUMAKAL diduga menyebabkan rendahnya peluang larva *Aedes* untuk bertahan hidup. Selain ikan, ditemukan pula kecebong pada beberapa genangan air. Meskipun fungsi utama kecebong adalah sebagai herbivora dan detritivora, keberadaannya sering menjadi indikator ekosistem perairan yang mendukung keberadaan katak dewasa. Katak dewasa merupakan predator alami nyamuk yang sangat penting dalam rantai makanan. Predator akuatik diketahui mampu memangsa larva nyamuk secara langsung sehingga menurunkan keberhasilan perkembangan populasi nyamuk pada suatu habitat (Vinogradov et al., 2022; Dambach, 2020). Menurut penelitian Perrin et al. (2023) yang menunjukkan bahwa peningkatan kelimpahan amfibi berhubungan dengan menurunnya keberadaan larva nyamuk pada habitat perairan. Kehadiran amfibi dapat meningkatkan tekanan predasi dan kompetisi terhadap larva nyamuk sehingga berkontribusi dalam pengendalian populasi nyamuk secara alami. Spesies kecebong juga dapat berkompetisi dengan larva nyamuk dalam memanfaatkan sumber makanan berupa mikroorganisme dan bahan organik di perairan. Larva *Aedes* cenderung memilih tempat peletakan telur yang relatif aman dari predator. Oleh karena itu, genangan air yang dihuni ikan atau komunitas amfibi sering kali kurang disukai

oleh nyamuk betina sebagai lokasi oviposisi (peletakan telur). Di depan Gedung Pascasarjana juga tidak ditemukan jentik nyamuk. Kemungkinan kondisi air pada tanaman tersebut tidak memenuhi kebutuhan biologis larva *Aedes* spp., baik dari aspek kualitas air, keberadaan bahan organik, maupun stabilitas genangan.

Dalam konteks pembelajaran berbasis *Living Lab*, temuan ini memiliki nilai edukatif yang tinggi. Mahasiswa tidak hanya memperoleh pengetahuan mengenai morfologi dan siklus hidup nyamuk, tetapi juga memahami faktor-faktor lingkungan yang memengaruhi keberadaan vektor penyakit. Hasil penelitian ini memperkuat konsep bahwa lingkungan kampus dapat dimanfaatkan sebagai laboratorium hidup untuk pembelajaran parasitologi. Dengan demikian, survei *breeding place* tidak hanya menghasilkan data ekologis mengenai persebaran larva *Aedes* spp., tetapi juga menjadi sarana pembelajaran kontekstual yang mampu meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam surveilans dan pengendalian penyakit tular vektor.

b. Penilaian Kualitas Preparat Stadium Perkembangan *Aedes* spp.

Hasil penilaian menunjukkan bahwa preparat stadium perkembangan *Aedes* spp. yang dibuat oleh mahasiswa memiliki kualitas baik dan layak digunakan sebagai media pembelajaran dalam praktikum Parasitologi. Penilaian dilakukan berdasarkan aspek keutuhan spesimen, kejelasan struktur morfologi, kerapian preparat, kemudahan identifikasi, dan nilai keseluruhan preparat. Pada aspek keutuhan spesimen**,** preparat memperoleh kategori cukup**.** Sebagian besar struktur tubuh pada setiap stadium perkembangan, mulai dari telur, larva, pupa, hingga imago, masih dapat diamati dengan baik. Namun demikian, pada beberapa preparat imago ditemukan kerusakan berupa terputusnya satu atau beberapa bagian kaki selama proses penangkapan, fiksasi, maupun pemasangan preparat. Kerusakan tersebut menyebabkan struktur morfologi tidak sepenuhnya utuh, meskipun tidak mengganggu pengamatan karakter utama yang diperlukan untuk identifikasi spesies. Aspek kejelasan struktur morfologi memperoleh kategori baik**.** Pengamatan menggunakan mikroskop pada pembesaran 100× dan 400× menunjukkan bahwa sebagian besar struktur diagnostik dapat diamati dengan jelas. Pada stadium telur, bentuk oval memanjang dan warna hitam khas *Aedes* spp. terlihat dengan baik. Pada stadium larva, kepala, antena, sikat mulut (*mouth brushes*), toraks, abdomen bersegmen, serta papila anal dapat dikenali dengan jelas. Stadium pupa memperlihatkan sefalotoraks yang membesar, corong pernapasan (*respiratory trumpets*), dan dayung renang (*paddle*) pada ujung abdomen. Sementara itu, pada stadium imago tampak jelas probosis, antena, mata majemuk, sayap, serta pola toraks yang menjadi karakter pembeda antara *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Pada aspek kerapian preparat**,** preparat memperoleh kategori cukup**.** Beberapa spesimen terlihat berada dalam posisi yang kurang ideal karena tubuh tampak sedikit melengkung dan ketebalan preparat relatif tidak merata. Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh tekanan penutup kaca objek yang kurang optimal atau proses mounting yang belum sempurna. Meskipun demikian, gangguan pengamatan akibat gelembung udara, partikel debu, maupun kotoran lain relatif sedikit

sehingga tidak menghambat proses observasi mikroskopis. Aspek kemudahan identifikasi memperoleh kategori baik**.** Karakteristik morfologi yang menjadi dasar identifikasi pada setiap stadium perkembangan dapat diamati dengan jelas oleh mahasiswa. Struktur diagnostik seperti bentuk telur, susunan segmen larva, corong pernapasan pada pupa, serta pola toraks pada imago memungkinkan mahasiswa melakukan identifikasi dengan relatif mudah. Hal ini menunjukkan bahwa preparat yang dihasilkan telah memenuhi fungsi utamanya sebagai media pembelajaran identifikasi morfologi nyamuk vektor penyakit. Secara keseluruhan, preparat memperoleh nilai baik**,** yang menunjukkan bahwa hasil preparasi telah memenuhi standar minimal sebagai media praktikum dan koleksi pembelajaran. Meskipun masih ditemukan beberapa kekurangan pada aspek keutuhan spesimen dan kerapian preparat, kualitas morfologi yang ditampilkan tetap memadai untuk mendukung proses pembelajaran Parasitologi dan Entomologi Medis. Khalin dan Aibulatov (2024) yang menyatakan bahwa preparat entomologi yang baik harus mampu mempertahankan karakter diagnostik utama pada setiap stadium perkembangan nyamuk agar identifikasi morfologi dapat dilakukan secara akurat. Struktur sifon dan rambut tubuh (*setae*) yang masih terlihat pada sebagian besar preparat menunjukkan bahwa kualitas preparat berada pada kategori baik. Karakter tersebut merupakan ciri morfologi penting yang direkomendasikan CDC untuk identifikasi larva *Aedes* spp. Kemampuan preparat dalam memperlihatkan struktur morfologi pada berbagai stadium perkembangan mendukung fungsi preparat sebagai media pembelajaran. WHO menegaskan bahwa penggunaan spesimen yang memperlihatkan karakter morfologi utama merupakan komponen penting dalam pendidikan entomologi dan identifikasi vektor penyakit. Preparat ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar permanen, media demonstrasi, serta koleksi laboratorium untuk menunjang pembelajaran berbasis *Living Lab* di lingkungan Universitas Muhammadiyah Metro. Selain meningkatkan keterampilan teknis mahasiswa dalam pembuatan preparat, kegiatan ini juga memberikan pengalaman langsung dalam pengenalan siklus hidup dan identifikasi nyamuk *Aedes* spp. sebagai vektor penyakit penting di Indonesia.

SIMPULAN

Penelitian integrasi survei *breeding place* dan pembuatan preparat entomologi *Aedes* spp. di Kampus 3 Universitas Muhammadiyah Metro menemukan 8 dari 75 media penampungan air positif jentik, terbanyak di area belakang Gedung FIKOM, sementara genangan air PUMAKAL dan tanaman talas Pascasarjana negatif jentik, menunjukkan bahwa karakteristik habitat serta faktor biotik-abiotik memengaruhi keberadaan larva *Aedes* spp. Preparat yang dihasilkan tidak hanya menjadi media pembelajaran tetapi juga koleksi laboratorium untuk praktikum dan penelitian selanjutnya, sekaligus membuktikan bahwa pendekatan *Living Lab* mampu memberikan pengalaman belajar autentik yang meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam parasitologi dan entomologi medis serta kesadaran surveilans vektor. Oleh karena itu, model integrasi ini direkomendasikan sebagai inovasi pembelajaran kesehatan berbasis *experiential learning* dan *Living Lab* di perguruan tinggi.

REFERENSI

1. Alowais SA, Alghamdi SS, Alsuhebany N, Alqahtani T, Alshaya AI, Almohareb SN, et al. Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. BMC Med Educ. 2023 Sep 22;23(1):689.
2. Ahmed MM, Okesanya OJ, Oweidat M, Othman ZK, Musa SS, Lucero-Prisno III DE. The ethics of data mining in healthcare: challenges, frameworks, and future directions. BioData Min. 2025 Jul 11;18(1):47.
3. Mwogosi A. Ethical and privacy challenges of integrating generative AI into EHR systems in Tanzania: A scoping review with a policy perspective. Digit Health. 2025 Apr 20;11.
4. Alami H, Rivard L, Lehoux P, Hoffman SJ, Cadeddu SBM, Savoldelli M, et al. Artificial intelligence in health care: laying the Foundation for Responsible, sustainable, and inclusive innovation in low- and middle-income countries. Global Health. 2020 Dec 24;16(1):52.
5. Liu X, Glocker B, McCradden MM, Ghassemi M, Denniston AK, Oakden-Rayner L. The medical algorithmic audit. Lancet Digit Health. 2022 May;4(5):e384–97.
6. Esmaeilzadeh P. Challenges and strategies for wide-scale artificial intelligence (AI) deployment in healthcare practices: A perspective for healthcare organizations. Artif Intell Med. 2024 May;151:102861.
7. Cross JL, Choma MA, Onofrey JA. Bias in medical AI: Implications for clinical decision-making. PLOS Digital Health. 2024 Nov 7;3(11):e0000651.
8. Daneshjou R, Vodrahalli K, Novoa RA, Jenkins M, Liang W, Rotemberg V, et al. Disparities in dermatology AI performance on a diverse, curated clinical image set. Sci Adv. 2022 Aug 12;8(32).
9. Drukker K, Chen W, Gichoya J, Gruszauskas N, Kalpathy-Cramer J, Koyejo S, et al. Toward fairness in artificial intelligence for medical image analysis: identification and mitigation of potential biases in the roadmap from data collection to model deployment. Journal of Medical Imaging. 2023 Apr 26;10(06).
10. Ueda D, Kakinuma T, Fujita S, Kamagata K, Fushimi Y, Ito R, et al. Fairness of artificial intelligence in healthcare: review and recommendations. Jpn J Radiol. 2024 Jan 4;42(1):3–15.
11. Murdoch B. Privacy and artificial intelligence: challenges for protecting health information in a new era. BMC Med Ethics. 2021 Dec 15;22(1):122.
12. Xia L, Cao Z, Zhao Y. Paradigm Transformation of Global Health Data Regulation: Challenges in Governance and Human Rights Protection of Cross-Border Data Flows. Risk Manag Healthc Policy. 2024 Dec;Volume 17:3291–304.
13. Reddy S. Explainability and artificial intelligence in medicine. Lancet Digit Health. 2022 Apr;4(4):e214–5.
14. Ahmed MM, Okesanya OJ, Oweidat M, Othman ZK, Musa SS, Lucero-Prisno III DE. The ethics of data mining in healthcare: challenges, frameworks, and future directions. BioData Min. 2025 Jul 11;18(1):47.
15. Narkhede MR, Wankhede NI, Kamble AM. Enhancing patient autonomy in data ownership: privacy models and consent frameworks for healthcare. Journal of Digital Health. 2025 Mar 3;1–23.
16. Pesapane F, Volonté C, Codari M, Sardanelli F. Artificial intelligence as a medical device in radiology: ethical and regulatory issues in Europe and the United States. Insights Imaging. 2018 Oct 15;9(5):745–53.