



UNIVERSITAS MULAWARMAN

ORASI ILMIAH GURU BESAR
UNIVERSITAS MULAWARMAN

Prof. Dr. Retno Aryani, S.Si., M.Si.

POTENSI KEANEKARAGAMAN HAYATI HUTAN
HUJAN TROPIS SEBAGAI PILAR PENGEMBANGAN
ANATOMI DAN HISTOLOGI HEWAN DI ERA
BIOLOGI MODERN

24 September 2026
GOR 27 September, Universitas Mulawarman

FOTO ORATOR



Prof. Dr. Retno Aryani, S.Si., M.Si.

DAFTAR ISI

FOTO ORATOR.....	ii
DAFTAR ISI	iii
SINOPSIS	1
A. Hutan Hujan Tropis: Laboratorium Kehidupan.....	3
B. Anatomi dan Histologi Hewan sebagai Fondasi Ilmiah dalam Mengungkap Potensi Keanekaragaman Hayati	5
C. Eksplorasi Keanekaragaman Hayati Hutan Hujan Tropis: Kontribusi Riset Anatomi dan Histologi Hewan.....	8
1. <i>Eksplorasi Tumbuhan Obat Hutan Hujan Tropis</i>	9
2. <i>Histologi sebagai Bukti Keamanan Bahan Alam</i>	10
3. <i>Black Soldier Fly: Model Integrasi Biologi, Anatomi, dan Biomaterial</i>	11
D. Transformasi Anatomi dan Histologi Hewan di Era Biologi Modern: Menuju Inovasi Berbasis Keanekaragaman Hayati	11
E. Kesimpulan	15
DAFTAR PUSTAKA.....	16
UCAPAN TERIMA KASIH	21
CURRICULUM VITAE	24

SINOPSIS

Prof. Dr. Retno Aryani, S.Si., M.Si. Guru besar bidang **Anatomi dan Histologi Hewan**. Hutan hujan tropis dipandang bukan hanya sebagai kekayaan alam yang perlu dilestarikan, tetapi juga sebagai laboratorium kehidupan yang menyimpan berbagai spesies tumbuhan, hewan, mikroorganisme, dan metabolit sekunder yang berpotensi dikembangkan menjadi obat, biomaterial, serta inovasi bioteknologi. Melalui pendekatan anatomi dan histologi, potensi tersebut dapat dibuktikan secara ilmiah dari aspek keamanan, efektivitas, dan mekanisme biologisnya sehingga menjadi landasan pengembangan produk kesehatan berbasis biodiversitas.

Materi ini selanjutnya menjelaskan transformasi anatomi dan histologi dari ilmu yang bersifat deskriptif menjadi ilmu translasional yang mampu menghubungkan struktur jaringan dengan fungsi biologis, mekanisme penyakit, serta respons terhadap terapi. Berbagai hasil penelitian mengenai tanaman obat Kalimantan seperti *Ficus deltoidea*, *Myrmecodia pendens*, *Terminalia catappa*, *Combretum indicum* serta pemanfaatan Black Soldier Fly sebagai sumber biomaterial menunjukkan bahwa evaluasi histologi merupakan komponen penting dalam membuktikan keamanan dan efektivitas bahan alam untuk penyembuhan luka, antioksidan, antidiabetes, antiangiogenik, dan regenerasi jaringan yang lainnya, serta pengembangan biomaterial. Bahan-bahan alami tersebut juga berpotensi untuk inovasi yaitu sebagai bahan membuat nanopartikel yaitu silver nanoparticles berbasis green synthesis yang mempertemukan bahan alam, nanoteknologi, dan evaluasi histologis.

Pada bagian akhir, orasi menekankan bahwa masa depan Anatomi dan Histologi Hewan sangat bergantung pada integrasi dengan teknologi modern

seperti kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), digital pathology, biologi molekuler, ilmu omics, nanobioteknologi, dan pendekatan One Health. Sinergi antara eksplorasi biodiversitas, teknologi mutakhir, serta kolaborasi multidisiplin diharapkan mampu menghasilkan inovasi yang mendukung kesehatan, konservasi, dan pembangunan berkelanjutan, sekaligus memperkuat posisi Indonesia sebagai pusat penelitian biodiversitas tropis yang berdaya saing global.

A. Hutan Hujan Tropis: Laboratorium Kehidupan

Selama ribuan tahun, hutan hujan tropis telah menjadi salah satu ekosistem paling kompleks dan produktif di bumi. Meskipun hanya menutupi sekitar 6–7% permukaan daratan dunia, ekosistem ini menjadi habitat bagi lebih dari separuh spesies tumbuhan, hewan, jamur, dan mikroorganisme yang telah dikenal. Kompleksitas interaksi ekologis tersebut menjadikan hutan hujan tropis sebagai pusat evolusi, adaptasi, dan pembentukan senyawa-senyawa biologis yang unik.

Dalam konteks tersebut, Indonesia menempati posisi yang sangat strategis. Sebagai salah satu negara **megabiodiversitas**, Indonesia memiliki kekayaan sumber daya genetik yang luar biasa, dengan tingkat endemisitas yang tinggi pada berbagai kelompok flora, fauna, dan mikroorganisme yang memiliki potensi besar sebagai sumber pangan, obat, biomaterial, dan bahan baku bioteknologi. Kekayaan hayati tersebut merupakan laboratorium alam yang menyediakan peluang luas untuk menghasilkan inovasi berbasis sumber daya lokal.

Biodiversitas Indonesia memiliki nilai strategis karena menjadi sumber bahan baku bagi berbagai bidang, seperti: penemuan obat (*drug discovery*); pangan fungsional; biomaterial; bioindustri; bioteknologi; rekayasa jaringan (*issue engineering*); konservasi sumber daya genetik. Keunggulan utama biodiversitas tropis tidak hanya terletak pada banyaknya jumlah spesies, tetapi juga pada keragaman metabolit sekunder yang dihasilkannya. Berbagai kelompok senyawa,

seperti: flavonoid, alkaloid, terpenoid, fenolik, saponin, tanin, peptida bioaktif, kitin dan kitosan, polisakarida, metabolit mikroba, telah terbukti memiliki aktivitas: antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, imunomodulator, antikanker, penyembuhan luka, neuroprotektif, antiangiogenik dan lain sebagainya.

Prospek tersebut menjadikan hutan hujan tropis sebagai salah satu sumber utama pencarian senyawa bioaktif baru (bioprospecting) untuk kesehatan manusia dan hewan. Berbagai telaah mutakhir menunjukkan bahwa eksplorasi biodiversitas hutan tropis masih menyimpan peluang besar untuk menemukan molekul baru yang dapat dikembangkan menjadi kandidat obat dan biomaterial generasi berikutnya.

Selain itu, Perkembangan ilmu pengetahuan di abad ke-21 menunjukkan bahwa kekayaan biodiversitas tidak lagi hanya dipandang sebagai sumber bahan baku obat tradisional, tetapi telah menjadi fondasi bagi lahirnya berbagai inovasi dalam bidang bioteknologi, biomaterial, dan nanomedisin. Melalui integrasi ilmu anatomi, histologi, biologi molekuler, material sains, dan rekayasa biomedis, sumber daya hayati Indonesia dapat dikembangkan menjadi produk kesehatan modern yang memiliki nilai tambah tinggi. Tiga contoh inovasi yang sangat menjanjikan adalah **sintesis nanopartikel hijau (*green synthesis*)**, **biofilm berbasis kitin dan kitosan**, serta **sistem penghantaran obat (*drug delivery system/DDS*)**. Ketiga teknologi tersebut merupakan representasi nyata bagaimana biodiversitas tropis dapat ditransformasikan menjadi solusi kesehatan yang aman, efektif, dan berkelanjutan.

Namun demikian, besarnya keanekaragaman hayati belum otomatis menghasilkan manfaat apabila tidak disertai pembuktian ilmiah mengenai keamanan, efektivitas, dan mekanisme biologisnya. Di sinilah anatomi dan histologi hewan memiliki peran yang sangat strategis.

Dalam perspektif Anatomi dan Histologi Hewan, setiap organisme tropis menyimpan informasi mengenai: struktur jaringan; adaptasi morfologis; mekanisme regenerasi; respons imun; perubahan histopatologis; mekanisme aksi senyawa bioaktif. Informasi tersebut menjadi dasar untuk memahami hubungan antara struktur dan fungsi, serta membuka peluang pengembangan biomaterial, obat berbasis bahan alam, dan pendekatan biomedis yang lebih presisi.

Dalam konteks penelitian yang saya lakukan, potensi tersebut telah dieksplorasi melalui pemanfaatan berbagai tumbuhan obat Kalimantan, pengembangan biomaterial berbasis *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*), serta sintesis nanopartikel hijau (*green synthesis*) untuk mendukung penyembuhan luka dan regenerasi jaringan.

Dengan demikian, keanekaragaman hayati merupakan **modal ilmiah** (*scientific capital*) yang harus dikelola melalui penelitian multidisiplin agar memberikan manfaat sebesar-besarnya bagi ilmu pengetahuan dan kesejahteraan masyarakat.

B. Anatomi dan Histologi Hewan sebagai Fondasi Ilmiah dalam Mengungkap Potensi Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati hutan hujan tropis menyediakan sumber daya biologis yang sangat

besar berupa tumbuhan, satwa, mikroorganisme, dan metabolit sekunder yang berpotensi dikembangkan menjadi obat, biomaterial, imunomodulator, maupun produk bioteknologi. Namun demikian, keberadaan suatu senyawa bioaktif belum dapat dinyatakan bermanfaat hanya berdasarkan identifikasi kandungan kimia atau aktivitas *in vitro*. Setiap kandidat bahan alam harus dibuktikan melalui pendekatan ilmiah yang mampu menjelaskan bagaimana senyawa tersebut berinteraksi dengan sistem biologis pada tingkat sel, jaringan, dan organ.

Dalam konteks inilah Anatomi dan Histologi Hewan memiliki posisi yang sangat strategis. Kedua disiplin ilmu ini tidak lagi hanya berfungsi menggambarkan struktur tubuh, tetapi telah berkembang menjadi fondasi ilmiah yang menjelaskan hubungan antara struktur, fungsi, respons biologis, dan mekanisme penyakit. Melalui analisis mikroskopis, perubahan yang terjadi akibat paparan senyawa bioaktif dapat diamati secara langsung sehingga memberikan bukti mengenai keamanan, efektivitas, dan mekanisme kerja suatu bahan alam.

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, anatomi dan histologi tidak lagi dipandang sebagai ilmu deskriptif, melainkan sebagai ilmu **translasional** yang menjelaskan bagaimana perubahan struktur jaringan berkaitan dengan fungsi fisiologis, mekanisme penyakit, serta respons terhadap terapi. Perkembangan teknologi mikroskopi digital, histomorfometri berbasis komputer, pencitraan tiga dimensi, *spatial biology*, dan kecerdasan buatan telah memperluas kemampuan analisis jaringan hingga tingkat molekuler dan spasial.

Dalam biologi modern, informasi histologis kini dipadukan dengan data genomik, transkriptomik, proteomik, dan metabolomik sehingga memungkinkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai mekanisme biologis. Histologi tidak lagi hanya menjawab pertanyaan “*bagaimana bentuk jaringan?*”, tetapi juga “*mengapa jaringan berubah?*” dan “*bagaimana perubahan tersebut memengaruhi fungsi organisme?*” Pendekatan ini menjadi dasar dalam penelitian penyakit degeneratif, kanker, regenerasi jaringan, biomaterial, serta pengembangan obat berbasis bahan alam.

Dalam berbagai penelitian yang kami lakukan, termasuk eksplorasi ***Ficus deltoidea***, ***Terminalia catappa***, ***Myrmecodia pendens***, ***Combretum indicum*** serta biomaterial berbasis **Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*)**, evaluasi histologi menjadi tahapan penting untuk membuktikan bahwa perubahan fisiologis yang diamati benar-benar disertai dengan perbaikan struktur jaringan. Pendekatan ini memungkinkan interpretasi yang lebih mendalam mengenai mekanisme kerja bahan alam, sehingga hasil penelitian tidak berhenti pada identifikasi aktivitas biologis, tetapi juga menjelaskan dasar ilmiahnya.

Di era biologi modern ditandai oleh konvergensi berbagai disiplin ilmu. Anatomi dan histologi tidak lagi berdiri sendiri, tetapi menjadi bagian dari pendekatan multidisiplin yang mengintegrasikan fisiologi, imunologi, toksikologi, farmakologi, biologi molekuler, bioinformatika, serta ilmu *omics*.

Dalam fisiologi, perubahan histologis menjelaskan dasar struktural dari fungsi organ.

Dalam imunologi, distribusi dan aktivasi sel imun di dalam jaringan memberikan gambaran mengenai respons inflamasi maupun mekanisme pertahanan tubuh. Dalam toksikologi, histopatologi merupakan indikator utama untuk mengidentifikasi organ sasaran (*target organ toxicity*). Sementara itu, integrasi dengan biologi molekuler memungkinkan hubungan antara perubahan morfologi jaringan dengan ekspresi gen, protein, sitokin, maupun jalur pensinyalan seluler.

Perkembangan teknologi seperti ***digital pathology, whole-slide imaging, spatial transcriptomics, single-cell sequencing***, dan ***artificial intelligence*** semakin memperkuat peran anatomi dan histologi sebagai ilmu yang menjembatani data morfologi dengan informasi molekuler. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi biomarker baru, pemetaan respons jaringan secara presisi, serta pengembangan terapi yang lebih personal (*precision medicine*).

Bagi penelitian yang memanfaatkan keanekaragaman hayati hutan hujan tropis, integrasi tersebut membuka peluang untuk menjelaskan secara komprehensif bagaimana suatu senyawa bioaktif bekerja, mulai dari tingkat molekul hingga perubahan struktur organ. Dengan demikian, anatomi dan histologi menjadi jembatan yang menghubungkan eksplorasi keanekaragaman hayati dengan inovasi biomedis berbasis bukti (*evidence-based biodiscovery*).

C. Eksplorasi Keanekaragaman Hayati Hutan Hujan Tropis: Kontribusi Riset Anatomi dan Histologi Hewan

Selama perjalanan akademik saya, penelitian berfokus pada eksplorasi potensi keanekaragaman hayati Kalimantan dengan menggunakan pendekatan anatomi, histologi, histopatologi, fisiologi hewan, toksisitas bahan alam, biomaterial, dan pemanfaatan organisme tropis seperti *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*).

1. Eksplorasi Tumbuhan Obat Hutan Hujan Tropis

Salah satu fokus penelitian adalah pemanfaatan tumbuhan hutan tropis sebagai sumber senyawa bioaktif. Penelitian terhadap **Tabat Barito** (*Ficus deltoidea*) dengan diuji toksisitas akut dan subkronik yang menunjukkan Penelitian bahwa pemberian ekstrak etanol daun *F. deltoidea* secara oral akut dan subkronik pada tikus jantan tidak menimbulkan gejala klinis toksisitas atau kematian. LD50 ekstrak etanol daun *F. deltoidea* untuk tikus >2000 mg/kg dianggap praktis tidak beracun. Selain itu, penelitian lain juga menunjukkan tidak menyebabkan efek toksik dan bahkan memiliki efek menguntungkan pada reproduksi tikus jantan dengan meningkatkan kesuburan, hormon reproduksi, dan aktivitas antioksidan, serta tidak mengubah struktur histologis testis; Toksisitas subkronik ekstrak etanol daun *F. deltoidea* terhadap histologi usus dan lambung; dan penelitian lain dapat sebagai antiangiogenik. Hal itu menunjukkan pentingnya evaluasi anatomi dan histologi organ sebagai dasar penilaian keamanan dan efektifitas bahan alam.

Penelitian lain juga menunjukkan bahwa ekstraknya berpotensi sebagai agen penyembuhan luka. Riset tersebut kemudian berkembang

menjadi sintesis **nanopartikel perak (silver nanoparticles)** berbasis ekstrak *F. deltoidea* (*green synthesis*). Hasil uji *in vivo* memperlihatkan prospek nanopartikel tersebut dalam mempercepat penutupan luka (*wound closure*) dan mendukung regenerasi kulit, sehingga membuka peluang pengembangan biomaterial berbasis sumber daya alam lokal.

2. Histologi sebagai Bukti Keamanan Bahan Alam

Eksplorasi tanaman obat tidak cukup berhenti pada identifikasi kandungan fitokimia. Keamanan biologis harus dibuktikan melalui perubahan struktur jaringan. Penelitian mengenai ekstrak **Sarang Semut** (*Myrmecodia pendens*) pada ikan lele memperlihatkan bahwa pemberian ekstrak tidak hanya memengaruhi aktivitas enzim pencernaan, tetapi juga menghasilkan perubahan histologi usus dan hati. Dengan demikian, histologi berfungsi sebagai indikator utama untuk menilai respons biologis terhadap senyawa bioaktif.

Pendekatan serupa diterapkan pada penelitian toksisitas subkronik daun **Ketapang** (*Terminalia catappa*), yang mengevaluasi struktur histologis hati sebagai dasar ilmiah untuk menentukan tingkat keamanan pemanfaatan tanaman obat.

Riset lain menggunakan ekstrak bunga **Melati Belanda** (*Combretum indicum*) menunjukkan bahwa ekstrak bunga *Combretum indicum* berpengaruh signifikan terhadap penyembuhan luka sayat dan berpengaruh signifikan terhadap profil lipid dan hematologi

darah serta kadar glukosa darah dan struktur histologi pankreas mencit diabetes.

Dalam penelitian selanjutnya juga telah dilakukan inovasi yaitu menggunakan ekstrak Tabat Barito dan umbi Sarang Semut sebagai bahan membuat nanopartikel yaitu **silver nanoparticles berbasis green synthesis** yang mempertemukan bahan alam, nanoteknologi, dan evaluasi histologis.

3. *Black Soldier Fly: Model Integrasi Biologi, Anatomi, dan Biomaterial*

Dalam beberapa tahun terakhir, selain penelitian dengan pemanfaatan sumber daya hayati tanaman juga sumber daya hayati hewani yaitu *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*), yang memiliki nilai strategis dalam ekonomi sirkular dan bioteknologi.

Penelitian menunjukkan bahwa protein *defatted* larva BSF mampu memodulasi parameter biokimia dan sistem imun pada mencit, sehingga berpotensi sebagai bahan baku pakan fungsional. Selain itu, kitosan dan nano-kitosan yang berasal dari eksuvia pupa BSF dikembangkan sebagai biomaterial untuk penyembuhan luka dan rekayasa jaringan. Seluruh inovasi tersebut dievaluasi melalui pendekatan histologi untuk memastikan bahwa respons fisiologis benar-benar diikuti oleh regenerasi struktur jaringan.

D. Transformasi Anatomi dan Histologi Hewan di Era Biologi Modern: Menuju Inovasi Berbasis Keanekaragaman Hayati

Perkembangan ilmu pengetahuan dalam dua dekade terakhir telah membawa perubahan besar

terhadap paradigma penelitian biologi. Revolusi teknologi digital, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), biologi molekuler, ilmu *omics*, dan nanobioteknologi telah mengubah cara ilmuwan memahami sistem kehidupan. Jika pada masa lalu anatomi dan histologi lebih banyak berperan sebagai ilmu yang mendeskripsikan struktur tubuh, maka pada era biologi modern kedua disiplin ilmu tersebut berkembang menjadi ilmu integratif yang menghubungkan struktur, fungsi, mekanisme molekuler, dan aplikasi klinis.

Kemajuan teknologi pencitraan digital telah mengubah praktik anatomi dan histologi secara fundamental. Preparat histologi yang dahulu hanya dapat diamati secara langsung melalui mikroskop kini dapat dipindai menjadi **Whole Slide Images (WSI)** beresolusi tinggi sehingga memungkinkan analisis digital, penyimpanan data jangka panjang, kolaborasi lintas institusi, dan pembelajaran jarak jauh.

Perkembangan ini melahirkan bidang **Digital Pathology**, yaitu penggunaan citra digital untuk analisis jaringan secara kuantitatif dan otomatis. Dengan bantuan algoritma *machine learning* dan *deep learning*, kecerdasan buatan mampu mengenali pola morfologi jaringan, mengidentifikasi perubahan histopatologis, menghitung kepadatan sel, mendeteksi area nekrosis, mengukur deposisi kolagen, hingga memprediksi prognosis penyakit dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Dalam penelitian biodiversitas, integrasi kecerdasan buatan membuka peluang baru untuk: mempercepat analisis preparat histologi; mengurangi variasi subjektivitas antarpemiliter; meningkatkan akurasi interpretasi jaringan;

membangun basis data histologi spesies tropis Indonesia; mengembangkan sistem identifikasi otomatis jaringan normal dan patologis.

Perkembangan anatomi dan histologi modern tidak lagi berhenti pada pengamatan kualitatif terhadap bentuk jaringan. Pendekatan **histomorfometri digital** memungkinkan pengukuran kuantitatif berbagai parameter mikroskopis, seperti ketebalan epitel, luas area fibrosis, jumlah sel inflamasi, diameter serabut otot, kepadatan osteosit, maupun indeks proliferasi sel. Analisis ini memberikan data yang objektif dan dapat dipadukan dengan pendekatan statistik maupun komputasional.

Pada saat yang sama, kemajuan **biologi molekuler** memungkinkan hubungan antara perubahan morfologi jaringan dengan ekspresi gen, protein, sitokin, dan jalur pensinyalan seluler. Integrasi tersebut semakin diperkuat oleh perkembangan ilmu *omics*, meliputi: **Genomics**, untuk memahami variasi genetik organisme tropis; **Transcriptomics**, untuk menganalisis ekspresi gen pada jaringan; **Proteomics**, untuk mengidentifikasi perubahan protein sebagai respons terhadap senyawa bioaktif; **Metabolomics**, untuk memetakan metabolit yang dihasilkan organisme maupun jaringan.

Dalam konteks eksplorasi keanekaragaman hayati, integrasi histologi dengan ilmu *omics* memungkinkan identifikasi biomarker baru, penemuan target terapi, dan penjelasan mekanisme kerja senyawa bioaktif secara lebih komprehensif.

Selain itu, perkembangan **nanobioteknologi** telah membuka peluang pemanfaatan biomaterial berbasis sumber daya hayati tropis. Sintesis

nanopartikel hijau (*green synthesis*), biofilm berbasis kitin dan kitosan, serta sistem penghantaran obat (*drug delivery system*) merupakan contoh inovasi yang menghubungkan kekayaan biodiversitas dengan teknologi kesehatan modern. Evaluasi terhadap efektivitas biomaterial tersebut tetap memerlukan analisis anatomi dan histologi sebagai dasar pembuktian keberhasilan regenerasi jaringan.

Tantangan kesehatan global saat ini tidak lagi dapat dipandang secara sektoral. Munculnya penyakit zoonosis, resistensi antimikroba, degradasi lingkungan, serta perubahan iklim menunjukkan bahwa kesehatan manusia, kesehatan hewan, dan kesehatan ekosistem saling berkaitan erat. Konsep ***One Health*** hadir sebagai paradigma yang mengintegrasikan ketiga komponen tersebut dalam satu kesatuan.

Dalam perspektif Anatomi dan Histologi Hewan, pendekatan *One Health* memiliki implikasi yang sangat luas. Studi terhadap struktur jaringan satwa liar, hewan domestik, maupun organisme model tidak hanya memberikan informasi mengenai kesehatan individu, tetapi juga mencerminkan kondisi lingkungan dan kualitas ekosistem tempat organisme tersebut hidup. Perubahan histopatologis pada organ tertentu dapat menjadi indikator paparan polutan, toksikan, patogen, maupun perubahan lingkungan.

Transformasi ini menjadi semakin penting bagi Indonesia sebagai negara megabiodiversitas. Kekayaan flora, fauna, dan mikroorganisme tropis hanya akan memberikan manfaat optimal apabila dipadukan dengan teknologi mutakhir yang mampu mengungkap mekanisme biologis secara

lebih presisi. Dengan demikian, masa depan Anatomi dan Histologi Hewan sangat bergantung pada kemampuannya mengintegrasikan ilmu dasar dengan teknologi modern untuk menghasilkan inovasi yang mendukung kesehatan, konservasi, dan pembangunan berkelanjutan.

E. Kesimpulan

Sebagai penutup, saya ingin menegaskan bahwa masa depan anatomi dan histologi hewan tidak hanya terletak pada kemampuan menggambarkan struktur jaringan, tetapi pada kemampuannya menjelaskan makna biologis yang tersembunyi di balik setiap perubahan sel dan organ terutama pada kemampuan mengintegrasikan informasi morfologi, molekuler, dan digital untuk menghasilkan inovasi berbasis keanekaragaman hayati.

Hutan hujan tropis Indonesia adalah perpustakaan kehidupan yang belum seluruhnya terbaca. Setiap tumbuhan, setiap serangga, setiap satwa liar menyimpan informasi biologis yang berpotensi menjadi solusi bagi tantangan kesehatan, ketahanan pangan, dan keberlanjutan lingkungan. Melalui anatomi dan histologi hewan, kita memiliki perangkat ilmiah untuk menerjemahkan informasi tersebut menjadi pengetahuan, inovasi, dan kemanfaatan bagi masyarakat.

Semoga ikhtiar akademik ini menjadi kontribusi nyata dalam memperkuat posisi Indonesia sebagai pusat pengembangan sains tropis berbasis biodiversitas.

DAFTAR PUSTAKA

- A Review of Forest Fragmentation in Indonesia under the DPSIR Framework for Biodiversity Conservation Strategies*. Global Ecology and Conservation (2024).
- Aryani, R., Maytari, E., Manurung, H., Nugroho, R.A., Rudianto, R. (2025). Characterization and In Vitro Evaluation of Silver Nanoparticles Synthesized from *Ficus deltoidea* for Wound Closure and Skin Regeneration. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 9(7).
- Aryani, R., Nugroho, R.A., Dewi, W.R., Sari, Y.P., Manurung, H., Rudianto, R. (2023). Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Patin (*Pangasius* Sp.) Setelah Pemberian Pakan Bersubstitusi Biji Ketapang (*Terminalia catappa* L.). *AL-KAUNIYAH:Jurnal Biologi*, 16(2).
- Aryani, R., Nugroho, R.A., Manurung, H., Mardayanti, R., Rudianto, R., Prahastika, W., Auliana, A., Karo, A.P.B. (2020). *Ficus deltoidea* leaves methanol extract promote wound healing activity in mice. *EurAsian Journal of BioSciences*. 14(1).
- Aryani, R., Nugroho, R.A., Manurung, H., Pusparini, N.A.O., Prahastika, W., Rudianto, R. (2022). Subchronic toxicity of *Ficus deltoidea* jack. leaves on the histology of ventriculus and intestinum tenue male mice. *AIP Conference Proceedings*. 2668, 020005.
- Aryani, R., Nugroho, R.A., Rulimada, M.H., Manurung, H., Maytari, E., Siahaan, A., Rudianto, R. Jati, W.N. (2023). Anti-angiogenic activity of *Ficus deltoidea* L. Jack silver nanoparticles using chorioallantoic membrane assay. *F1000research*. 12(544).
- Aryani, R., Rosnadia, R., Irma, I., Manurung, H., Rudianto, R. Nugroho, R.A. (2025). Biochemical and Immune Modulation in Mice Fed Defatted Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) Larvae Meal. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 9(7).
- Aryani, R., Wati, M., Maytari, E., Nugroho, R.A., Manurung, H., Rudianto, R. (2026). Biosynthesis of Silver Nanoparticles using *Myrmecodia* sp. Bulb Extract: in

- vivo* Wound Healing Potency in *Mus musculus* L. *Applied Science and Engineering Progress*, 19(1).
- Borelli, T., et al. (2024). Invisible Treasures: Assessing Indonesia's Unique Agrobiodiversity for Food and Nutrition Security. *Sustainability*. 16, 9824.
- de Almada-Vilhena, A. O., et al. (2024). Prospecting Pharmacologically Active Biocompounds from the Amazon Rainforest. *Pharmaceuticals*. 17(11), 1449.
- Gartner, L. P. (2023). Textbook of Histology (5th ed.). Elsevier.
- Istik Haroh, I., Aryani, R., Rosadi, I., Nugroho, R.A. (2024). An In Vivo Evaluation of *Combretum indicum* Flower Methanolic Extract As Ointment for Burn Wound On Male Mice. *BioLink Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*. 11 (1).
- Kumar, V., Abbas, A. K., & Aster, J. C. (2025). Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease (11th ed.). Elsevier.
- Longo, D. L., et al. (2025). Harrison's Principles of Internal Medicine (22nd ed.) – bab mengenai translational medicine, pathology, dan biomarker jaringan.
- Mardianto, N., Aryani, R., Rudianto, R., Manurung, H. Nugroho, R.A., (2025). Dietary Chitosan and Nano-Chitosan of Black Soldier Fly Larvae for Improving Growth and Physiological Indices of *Clarias gariepinus*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 20 (2).
- Marx, V. (2024). Perkembangan spatial biology, digital pathology, dan AI-assisted histopathology dalam berbagai artikel ulasan di *Nature Methods* dan *Nature Reviews*.
- Nugroho, R.A., Aryani, R., Hardi, E.H., Manurung, H., Rudianto, R., Wirawan, N.A., Syalsabillah, N., Jati, W.N. (2024). Nutritive value, material reduction, biomass conversion rate, and survival of black soldier fly larvae reared on palm kernel meal supplemented with fish pellets and fructose. *International Journal of Tropical Insect Science*. 3.
- Nugroho, R.A., Aryani, R., Manurung, H., Anindita, D.F., Hidayati, F.S.N., Prahastika, W., Rudianto, R. (2022). Effects of the Ethanol Extracts of *Ficus deltoidea* leaves on the Reproductive Parameters in Male Mice. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 10(A).

- Nugroho, R.A., Aryani, R., Manurung, H., Rudianto, R., Prahastika, W., Juwita, A., Alfarisi, A.K., Pusparini, N.A.O., Lalong, A. (2020). Acute and subchronic toxicity study of the ethanol extracts from *Ficus deltoidea* leaves in male mice. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 8(A).76-83.
- Nugroho, R.A., Aryani, R., Manurung, H., Sari, W.I.R., Sanjaya, A.S., Suprihanto, D., Rudianto, R., Prahastika, W. (2022). Proximate and Fatty Acid Profile Comparison of Black Soldier Fly Larvae Reared on Palm Kernel Meal and Cow Manure. *Ra Journal of Applied Research*. 08(11).
- Nugroho, R.A., Hindryawati, N., Aryani, R., Manurung, H., Sari, Y.P., Nurti, D.D., Rudianto, R., Prahastika, W., Zahida, F. (2021). Biosynthesis of silver nanoparticles from aqueous extract of *Myrmecodia pendans* bulb. *AIP Conference Proceeding Scopis*. 2331(1).
- Nugroho, R.A., Kusumawati, E., Aryani, R., Anggraini, W.D.C., Hardi, E.H., Rudianto, R., Sudrajat, S., Nur, F.M., Manurung, H. (2019). Dietary *Terminalia catappa* leaves reduced growth performance but increased hematological profiles and survival rate of *Pangasianodon hypophthalmus*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 348(1). IOP Publishing. Scopis.
- Nugroho, R.A., Puspa, N.C.S., Aryani, R., Prahastika, W., Rudianto, R., Manurung, H. (2020). Subchronic Toxicity Test of Indian Almond (*Terminalia catappa*) Leaves Water Extract on The Liver Histology of Mice (*Mus musculus*). *Bioeduscience*. 4(2).
- Nugroho, R.A., Utami, D., Aryani, R., Nur, F.M., Sari, Y. P., Manurung, H. (2019). In vivo wound healing activity of ethanolic extract of *Terminalia catappa* L. leaves in mice (*Mus musculus*). In *Journal of Physics: Conference Series*. 1277(1). IOP Publishing. Scopis.
- Nurfakhira, L., Nugroho, R.A., Aryani, R., Sari, Y.P., Manurung, H., Rudianto, R. (2022). Growth and Digestive Enzyme Activity of *Clarias gariepinus* Fed *Myrmecodia pendens* Merr. & Perry Bulb Extract. *AIP Conference Proceedings*. 2668, 020001.

- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2022–2025). OECD Guidelines for the Testing of Chemicals terutama Test Guideline 407 (Repeated Dose 28-Day Oral Toxicity Study) dan Test Guideline 408 (90-Day Oral Toxicity Study), yang menempatkan pemeriksaan histopatologi sebagai komponen utama evaluasi toksisitas.
- Penelitian kompetitif nasional Prof. Retno Aryani mengenai biofilm kitosan/nano-kitosan BSF, protein *defatted* maggot, dan antiangiogenik nanopartikel *Ficus deltoidea*.
- Pratiwi, A.E., Aryani, R., Rosadi, I., Nugroho, R.A. (2024). Effect Of *Combretum indicum* Leaf Extract on Blood Sugar Levels and Pancreas Histology of Alloxan Induced Mice. *BioLink Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*. 10 (2).
- Rahayu, S., Aryani, R., Rosadi, I., Nugroho, R.A. (2024). The Effect of *Combretum indicum* Leaves on Lipid Profile and Hematology of Mice Induced with Alloxan. *BioLink Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*. 11 (1).
- Ross, M. H., & Pawlina, W. (2024). Histology: A Text and Atlas (9th ed.). Wolters Kluwer.
- Rudianto, R., Nugroho, R.A., Mardianto, N., Pamela, Aryani, R., Manurung, H. (2025). Wound healing performance of nanochitosan-based ointment derived from black soldier fly larvae exuviae: in vivo assay on *Mus musculus* L. *Brazilian Journal of Biology*. 85(e292966).
- Sardi, N.I., Aryani, R., Nugroho, R.A., Sari, Y.P., Manurung, H., Rudianto, R. (2022). Effects of ant-nest plant (*Myrmecodia pendens*) bulb extract on histology of intestinal, liver and proximate fillet of Sangkuriang catfish (*Clarias gariepinus* Var). *AIP Conference Proceedings*. 2668, 020002.
- Sukmawaty, E., et al. (2024). Bioactivity and Metabolites Compounds of Medicinal Plants Endophytic Fungi in Indonesia. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*. 9(2).
- Wiraswati, H. L., et al. (2024). Biological Potential of Eight Medicinal Plants Collected in the Restored Landscape after Mining in South Kalimantan. *Discover Applied Sciences*.

World Health Organization. (2023–2025). Pedoman pengembangan obat herbal dan evaluasi keamanan praklinis yang menekankan integrasi analisis histopatologi dengan parameter biokimia dan toksikologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kehadiran Allah SWT dan junjungan kita Nabi Muhammad SAW, akhirnya kami bisa mencapai titik ini. Pada kesempatan ini perkenankan saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Pemerintah Republik Indonesia, yaitu kepada Menteri Pendidikan Tinggi, Kebudayaan Riset, dan Teknologi Republik Indonesia beserta jajarannya, atas pemberian penghargaan tertinggi yang diberikan kepada saya, yaitu sebagai Guru Besar pada bidang ilmu Anatomi dan Histologi Hewan. Ucapan terima kasih serta salam hormat, saya sampaikan kepada Rektor Universitas Mulawarman, Bapak Prof. Dr. Ir. H. Abdunnur, M.Si., IPU, Bapak Ketua dan Sekretaris Senat, Bapak/Ibu Wakil Rektor I, II, III dan IV, dan Bapak/Ibu anggota senat Universitas Mulawarman, Tenaga Kependidikan dan seluruh civitas akademika Universitas Mulawarman yang telah memberikan dukungan, sehingga terlaksananya pengukuhan ini dengan baik, hikmat dan lancar.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada para pendiri FMIPA antara lain Dekan Pertama FMIPA Universitas Mulawarman Prof. Dr. Drs. Sudrajat SU, Dra. Sudiastuti SU, Dekan FMIPA, Universitas Mulawarman, Prof. Dr. dra. Hj. Ratna Kusuma, M.Si (Dekan FMIPA periode 2022-sekarang), atas segala dukungan dan motivasi yang diberikan sehingga saya dapat mencapai gelar tertinggi di Perguruan Tinggi. Kepada Bapak/Ibu Wakil Dekan I, II dan III, seluruh anggota Senat FMIPA Universitas Mulawarman, Ketua dan sekretaris Jurusan, bapak ibu dosen di Jurusan Biologi dan terkhusus tim riset kami yang telah sangat membantu capaian ini yaitu Prof. Rudy Agung Nugroho, Ph.D. dan Prof. Dr. Hetty Manurung, S.Si., M.Si., serta tim riset dosen dan mahasiswa lain, rekan

sejawat, Tenaga Kependidikan dan mahasiswa seluruh civitas akademika FMIPA Universitas Mulawarman.

Dan yang paling utama, dengan penuh rasa bangga, cinta dan hormat, saya menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada keluarga besar saya yang telah memberikan spirit kehidupan, semangat, motivasi, nasehat, doa serta bantuan untuk mencapai pendidikan tinggi dan berkiprah di dunia akademik, Ucapan hormat kepada kedua orang tua saya, ayahanda alm. H. Suhardjo dan ibunda Hj. Sri Nastuti. Kepada adik-adik saya Agus Aryanto, Anton Besar Prananto dan Estriana Endah Susanti. Kepada ayah dan ibu mertua, Sipon Broto Supeno (Alm) dan Mardjinem (Almh) beserta keluarga besar kakak-kakak dan adik suami saya. Jenjang karir tertinggi dan segala gelar yang saya peroleh ini adalah berkat doa, bantuan, dukungan, ketabahan dan kesabaran dari suami dan bapak dari anak-anak saya yang luar biasa, yang selalu menemani hidup kami dalam suka dan duka dan telah mengantarkan kami sampai meraih kesuksesan, Yang Tercinta Alm. Dr. Ir. Didit Suprihanto, S.T., M. Kom serta kedua putra kami yang sangat kami banggakan: Radityan Aufaadaffa Andiraputra, S.Trp. dan Rizkydhiyaa Anggara Andiraputra, S.Pd.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada para guru dan teman-teman di SD Pamardi Putri Surakarta, SMPN 6 Surakarta, dan SMAN 7 Surakarta. Kepada pembimbing S1 di Fakultas Biologi UGM, yaitu: almh Dra.Sri Juni Nastiti. Kepada pembimbing S2 di Fakultas Biologi UGM Drs. Suharno, S.U. (Alm) dan Prof. Rarastoeti Pratiwi M.Sc., Ph.D, saya mengucapkan terima kasih. Berikutnya kepada promotor S3 di Fakultas Biologi UGM Prof. Dr. drh. Pudji Astuti, M.P. Prof. Dr. Laurentius Hartanto Nugroho, M.Agr., Prof Dr. Sukarti Moeljopawiro, yang telah membimbing dan selalu memberikan memotivasi serta bantuan kepada saya beserta teman-teman seperjuangan S3 saya di Prodi Doktoral Fak Biologi UGM angkatan 2013 yang

dari awal ketemu selalu kompak saling mensupport. Tidak lupa juga sahabat-sahabat lama yang selalu setia support dari jauh Wisning Kusdiani dan Retno Siti Rohayati, S.Psi.

Di penghujung orasi ilmiah ini, saya kembali mengucapkan puji syukur yang setinggi-tingginya pada Allah SWT, mudah-mudahan setitik ilmu pengetahuan yang diberikan kepada saya, anugerah guru besar yang saya terima dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya kepada saya dan masyarakat luas untuk mencapai kesejahteraan, kemuliaan hidup, berkat dan terang bagi sesama.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

CURRICULUM VITAE

Nama : **Retno Aryani**
NIP : 1973022512000122001
NIDN : 0021027304
Tempat, Tanggal
Lahir : Wonogiri, 21 Februari 1973
Agama : Islam
Email : retnoaryani@fmipa.unmul.ac.id
No HP : +62 812-5393-7321
Program Studi : Magister Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA)
Pangkat, Gol. : Pembina Utama Muda, IV/c
Jabfung, TMT : Guru Besar, 1 Januari 2025
ID SINTA : 6043148
ID SCOPUS : 57204438570

RIWAYAT PENDIDIKAN

1. Sarjana (S1) Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (1991)
2. Magister (S2) Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (2002)
3. Doktor (S3) Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (2017)

PENGALAMAN MENGAJAR

Anatomi dan Histologi Hewan, Fisiologi Hewan;
Mikroteknik, Histopatologi

RIWAYAT PENELITIAN

1. (2026) Hidrolisat Protein Maggot (*Hermetia illucens*) Sebagai Stimulator Pertumbuhan, Enzim Antioksidan Dan Imunomodulator Mus musculus

- (Ketua Peneliti). Kemendiktisaintek. Rp. 119.710.000.
2. (2026) Biofilm Kitosan Dan Nanokitosan Dari Cangkang Pupa Bsf (*Hermetia illucens* L.) Sebagai Media Rekayasa Jaringan Dalam Penyembuhan Luka (Anggota Peneliti). Kemendiktisaintek. Rp. 128.100.000.
 3. (2025) Addressing Food Security Based on Local Genetic Resources and Local Wisdom (Anggota Peneliti). Kerjasama Luar Negeri INUCOST. Rp. 1.677.089.000.
 4. (2025) Biofilm Kitosan Dan Nanokitosan Dari Cangkang Pupa BSF (*Hermetia illucens* L.) Sebagai Media Rekayasa Jaringan Dalam Penyembuhan Luka (Anggota Peneliti). Kemendikbudristek. Rp. 148.100.000.
 5. (2024) Uji Efektifitas Sediaan Madu Lebah Kelulut (*Heterotrigona itama*) Dan Minyak Zaitun (*Olea europaea*) Terhadap Penyembuhan Luka Sayat Mencit (*Mus musculus*) (Anggota Peneliti). PNBp Rp. 12.000.000.
 6. (2024) Mikro/Nano Kitosan Cangkang Pupa Maggot sebagai Suplemen Pakan Ikan: Uji Aktivitas Antioksidan dan Profil Hematologi Ikan Lele Sangkuriang (Ketua Peneliti). Kemendikbudristek. Rp. 31.560.000.
 7. (2024) Protein defatted maggot sebagai bahan dasar pakan hewan: Uji aktivitas enzim antioksidan, profil darah dan histologi sistem pencernaan mencit (Ketua Peneliti). Kemendikbudristek. Rp. 108.070.000.
 8. (2023) Anti-Angiogenik Nanopartikel Daun Tabat Barito (*Ficus Deltoidea* Jack) Pada Membran Korio Alantois Embrio Ayam Diinduksi Basic Fibroblast Growth Factor (Bfgf). (Ketua Peneliti). Kemendikbudristek. Rp. 182.000.000.
 9. (2023) Sumber Minyak Alternatif Pengganti Minyak Ikan Dari Minyak Maggot Yang Ditumbuhkan Pada Media Limbah Kelapa Sawit Bersuplemen Fruktosa

- (Anggota Peneliti). Kemendikbudristek. Rp. 124.035.000.
- 10.(2023) Eksplorasi Metabolit Sekunder Buah Merkubung (*Macaranga Gigantea* (Rchb.F. & Zoll) Müll.Arg) Yang Berpotensi Sebagai Sumber Bahan Obat Alami (Anggota Peneliti). PNBPNP. Rp. 15.000.000.
 - 11.(2022) Anti-Angiogenik Nanopartikel Daun Tabat Barito (*Ficus Deltoidea* Jack) Pada Membran Korio Alantois Embrio Ayam Diinduksi Basic Fibroblast Growth Factor (Bfgf). (Ketua Peneliti). Kemendikbudristek. Rp. 173.500.000.
 - 12.(2022) Sumber Minyak Alternatif Pengganti Minyak Ikan Dari Minyak Maggot Yang Ditumbuhkan Pada Media Limbah Kelapa Sawit Bersuplemen Fruktosa (Anggota Peneliti). Kemendikbudristek. Rp. 96.600.000.
 - 13.(2022) Pilot Proyek Budidaya Maggot Di Pt. Berkah Salama Jaya, Sentra Penggemukan Sapi, Loa Janan, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur (Anggota Peneliti). Kedaireka Kemendikbudristek. Rp. 941.270.000.
 - 14.(2022) Uji Potensi Ekstrak Daun Tanikkara (*Dillenia Excelsa* (Jack) Martelli Ex Gilg) Sebagai Antibakteri Dan Antioksidan Alami (Anggota Peneliti). PNBPNP. Rp. 18.000.000.
 - 15.(2021) Toksisitas Akut Dan Subkronik Ekstrak Etanol Daun Tabat Barito (*Ficus deltoidea* Jack) Dan Efeknya Terhadap Sistem Reproduksi Mencit Jantan (*Mus musculus* L) (Anggota Peneliti). Kemendikbudristek. Rp. 193.900.000.
 - 16.(2021) Ekstrak Beberapa Tumbuhan Tropis Kalimantan Timur Sebagai Bahan Pembuatan Nanopartikel Perak dan Uji Kemampuan sebagai Antibakteri, Sitotoksik dan Penyembuh Luka (Anggota Peneliti). Kemendikbudristek. (Rp. 184.657.000).
 - 17.(2021) Pengaruh ekstrak air daun Mekka terhadap aktivitas antioksidan, kondisi biokimia dan

- hormone testosterone testis mencit (Ketua Peneliti). PNPB. (Rp. 29.000.000).
18. (2019) Toksisitas Akut Dan Subkronik Ekstrak Etanol Daun Tabat Barito (*Ficus deltoidea* Jack) Dan Efeknya Terhadap Sistem Reproduksi Mencit Jantan (*Mus musculus* L) (Anggota Peneliti). Kemenristek. Rp. 170.150.000.
 19. (2019) Ekstrak Metanol Daun Tabat Barito (*Ficus Deltoidea* Jack) Sebagai Bahan Dasar Salep Luka Sayat:Uji In Vivo Pada Hewan Mencit (*Mus Musculus*) (Ketua Peneliti). IsDB. Rp. 53.000.000.
 20. (2019) Analisis Potensi Tumbuhan Endemik Jahe Balikpapan (*Etlingera Balikpapanensis* A. D. Poulsen) Sebagai Antioksidan (Anggota Peneliti). IsDB. Rp. 40.000.000.

RIWAYAT PENGABDIAN MASYARAKAT

1. (2026) Optimalisasi Produktivitas Sapi Bali Melalui Inseminasi Buatan dan Kandang Jepit Bagi Peternak Sapi Tani Mandiri Kutai Barat (Ketua Program). Kemenristek/BRIN. Rp. 44.700.000.
2. (2023) Pembekalan Teknik Analisis Kromosom Dan Kariotipe Pada Tumbuhan (Anggota Program). PNPB. Rp. 9.250.000.
3. (2021) Pemberdayaan Masyarakat dalam Budidaya dan Pemanfaatan Maggot (Anggota Program). PNPB. Rp. 15.000.000.
4. (2019) Pembekalan teknik ekstraksi, skrining dan uji antimikrobia bahan alam guru SMA di Samarinda dan Tenggarong Jurusan Biologi. (Ketua Program). BOPTN. Rp.12.000.000.

RIWAYAT PUBLIKASI INTERNASIONAL

1. Nugroho, R.A., Kurniati, R., Sari, W.PA., Sompotan, R.I., Aryani, R., Manurung, H., and Rudianto, R. 2026. Dietary Oil from *Hermetia illucens* L. Larvae Promotes Weight Gain and Alters Leukocyte Profiles

- in *Mus musculus* L. *Makara Journal of Science*, 30(1).
2. Aryani, R., Wati, M., Maytari, E., Nugroho, R.A., Manurung, H., Rudianto, R. 2026. Biosynthesis of Silver Nanoparticles using *Myrmecodia* sp. Bulb Extract: in vivo Wound Healing Potency in *Mus musculus* L. *Applied Science and Engineering Progress*, 19(1).
 3. Rudianto, R., Nugroho, R.A., Mardianto, N., Pamela, Aryani, R., Manurung, H. 2025. Wound healing performance of nanochitosan-based ointment derived from black soldier fly larvae exuviae: in vivo assay on *Mus musculus* L. *Brazilian Journal of Biology*. 85(e292966).
 4. Aryani, R., Maytari, E., Manurung, H., Nugroho, R.A., Rudianto, R. 2025. Characterization and In Vitro Evaluation of Silver Nanoparticles Synthesized from *Ficus deltoidea* for Wound Closure and Skin Regeneration. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 9(7).
 5. Aryani, R., Rosnadia, R., Irma, I., Manurung, H., Rudianto, R. Nugroho, R.A. 2025. Biochemical and Immune Modulation in Mice Fed Defatted Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) Larvae Meal. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 9(7).
 6. Kusuma, R., Wulandari, T.M., Lariman, L., Samsurianto, S., Nugroho, R.A., Manurung, H., Aryani, R., Rudianto, R. 2025. Evaluating constraints and prospects of black soldier fly frass for sustainable *Coelogyne pandurata* acclimatization. *Asian Journal of Agriculture*. 9(1).
 7. Riok, P.A.H., Hariani, N., Nugroho, R.A., Arif, M.F., Syafrizal, S., Aryani, R., Manurung, R., Rudianto, R. 2025. Fermented black soldier fly (*Hermetia illucens*) carcass meal as a substrate for its larva. *Nusantara Bioscience*. 17(1).
 8. Manurung, H., Susanto, D., Kusuma, R., Nugroho, R.A., Aryani, R., Setiawan, A. 2024. Allelopathic effects of lai (*Durio kutejensis* Hassk. Becc) leaf

- extract, on germination and early growth of weeds and crops. *Allelopathy Journal*. 63 (1).
9. Nugroho, R.A., Aryani, R., Hardi, E.H., Manurung, H., Rudianto, R., Jati, W.N. 2024. Fermented palm kernel waste with different sugars as substrate for black soldier fly larvae. *Global Journal of Environmental Science and Management*. 10(2).
 10. Manurung, H., Rosadi, I., Susanto, D., Arif, M.F., Aryani, R., Nugroho, R.A. 2023. Antibacterial Activity of Leaves Methanolic Extract of Tanikkara (*Dillenia exelsa* Jack) Martelli ex Gilg) Againsts *Salmonella typhy*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Bacillus cereus*. *International Journal of Biosciences (IJB)*. 23(3).
 11. Nugroho, R.A., Aryani, R., Hardi, E.H., Manurung, H., Rudianto, R., Wirawan, N.A., Syalsabillah, N., Jati, W.N. 2024. Nutritive value, material reduction, biomass conversion rate, and survival of black soldier fly larvae reared on palm kernel meal supplemented with fish pellets and fructose. *International Journal of Tropical Insect Science*. 3.
 12. Aryani, R., Nugroho, R.A., Rulimada, M.H., Manurung, H., Maytari, E., Siahaan, A., Rudianto, R. Jati, W.N. 2023. Anti-angiogenic activity of *Ficus deltoidea* L. Jack silver nanoparticles using chorioallantoic membrane assay. *F1000research*. 12(544).
 13. Nurfakhira, L., Nugroho, R.A., Aryani, R., Sari, Y.P., Manurung, H., Rudianto, R. 2022. Growth and Digestive Enzyme Activity of *Clarias gariepinus* Fed *Myrmecodia pendens* Merr. & Perry Bulb Extract. *AIP Conference Proceedings*. 2668, 020001.
 14. Sardi, N.I., Aryani, R., Nugroho, R.A., Sari, Y.P., Manurung, H., Rudianto, R. 2022. Effects of ant-nest plant (*Myrmecodia pendens*) bulb extract on histology of intestinal, liver and proximate fillet of Sangkuriang catfish (*Clarias gariepinus* Var). *AIP Conference Proceedings*. 2668, 020002.

15. Aryani, R., Nugroho, R.A., Manurung, H., Pusparini, N.A.O., Prahastika, W., Rudianto, R. 2022. Subchronic toxicity of *Ficus deltoidea* jack. leaves on the histology of ventriculus and intestinum tenue male mice. AIP Conference Proceedings. 2668, 020005.
16. Nugroho, R.A., Aryani, R., Manurung, H., Sari, W.I.R., Sanjaya, A.S., Suprihanto, D., Rudianto, R., Prahastika, W. 2022. Proximate and Fatty Acid Profile Comparison of Black Soldier Fly Larvae Reared on Palm Kernel Meal and Cow Manure. Ra Journal Of Applied Research. 08(11).
17. Manurung, H., Susanto, D., Kusumawati, E., Aryani, R., Nugroho, R.A., Kusuma, R., Rahmawati, Z., Sari, R.D. 2022. Phytochemical, GC-MS analysis and antioxidant activities of leaf methanolic extract of *Lai* (*Durio kutejensis*), the endemic plant of Kalimantan, Indonesia. Biodiversitas Journal of Biological Diversity. 23(11).
18. Nugroho, R.A., Hindryawati, N., Aryani, R., Manurung, H., Sari, Y.P., Nurhadi, M., Nurti, D.D., Vieraldi, M., Rudianto, R., Prahastika, W. 2022. In vivo and in vitro assays using biosynthesized silver nanoparticles on *Aeromonas hydrophila*-infected *Clarias gariepinus*. Journal of Applied Aquaculture.
19. Nugroho, R.A., Aryani, R., Manurung, H., Sari, Y.P., Rudianto, R. 2022. *Myrmecodia pendens* Bulb Extract in The Lele Dumbo (*Clarias Gariepinus*) Feed: Effects on The Growth Performance, Survival, And Blood Indices. Journal Of Aquaculture And Fish Health. 11(1).
20. Nugroho, R.A., Aryani, R., Manurung, H., Anindita, D.F., Hidayati, F.S.N., Prahastika, W., Rudianto, R. 2022. Effects of the Ethanol Extracts of *Ficus deltoidea* leaves on the Reproductive Parameters in Male Mice. Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences. 10(A).
21. Nugroho, R.A., Nainggolan, A.S., Lariman, L., Suimah, S., R Rudianto, R. Prahastika, W., Aryani,

- R., Manurung, H., Djati, W.N. Morphometric Analysis and Proximate Nutrition several Commercial Fish Species from Mesangat wetland, Muara Ancalong, Kutai Timur, East Kalimantan, Indonesia. J. Phys.: Conf. Ser. Institute of Physics Publishing. 1899(012004).
22. Nugroho, R.A., Hindryawati, N., Aryani, R., Manurung, H., Sari, Y.P., Nurti, D.D., Rudianto, R., Prahastika, W., Zahida, F. 2021. Biosynthesis of silver nanoparticles from aqueous extract of *Myrmecodia pendans* bulb. AIP Conference Proceeding Scopus. 2331(1).
 23. Nugroho, R.A., Aryani, R., Manurung, H., Rudianto, R. Prahastika, W., Juwita, A., Alfarisi, A.K., Pusparini, N.A.O., Lalong, A. 2020. Acute and subchronic toxicity study of the ethanol extracts from *Ficus deltoidea* leaves in male mice. Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences. 8(A).
 24. Aryani, R., Nugroho, R.A., Manurung, H., Mardayanti, R., Rudianto, R., Prahastika, W., Auliana, A., Karo, A.P.B. 2020. *Ficus deltoidea* leaves methanol extract promote wound healing activity in mice. EurAsian Journal of BioSciences. 14(1).
 25. Nugroho, R.A., Utami, D., Aryani, R., Nur, F.M., Sari, Y. P., Manurung, H. 2019. In vivo wound healing activity of ethanolic extract of *Terminalia catappa* L. leaves in mice (*Mus musculus*). In Journal of Physics: Conference Series. 1277(1). IOP Publishing. Scopus.
 26. Nugroho, R.A., Kusumawati, E., Aryani, R., Anggraini, W.D.C., Hardi, E.H., Rudianto, R., Sudrajat, S., Nur, F.M., Manurung, H. 2019. Dietary *Terminalia catappa* leaves reduced growth performance but increased hematological profiles and survival rate of *Pangasianodon hypophthalmus*. IOP Conference Series: Earth and

- Environmental Science. 348(1). IOP Publishing. Scopus.
27. Asriqah, L., Nugroho, R.A., Aryani, R. 2019. Application of organic acids in *Clarias gariepinus* Burchell, 1822 aquafeed: impacts on fish relative growth rate, condition factor and cannibalism ratio. In Journal of Physics: Conference Series. 1277(1). IOP Publishing. Scopus. 1277(012032).
 28. Manurung, H., Aryani, R., Nugroho, R.A., Sari, Y.P., Chernovita, R., Auliana, A. 2019. Phytochemical Analysis and Antioxidant Activity of Leaves Extracts of Endemic Plant Jahe Balikpapan (*Etlingera balikpapanensis* A.D. Poulsen). International Journal of Scientific & Technology Research. 8(9).
 29. Nugroho, R.A., Aryani, R., Manurung, H., Rudianto, R., Prameswari, D. 2019. Wound healing potency of *Terminalia catappa* in mice (*Mus musculus*). EurAsian Journal of BioSciences. 13(2).

RIWAYAT PUBLIKASI NASIONAL

1. Kurniati, R., Muhti'ah, N.A., Aryani, R., Nugroho, R.A., Kusuma, R., Lariman, L., Ilmi, A.N. 2026. Phytochemical characterization and antihyperglycemic activity of kemumu (*Colocasia gigantea* Hook. f.) leaf stalk juice in glucose-loaded mice (*Mus musculus* L.). Jurnal Biolokus: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi dan Biologi . 9(1).
2. Nugroho, R.A., Aryani, R., Manulang, J.R., Arif, M.F., Rudianto, R., Suhardi, S. 2026. Ketahanan Pangan Berbasis Peternakan Dengan Pakan Lokal Di Babulu Kalimantan Timur. Community Development Journal. 7(3).
3. Mardianto, N., Aryani, R., Rudianto, R., Manurung, H. Nugroho, RA., 2025. Dietary Chitosan And Nano-Chitosan Of Black Soldier Fly Larvae For Improving Growth And Physiological

- Indices of *Clarias gariepinus*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 20 (2).
4. Rahayu, S., Aryani, R., Rosadi, I., Nugroho, R.A. 2024. The Effect of *Combretum indicum* Leaves on Lipid Profile and Hematology of Mice Induced With Alloxan. *BioLink Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*. 11 (1).
 5. Istik Haroh, I., Aryani, R., Rosadi, I., Nugroho, R.A. 2024. An In Vivo Evaluation of *Combretum indicum* Flower Methanolic Extract as Ointment For Burn Wound on Male Mice. *BioLink Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*. 11 (1).
 6. Kurniati, R., Simanungkalit, R.Y., Aryani, R. 2024. Pengaruh Ekstrak Etanol Buah Takokak (*Solanum torvum* S.) terhadap Jumlah Folikel Ovarium dan Bobot Uterus pada Mencit Betina (*Mus musculus* L.). *Biosfer : Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*. 9(2).
 7. Oktavianingsih, L., Aryani, R., Hariani, N., Rosadi, I., Pratiwi, A.E., Arif, M.F. 2024. Antibacterial Activity of Stingless Bee Propolis (*Heterotrigona itama*) Ethanol Extract on Dental Root Canal Bacteria Growth in Vitro. *Indonesian Journal of Community Engagement*. 10(3).
 8. Nugroho, R.A., Aryani, R., Hardi, E.H., Manurung, H., Rudianto, R. 2024. Nutritional Benefits of Black Soldier Fly Larvae Oil in Animal Feed. *Jurnal Bioeksperimen*. 10(1).
 9. Sanjaya, A.S., Suprihanto, D., Sari, W.I.R., Rudianto, R., Nugroho, R.A., Aryani, R., Manurung, H., Arif, M.F., Toimsar, I.J. 2024. Pendampingan Budidaya Larva Tentara Lalat Hitam (*Hermetia illucens*) Komunitas Peternak Sapi di Sangatta, Kalimantan Timur. *Jurnal Panrita Abdi*. 8(1).
 10. Pratiwi, A.E., Aryani, R., Rosadi, I., Nugroho, R.A. 2024. Effect of *Combretum indicum* Leaf Extract on Blood Sugar Levels and Pancreas Histology of Alloxan Induced Mice. *BioLink Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*. 10 (2).

11. Aryani, R., Nugroho, R.A., Manurung, H., Sanjaya, A.S., Suprihanto, D., Sari, W.I.R., Sari, Y.P., Rudianto, R., Prahastika, W., Fadila, N., Toimsar, I.J., Jhonson, C. 2023. Pengenalan Budidaya Maggot Pada Peternak Sapi Di Desa Sumber Sari, Loa Kulu Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. *Abditani: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 6(2).
12. Aryani, R., Nugroho, R.A., Dewi, W.R., Sari, Y.P., Manurung, H., Rudianto, R. 2023. Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Patin (*Pangasius Sp.*) Setelah Pemberian Pakan Bersubstitusi Biji Ketapang (*Terminalia catappa L.*). *AL-KAUNIYAH: Jurnal Biologi*, 16(2).
13. Nugroho, R.A., Aryani, R., Manurung, H., Sanjaya, A.S., Suprihanto, D., Sari, W.I.R., Patang, F., Rudianto, R., Prahastika, W., Purnama, B. 2023. Budidaya Maggot Di PT Berkah Salama Jaya, Sentral Penggemukan Sapi, Loa Janan Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. *Reswara: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 4(1).
14. Ariyanto, F., Nugroho, R.A., Aryani, R., Manurung, H., Rudianto, R. 2023. Effect of water hyacinth leaf flour (*Eichhornia crassipes*) fermented by *Aspergillus niger* in the commercial pellet on the growth, survival rate and blood profile of sangkuriang catfish (*Clarias gariepinus*) *Aceh Journal of Animal Science*. 8(2).
15. Manurung, H., Rosadi, I., Sanjaya, A.S., Sari, W.I.R., Rudianto, R., Nugroho, R.A., Aryani, R., Nurcahyo, A. 2022. Pelatihan Budidaya Maggot Bagi Klaster Sapi Berkah Usaha Bersama, Desa Teluk Pandan Bontang, Kalimantan Timur. *LOGISTA Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*. 6(2).
16. Hariani, N., Kusumawati, E., Aryani, R., Trimurti, T., Lariman, L. 2022. Pemberdayaan Masyarakat dalam Budidaya dan Pemanfaatan Maggot Lalat

- Tentara Hitam (BSF). JPM Jurnal Pemberdayaan Masyarakat. 7(1).
17. Nugroho, R.A., Kusneti, M., Florentino, A.P., Lariman, L., Aryani, R., Rudianto, R. 2021. Hubungan Panjang Berat dan Faktor Kondisi Relatif Lima Spesies Ikan di Sungai Suwi Muara Ancalong, Kutai Timur. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. 6(2).
 18. Dastin, I.L., Nugroho, R.A., Hariani, N., Aryani, R., Manurung, H., Rudianto, R. 2021. Prevalence, intensity, and dominance of ectoparasites in gourami (*Osphronemus goramy*) reared in floating net cage in Cirata Reservoir, West Java, Indonesia. *Aceh Journal of Animal Science*. 6(1).
 19. Kusumawati, E., Nugroho, R.A., Aryani, R., Manurung, H., Sari, Y.P. 2021. Pembekalan Teknik Ekstraksi, Skrining, dan Uji Antimikrobia Bahan Alam bagi Guru-Guru SMA Di Kota Samarinda. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*. 6(1).
 20. Nugroho, R.A., Sari, N., Aryani, R., Manurung, H., Rudianto, R., 2020. Growth evaluation of *Oreochromis niloticus* fed different concentrations of choline and methionine. *Aceh Journal of Animal Science*. 5(2).
 21. Nugroho, R.A., Puspa, N.C.S., Aryani, R., Prahastika, W., Rudianto, R., Manurung, H. 2020. Subchronic Toxicity Test of Indian Almond (*Terminalia catappa*) Leaves Water Extract on The Liver Histology of Mice (*Mus musculus*). *Bioeduscience*. 4(2).
 22. Suci, R., Nugroho, R.A., Aryani, R., Manurung, H., Rudianto, R., 2020. Evaluasi Diet Kolin Dan Metionin Terhadap Pertumbuhan Dan Efisiensi Pakan Ikan Mas (*cyprinus carpio*). *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*. 16(2).
 23. Nugroho, R.A., Hardi, E.H., Sari, Y.P., Aryani, R., Rudianto, R. 2019. Growth performance and blood profiles of striped catfish (*Pangasianodon*

hypophthalmus) fed leaves extract of *Myrmecodia tuberosa*. Nusantara Bioscience. 11(1).

KARYA BUKU

1. Nugroho, RA., Manurung, H., Aryani, R., Rudianto, R., Iresha, F.M. 2026. Manfaat Maggot: Inovasi Berkelanjutan Dalam Pertanian, Farmasi, Lingkungan, Dan Energi Terbarukan. Penerbit Deepublish ISBN: 978-634-01-2721-8.
2. Nugroho, RA., Kusuma, R., Aryani, R., Manurung, H., Rudianto, R., Mardianto, N., Kholifah, A.N., Jannah, R. 2025. Book Chapter Sustainable Biorefinery Biomass Solutions for Energy, Environment and Food. Black Soldier Fly Larvae: A Potential Biomass for Sustainable Biofuel, Feed, and Medicine. ISBN 978-981-95-8180-1.
3. Nugroho, R.A., Kusuma, R., Aryani, R., Manurung, H., Susilowati, I.T., Papriani, N.P., Chalisty, V.D., Arif, M.F., Samsurianto, S. 2025. Biokimia Dasar 2. PT. Penerbit Qriset Indonesia. ISBN: 978-634-7048-68-4.
4. Wael, S., Jagad, N.J., Dunggio, Y., Alang, H., Wahyudin, W., Syahrul, M., Aryani, R., Baharuddin, A.A., Lesbatta, K., Adriani, A., Nugroho, R.A., Mose, W., Wahyu, S. 2025. Biomedik Dasar. Mega Press watermark ISBN: 978-623-508-503-6.
5. Saputra, S., Inawati, I., Aryani, R., Dewi, N.P.Y.A., Manurung, H., Nugroho, R.A., Setiawan, D., Amrulloh, N.H., Tsuraya, F., Lestari, H. 2024. Biologi Dasar. PT Penamuda Media ISBN: 978-623-88884-9-8.
6. Nugroho, R.A., Aryani, R., Manurung, H., Sanjaya, A.S., Suprihanto, D., Sari, W.I.R., 2022. Maggot dan Lalat Tentara Hitam. PT Insan Cendekia Mandiri Grup ISBN: 978-623-348-990-4.
7. Aryani, R., Nugroho, R.A. 2020. Prinsip Dasar Fisiologi Hewan. Mulawarman Press ISBN: 978-623-7480-XX-X.

8. Nugroho, R.A., Sari, Y.P., Hardi, E.H., Aryani, R., 2019. *Myrmecodia: Efek Fisiologi Dan Potensi Manfaat*. Deepublish ISBN: 978-623-02-0431-9.

RIWAYAT HKI (HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL)

1. (2022) PATEN SEDERHANA: Metode Pembuatan Salep Berbahan Dasar Ekstrak etanol daun Tabat Barito Dan Penggunaannya sebagai penyembuhan luka sayat pada kulit, IDS000005276.
2. (2022) PATEN SEDERHANA: Sediaan Salep Berbahan Ekstrak etanol 96% daun Ketapang warna hijau untuk penyembuhan luka sayat pada kulit, IDS000004969.

RIWAYAT JABATAN

1. Koordinator Program Studi Magister Biologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Mulawarman (2022-2026).
2. Sekretaris Jurusan Biologi FMIPA Universitas Mulawarman (2019-2022).
3. Sekretaris Jurusan Biologi FMIPA Universitas Mulawarman (2008-2012).