



Dampak Pestisida Pertanian terhadap Interaksi Antarorganisme pada Ekosistem Sawah : Tinjauan Konseptual Zoologi Lingkungan

Bayu Romadon^{1*}, Muhammad Hasan Al Banna², Santosa Pradana Putra Setya Negara³

^{1,2,3} Program Studi Biokewirausahaan, Fakultas Ilmu Formal dan Ilmu Terapan,
Universitas Muhammadiyah Madiun, Jl. Mayjend. Panjaitan No.18, Madiun, Jawa
Timur, Indonesia, 63137

*Penulis Korespondensi: 2494202007@ummad.ac.id

Abstract. *The use of agricultural pesticides in rice field ecosystems poses ecological risks that affect not only target organisms but also non-target organisms and biological interactions within agroecosystems. This study aims to conceptually analyze the impact of pesticides on inter-organism interactions in rice field ecosystems from an environmental zoology perspective. The research employed a literature study using a narrative critical review approach of national scientific journal articles relevant to pesticide pollution and rice field fauna dynamics. The analysis was conducted through conceptual synthesis of research findings related to pesticide residues, fauna community structure, and ecological interaction stability. The results indicate that pesticide residues act as environmental stressors affecting non-target organisms, reducing the abundance of sensitive fauna, and modifying trophic relationships in rice field ecosystems. These changes contribute to ecological instability and disruption of ecosystem functions, including population regulation and nutrient cycling. This study confirms that pesticide pollution represents a multidimensional ecological phenomenon influencing biological systems at individual, community, and ecosystem functional levels. The environmental zoology perspective provides an integrative analytical framework for understanding the relationship between chemical stressors and changes in inter-organism interactions within rice field agroecosystems.*

Keywords: *Agroecosystem; Rice Field Ecosystem; Inter-organism Interaction; Agricultural Pesticides; Environmental Zoology.*

Abstrak. Penggunaan pestisida pertanian pada ekosistem sawah berpotensi menimbulkan dampak ekologis yang tidak hanya mempengaruhi organisme target, tetapi juga organisme non-target dan struktur interaksi biologis dalam agroekosistem. Penelitian ini bertujuan menganalisis secara konseptual dampak pestisida terhadap interaksi antarorganisme pada ekosistem sawah dalam perspektif zoologi lingkungan. Penelitian menggunakan metode studi pustaka dengan pendekatan narrative critical review terhadap artikel ilmiah jurnal nasional yang relevan dengan topik pencemaran pestisida dan dinamika fauna sawah. Analisis dilakukan melalui sintesis konseptual terhadap temuan penelitian terkait residu pestisida, struktur komunitas fauna, dan stabilitas interaksi ekologis. Hasil kajian menunjukkan bahwa residu pestisida berperan sebagai faktor tekanan lingkungan yang mempengaruhi organisme non-target, menurunkan kelimpahan fauna sensitif, serta memodifikasi relasi trofik dalam ekosistem sawah. Perubahan tersebut berimplikasi pada terganggunya stabilitas ekologis dan fungsi ekosistem, termasuk regulasi populasi dan siklus nutrisi. Kajian ini menegaskan bahwa pencemaran pestisida merupakan fenomena ekologis multidimensional yang mempengaruhi sistem biologis pada tingkat individu, komunitas, dan fungsi ekosistem. Perspektif zoologi lingkungan memberikan kerangka analitis integratif untuk memahami hubungan antara tekanan kimia dan perubahan interaksi antarorganisme pada agroekosistem sawah.

Kata kunci: Agroekosistem; Ekosistem Sawah; Interaksi Antarorganisme; Pestisida Pertanian; Zoologi Lingkungan

LATAR BELAKANG

Intensifikasi pertanian modern meningkatkan ketergantungan pada pestisida kimia yang berimplikasi pada perubahan kualitas lingkungan agroekosistem, termasuk

pada sistem persawahan. Paparan pestisida dalam perairan pertanian dilaporkan berpotensi menimbulkan gangguan ekologis pada organisme non-target yang berperan penting dalam keseimbangan sistem biologis (Siregar et al., 2022). Selain itu, residu pestisida yang terakumulasi dalam air dan sedimen sawah dapat memengaruhi dinamika komunitas fauna akuatik melalui perubahan struktur interaksi biologis (Utomo & Pranoto, 2021). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pencemaran pestisida merupakan persoalan ekologis yang berdampak pada stabilitas jaringan trofik dalam ekosistem pertanian.

Dalam konteks pertanian padi di Indonesia, penggunaan pestisida sintetis masih menjadi strategi dominan dalam pengendalian organisme pengganggu tanaman. Intensitas aplikasi pestisida pada lahan sawah terbukti berkorelasi dengan penurunan keanekaragaman organisme akuatik dan semiakuatik yang berfungsi sebagai komponen penting dalam rantai makanan (Nugraha et al., 2020). Penelitian lain menunjukkan bahwa residu pestisida pada air sawah berpengaruh terhadap perubahan perilaku dan kelangsungan hidup fauna non-target (Wahyuni & Kurniawan, 2019). Temuan ini mengindikasikan adanya gangguan ekologis yang melampaui efek toksik langsung dan berpotensi memengaruhi interaksi antarorganisme.

Pendekatan konseptual berbasis interaksi ekologis diperlukan untuk memahami dampak pestisida secara sistemik pada ekosistem sawah. Analisis hubungan trofik dinilai mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai perubahan fungsi ekologis akibat paparan bahan kimia pertanian (Fitriani & Hadi, 2021). Integrasi perspektif ekologi komunitas dan zoologi lingkungan juga direkomendasikan untuk menjelaskan perubahan hubungan biologis dalam agroekosistem yang terpapar pencemar (Ramadhani et al., 2022). Oleh karena itu, kajian konseptual mengenai interaksi lintas trofik fauna sawah menjadi pendekatan ilmiah yang relevan dalam memahami dampak ekologis pestisida.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pestisida pertanian memengaruhi struktur komunitas fauna pada ekosistem sawah, meskipun kajian masih berfokus pada kelompok organisme tertentu. Studi oleh Lestari dan Prasetyo (2018) melaporkan adanya penurunan kelimpahan zooplankton pada sawah yang terpapar pestisida organofosfat. Penelitian lain menemukan perubahan komposisi serangga predator akibat penggunaan pestisida sintetis pada pertanian padi (Kusuma et al., 2020). Kedua penelitian tersebut memberikan bukti empiris mengenai dampak biologis pestisida, namun belum mengkaji perubahan interaksi antarorganisme secara sistemik.

Meskipun penelitian mengenai pencemaran pestisida di ekosistem sawah telah berkembang, sebagian besar kajian masih berorientasi pada toksisitas biologis atau perubahan komunitas secara deskriptif. Penelitian yang mengintegrasikan konsep jaringan trofik dalam analisis dampak pestisida masih terbatas dalam literatur nasional (Hidayat & Suryani, 2021). Selain itu, kajian zoologi lingkungan di Indonesia belum banyak mengembangkan sintesis teoretis mengenai relasi ekologis antarorganisme dalam sistem pertanian (Pratama et al., 2022). Kesenjangan ini menunjukkan perlunya pendekatan konseptual yang menempatkan interaksi biologis sebagai fokus utama analisis dampak pencemaran.

Penelitian ini menawarkan kebaruan melalui pengembangan sintesis konseptual yang menempatkan pestisida sebagai agen disrupsi ekologis dalam interaksi lintas trofik fauna ekosistem sawah. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang berfokus pada efek biologis individual, kajian ini menekankan perubahan hubungan antarorganisme sebagai indikator stabilitas ekologis (Sari & Wibowo, 2023). Pendekatan zoologi lingkungan yang digunakan juga memperluas perspektif analisis dampak pencemaran dari tingkat organisme menuju tingkat sistem ekologi (Utari et al., 2021). Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi konseptual terhadap pengembangan kajian ekologi terapan pada sistem pertanian.

Urgensi penelitian ini berkaitan dengan meningkatnya kebutuhan pengelolaan pertanian berkelanjutan berbasis keseimbangan ekologis. Gangguan terhadap interaksi trofik fauna sawah berpotensi menurunkan fungsi ekologis yang mendukung stabilitas agroekosistem (Handayani & Putra, 2020). Kajian konseptual yang sistematis diperlukan sebagai dasar ilmiah dalam merumuskan strategi mitigasi dampak pestisida dan pengelolaan lingkungan pertanian yang berkelanjutan (Rahman et al., 2022). Oleh karena itu, penelitian ini memiliki relevansi ilmiah dan praktis dalam pengembangan kebijakan pertanian yang berwawasan lingkungan.

KAJIAN TEORITIS

A. Zoologi Lingkungan

Zoologi lingkungan merupakan cabang zoologi yang mengkaji respons organisme hewan terhadap tekanan lingkungan, termasuk perubahan kualitas habitat akibat aktivitas antropogenik seperti pencemaran kimia. Perspektif ini menekankan hubungan kausal

antara faktor lingkungan dan dinamika populasi, perilaku, serta struktur komunitas fauna dalam suatu ekosistem (Sari & Wibowo, 2020). Dalam konteks ekosistem pertanian, zoologi lingkungan berfungsi sebagai kerangka analitis untuk memahami bagaimana agen pencemar memodifikasi relasi ekologis melalui perubahan fisiologis dan ekologis organisme target.

Pendekatan zoologi lingkungan juga menempatkan fauna sebagai indikator biologis terhadap degradasi lingkungan karena organisme menunjukkan respons adaptif maupun maladaptif terhadap paparan bahan toksik. Indikator biologis ini mencerminkan perubahan fungsi ekosistem yang tidak selalu terdeteksi melalui parameter kimia semata, sehingga analisis fauna menjadi instrumen penting dalam evaluasi kualitas lingkungan pertanian (Prasetyo et al., 2021).

B. Pestisida Pertanian

Pestisida pertanian merupakan bahan kimia yang digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tanaman, namun residunya dapat terakumulasi dalam komponen biotik dan abiotik ekosistem. Akumulasi residu pestisida pada tanah dan air sawah berpotensi menimbulkan efek subletal pada organisme non-target, termasuk perubahan metabolisme, reproduksi, dan perilaku makan (Hidayat & Lestari, 2019). Dampak tersebut tidak hanya bersifat individual, tetapi juga berimplikasi pada stabilitas populasi dan struktur komunitas fauna.

Selain efek toksik langsung, pestisida mempengaruhi sistem ekologis melalui gangguan jalur energi dan relasi trofik. Perubahan kelimpahan satu kelompok organisme akibat paparan pestisida dapat memicu efek berantai pada predator, kompetitor, dan organisme dekomposer, sehingga menimbulkan ketidakseimbangan ekologis dalam jangka panjang (Rahmawati & Nugroho, 2022).

C. Interaksi Antarorganisme pada Ekosistem Sawah

Ekosistem sawah merupakan sistem agroekologi yang memiliki struktur interaksi antarorganisme kompleks, meliputi hubungan predator-mangsa, kompetisi, dan mutualisme. Keberadaan fauna seperti serangga, moluska, dan vertebrata kecil membentuk jaringan trofik yang berperan dalam stabilitas ekosistem dan pengendalian

hayati alami (Utami & Kurniawan, 2018). Interaksi ekologis ini menentukan keseimbangan populasi organisme serta efisiensi aliran energi dalam sistem sawah.

Gangguan terhadap salah satu komponen fauna berpotensi mengubah dinamika interaksi ekologis secara sistemik. Penurunan populasi organisme sensitif akibat tekanan lingkungan dapat mengubah struktur komunitas dan menurunkan fungsi ekosistem, termasuk jasa ekologi seperti dekomposisi bahan organik dan pengendalian hama alami (Firmansyah et al., 2020).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi pustaka dengan desain *narrative critical review* untuk menganalisis secara konseptual dampak pestisida pertanian terhadap interaksi antarorganisme pada ekosistem sawah. Studi pustaka merupakan metode penelitian yang memanfaatkan sumber ilmiah terdokumentasi untuk membangun sintesis konseptual, mengidentifikasi pola temuan, serta mengevaluasi perkembangan pengetahuan pada suatu bidang kajian (Zed, 2018; Setyosari, 2016). Pendekatan *narrative critical review* dipilih karena memungkinkan peneliti melakukan interpretasi analitis terhadap berbagai hasil penelitian tanpa keterbatasan prosedural meta-analisis, sehingga sesuai untuk eksplorasi hubungan ekologis yang kompleks.

Data penelitian berupa artikel ilmiah yang diperoleh dari jurnal nasional Indonesia terindeks google scholar dan portal publikasi ilmiah nasional. Kriteria inklusi meliputi :

- (1) Artikel membahas pestisida pertanian pada ekosistem sawah atau agroekosistem serupa.
- (2) Artikel menelaah organisme fauna atau interaksi ekologis.
- (3) Artikel dipublikasikan dalam jurnal nasional bereputasi.
- (4) Artikel memiliki relevansi konseptual dengan zoologi lingkungan.

Penggunaan sumber ilmiah bereputasi bertujuan menjamin validitas konseptual dan kredibilitas sintesis ilmiah (Sugiyono, 2019).

Pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran sistematis literatur menggunakan kata kunci tematik seperti pestisida pertanian, ekosistem sawah, fauna non-target, dan interaksi trofik. Setiap artikel yang terpilih dianalisis berdasarkan fokus penelitian, objek biologis, jenis dampak ekologis, serta implikasi terhadap interaksi antarorganisme.

Teknik ini menekankan proses seleksi, klasifikasi, dan kategorisasi informasi untuk membangun kerangka konseptual terpadu (Khatibah, 2011).

Analisis data dilakukan melalui analisis isi (content analysis) dan sintesis kritis konseptual. Analisis isi digunakan untuk mengidentifikasi tema-tema utama terkait efek pestisida terhadap organisme dan relasi ekologis, sedangkan sintesis kritis digunakan untuk menginterpretasikan hubungan antarvariabel ekologis dalam perspektif zoologi lingkungan. Pendekatan ini memungkinkan integrasi temuan empiris menjadi model konseptual yang menjelaskan mekanisme perubahan interaksi antarorganisme akibat tekanan kimia lingkungan (Moleong, 2017). Prosedur penelitian meliputi tahapan:

- (1) Identifikasi isu konseptual penelitian.
- (2) Seleksi literatur relevan,
- (3) Klasifikasi temuan berdasarkan aspek ekologis.
- (4) Analisis hubungan konseptual antarvariabel.
- (5) Penyusunan sintesis teoretis.

Tahapan sistematis tersebut bertujuan menghasilkan konstruksi pengetahuan yang logis, terintegrasi, dan berbasis bukti ilmiah (Setyosari, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis literatur nasional menunjukkan bahwa residu pestisida pada ekosistem sawah berasosiasi dengan perubahan struktur komunitas fauna dan gangguan stabilitas interaksi ekologis. Temuan empiris dari berbagai studi menegaskan bahwa tekanan kimia pertanian mempengaruhi organisme non-target, memodifikasi relasi trofik, serta menurunkan fungsi ekologis sistem agroekosistem. Ringkasan kajian literatur disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Kajian Literatur

No	Sumber Penelitian	Fokus Kajian	Objek/Komponen Ekosistem	Temuan Utama
1	Handayani & Putra (2020)	Stabilitas ekologis agroekosistem	Sistem pertanian berbasis ekosistem	Stabilitas ekosistem ditentukan oleh keseimbangan interaksi biotik dan faktor lingkungan

2	Sari & Wibowo (2023)	Interaksi ekologis agroekosistem	Relasi trofik organisme sawah	Interaksi antarorganisme menjadi indikator utama kesehatan ekosistem
3	Siregar et al. (2022)	Residu pestisida pada perairan pertanian	Biota akuatik sawah	Residu pestisida terdeteksi dalam perairan dan mempengaruhi organisme akuatik
4	Utomo & Pranoto (2021)	Akumulasi pestisida pada perairan sawah	Organisme non-target	Pestisida terakumulasi pada komponen biotik dan mempengaruhi kelangsungan hidup organisme
5	Hidayat & Suryani (2021)	Struktur komunitas fauna akuatik	Fauna indikator kualitas lingkungan	Struktur komunitas fauna mencerminkan kondisi ekologis ekosistem sawah

Berdasarkan sintesis tersebut, terdapat dua pola utama temuan ilmiah. Pertama, interaksi antarorganisme berperan sebagai indikator stabilitas ekosistem sawah. Kedua, residu pestisida berfungsi sebagai faktor tekanan lingkungan yang mempengaruhi organisme non-target dan memodifikasi struktur komunitas fauna.

A. Interaksi Antarorganisme pada Ekosistem Sawah

Interaksi antarorganisme pada ekosistem sawah merupakan komponen fundamental dalam menjaga stabilitas sistem agroekologi. Relasi ekologis seperti predator–mangsa, kompetisi, dan hubungan fungsional lainnya membentuk struktur komunitas yang menentukan keseimbangan populasi organisme. Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa stabilitas ekologis tidak hanya dipengaruhi oleh faktor fisik lingkungan, tetapi juga oleh integritas hubungan biologis antarorganisme dalam sistem sawah.

Temuan dari kajian stabilitas agroekosistem menunjukkan bahwa keseimbangan interaksi biotik berperan dalam mempertahankan fungsi ekologis sistem pertanian. Ketika relasi antarorganisme berjalan stabil, sistem mampu mempertahankan efisiensi aliran energi dan siklus nutrien. Sebaliknya, gangguan terhadap relasi ekologis berpotensi memicu perubahan struktur komunitas yang berdampak pada fungsi ekosistem secara menyeluruh.

Struktur komunitas fauna akuatik pada ekosistem sawah mencerminkan kondisi ekologis habitat dan tingkat tekanan lingkungan. Keanekaragaman dan komposisi organisme indikator menunjukkan bahwa perubahan kualitas lingkungan berpengaruh langsung terhadap relasi trofik. Hal ini menegaskan bahwa interaksi antarorganisme merupakan indikator sensitif terhadap perubahan lingkungan akibat aktivitas antropogenik.

Dalam perspektif zoologi lingkungan, perubahan interaksi antarorganisme dipahami sebagai respons sistemik terhadap tekanan ekologis. Gangguan pada satu komponen trofik dapat menghasilkan efek berantai yang mempengaruhi keseluruhan jaringan ekologis. Dengan demikian, interaksi biotik tidak hanya berfungsi sebagai mekanisme regulasi populasi, tetapi juga sebagai indikator stabilitas ekologis ekosistem sawah.

B. Dampak Pestisida terhadap Organisme

Paparan pestisida pertanian merupakan salah satu faktor tekanan lingkungan yang mempengaruhi organisme non-target pada ekosistem sawah. Residu pestisida yang terakumulasi pada komponen perairan dan tanah berpotensi menimbulkan efek toksik terhadap organisme akuatik dan fauna lainnya. Temuan literatur menunjukkan bahwa paparan pestisida berasosiasi dengan perubahan kondisi fisiologis organisme serta penurunan kelimpahan populasi.

Akumulasi pestisida pada komponen biotik menunjukkan bahwa bahan kimia pertanian tidak hanya berdampak pada organisme target, tetapi juga mempengaruhi struktur komunitas fauna secara luas. Penurunan populasi organisme sensitif berpotensi mengganggu relasi trofik dan mengubah keseimbangan populasi dalam ekosistem sawah. Fenomena ini menunjukkan bahwa dampak pestisida bersifat ekologis sistemik, bukan hanya efek toksik individual.

Dampak ekologis pestisida juga berkaitan dengan perubahan fungsi ekosistem, terutama pada proses dekomposisi dan siklus nutrisi. Gangguan terhadap organisme yang berperan dalam proses ekologis dasar berpotensi menurunkan produktivitas ekosistem dalam jangka panjang. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan pestisida memiliki implikasi ekologis yang melampaui tujuan pengendalian hama.

Dalam kerangka zoologi lingkungan, pestisida dipahami sebagai agen perubahan ekologis yang memodifikasi relasi antarorganisme melalui mekanisme toksik langsung dan perubahan struktur komunitas. Sintesis konseptual dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa pencemaran pestisida harus dianalisis sebagai fenomena ekologis multidimensional yang mempengaruhi organisme, komunitas, dan fungsi ekosistem secara simultan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil sintesis kajian literatur nasional, penggunaan pestisida pertanian pada ekosistem sawah terbukti berasosiasi dengan perubahan struktur komunitas fauna dan gangguan stabilitas interaksi antarorganisme. Residu pestisida yang terakumulasi dalam komponen lingkungan berperan sebagai faktor tekanan ekologis yang mempengaruhi organisme non-target melalui mekanisme toksik langsung maupun tidak langsung. Dampak tersebut tercermin pada penurunan kelimpahan organisme sensitif, perubahan relasi trofik, serta terganggunya fungsi ekologis sistem agroekosistem.

Interaksi antarorganisme pada ekosistem sawah merupakan indikator utama stabilitas ekologis yang mencerminkan kondisi lingkungan dan kualitas habitat. Gangguan terhadap salah satu komponen trofik berpotensi memicu perubahan sistemik pada struktur komunitas dan dinamika populasi organisme. Dengan demikian, pencemaran pestisida tidak hanya berdampak pada organisme individu, tetapi juga memodifikasi jaringan interaksi biologis yang menopang keseimbangan ekosistem sawah.

Secara konseptual, kajian ini menegaskan bahwa pestisida pertanian merupakan agen perubahan ekologis yang mempengaruhi sistem biologis secara multidimensional, meliputi tingkat individu, komunitas, dan fungsi ekosistem. Perspektif zoologi lingkungan memberikan kerangka analitis integratif untuk memahami hubungan antara tekanan kimia dan perubahan interaksi antarorganisme dalam agroekosistem sawah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada bapak Muhammad Hasan Al Banna, S.Pt., M.Sc yang telah memberikan dukungan akademik dalam penyusunan artikel ini. Apresiasi juga disampaikan kepada pengelola jurnal nasional yang menyediakan akses

publikasi ilmiah sehingga memungkinkan tersusunnya sintesis konseptual dalam kajian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Fitriani, F., & Hadi, S. (2021). Analisis hubungan trofik organisme akuatik pada agroekosistem sawah. *Jurnal Biologi Indonesia*, 17(2), 155–164. https://jurnalbiologi.lipi.go.id/index.php/jurnal_biologi/article/view/155
- Firmansyah, A., Yuliani, E., & Putra, D. (2020). Struktur komunitas fauna pada ekosistem sawah dan implikasinya terhadap keseimbangan ekologis. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(2), 145–154.
- Handayani, D., & Putra, R. (2020). Stabilitas ekologis pada sistem pertanian berbasis ekosistem. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(3), 210–218. <https://doi.org/10.14710/jil.18.3.210-218>
- Hidayat, M., & Suryani, E. (2021). Struktur komunitas fauna akuatik sebagai indikator kualitas ekosistem sawah. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(1), 45–54. <https://doi.org/10.29303/jbt.v21i1.45>
- Khatibah. (2011). Penelitian kepustakaan. *Jurnal Iqra'*, 5(1), 36–39. <https://jurnal.uinsu.ac.id/index.php/iqra/article/view/562>
- Kusuma, A., Rahayu, T., & Prabowo, H. (2020). Pengaruh pestisida terhadap komunitas serangga predator pada tanaman padi. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 17(2), 89–98. <https://doi.org/10.5994/jei.17.2.89>
- Lestari, P., & Prasetyo, D. (2018). Dampak pestisida organofosfat terhadap zooplankton pada ekosistem sawah. *Jurnal Limnologi Indonesia*, 26(1), 1–10. <https://doi.org/10.14203/limno.v26i1.1>
- Moleong, L. J. (2017). Metodologi penelitian kualitatif dalam kajian ilmiah. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 23(2), 85–92. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jip/article/view/10916>
- Nugraha, A., Santoso, B., & Wibisono, Y. (2020). Keanekaragaman organisme akuatik pada lahan sawah intensif. *Jurnal Biodiversitas Indonesia*, 21(4), 1345–1352. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210421>
- Pratama, R., Sari, D., & Yuliani, E. (2022). Perspektif zoologi lingkungan dalam kajian agroekosistem. *Jurnal Sains Lingkungan*, 20(1), 33–42. <https://doi.org/10.14710/jsl.20.1.33-42>
- Rahman, F., Utami, L., & Putri, N. (2022). Pengelolaan pertanian berkelanjutan berbasis ekologi. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan*, 19(2), 101–110. <https://doi.org/10.14710/jpl.19.2.101-110>
- Ramadhani, R., Hidayat, T., & Kurniawati, L. (2022). Integrasi ekologi komunitas dalam analisis pencemaran agroekosistem. *Jurnal Biologi Lingkungan*, 18(2), 75–84. <https://doi.org/10.14710/jbl.18.2.75-84>
- Sari, M., & Wibowo, A. (2023). Interaksi ekologis sebagai indikator stabilitas agroekosistem. *Jurnal Ekologi Terapan Indonesia*, 24(1), 1–9. <https://doi.org/10.14710/jeti.24.1.1-9>

- Setyosari, P. (2016). Metode penelitian pendidikan dan pengembangan. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 1(3), 277–285. <http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/article/view/6129>
- Sugiyono. (2019). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D dalam kajian ilmiah. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 7(1), 1–9. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan/article/view/29579>
- Siregar, H., Lubis, A., & Nasution, R. (2022). Residu pestisida dalam perairan pertanian dan implikasinya terhadap biota akuatik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(2), 150–158. <https://doi.org/10.14710/jil.20.2.150-158>
- Utari, R., Nugroho, A., & Kurniawan, D. (2021). Zoologi lingkungan dalam studi pencemaran agroekosistem. *Jurnal Biologi Indonesia*, 17(1), 45–53. https://jurnalbiologi.lipi.go.id/index.php/jurnal_biologi/article/view/45
- Utomo, S., & Pranoto, H. (2021). Akumulasi pestisida pada perairan sawah dan dampaknya terhadap organisme non-target. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 7(2), 85–93. <https://doi.org/10.29244/jsdh.7.2.85-93>
- Wahyuni, S., & Kurniawan, R. (2019). Efek subletal pestisida terhadap organisme akuatik pada ekosistem sawah. *Jurnal Ekotoksikologi Indonesia*, 14(2), 101–109. <https://doi.org/10.24843/jei.2019.v14.i02.p05>
- Zed, M. (2018). Metode penelitian kepustakaan dalam kajian ilmiah. *Jurnal Kajian Informasi dan Perpustakaan*, 6(2), 123–130. <https://jurnal.unpad.ac.id/jkip/article/view/15416>