

**KUMBANG PREDATOR COLEOPTERA DI EKOSISTEM PERSAWAHAN DI
DESA GUNUNG BATU, KABUPATEN OKU TIMUR**
**COLEOPTERA PREDATORY BEETLES IN THE RICE FIELD ECOSYSTEM
IN GUNUNG BATU VILLAGE, EAST OKU REGENCY**

Astrid Sri Wahyuni Sumah^{1*}, Ali Alamsyah Kusumadinata²

1. Program Pascasarjana Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Palembang
Jl. Jend. Ahmad Yani 13 Ulu, Plaju, Kota Palembang
2. FISIP, Universitas Djuanda
Jl. Tol Jagorawi No. 1, Ciawi, Kabupaten Bogor

Corresponding author: astrid.sumah@gmail.com

Abstrak

Kumbang predator Coleoptera merupakan salah satu predator yang menghuni vegetasi dan permukaan tanah di persawahan. Tindakan penyederhanaan lanskap pertanian menyebabkan hilangnya habitat yang penting bagi keanekaragaman spesies kumbang predator. Salah satu peranan penting kumbang ini adalah mengendalikan populasi hama pertanian saat musim padi dan masa bera. sehingga, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi spesies kumbang predator Coleoptera di ekosistem lahan padi dan lahan bera. Metode pengambilan sampel menggunakan mesin penghisap serangga dan lubang perangkap jebak dengan tiga kali pengulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 20 spesies kumbang predator yang berhasil diidentifikasi yang terdiri dari 5 famili, yaitu famili Carabidae (10 spesies), Staphylinidae (5 spesies), Coccinellidae (3 spesies) dan Anthicidae (2 spesies). Sebanyak 9 spesies kumbang predator Coleoptera yang dapat ditemukan di dua ekosistem. Jumlah spesies yang ditemukan menunjukkan bahwa keanekaragaman hayati di agroekosistem masih tergolong stabil akibat vegetasi dan intensitas pengelolaan lahan. Dengan demikian, kumbang predator Coleoptera di ekosistem persawahan masih cukup kompleks dan beragam. Sehingga, kumbang predator dapat digunakan sebagai pengendalian hayati.

Kata kunci: Kumbang, predator, Coleoptera, lahan padi, lahan bera

Abstract

Coleoptera predatory beetles are one of the predators that inhabit the vegetation and soil surface in rice fields. Agricultural landscape simplification measures lead to the loss of important habitats for a diversity of predatory beetle species. One of the important roles of this beetle is to control agricultural pest populations during the rice season and fallow period. Thus, the aim of this research is to determine the species composition of predatory Coleoptera beetles in rice and fallow land ecosystems. The sampling method uses an insect suction machine and trap holes with three repetitions. The research results showed that there were 20 species of predatory beetles that had been identified consisting of 5 families, namely the Carabidae family (10 species), Staphylinidae (5 species), Coccinellidae (3 species) and Anthicidae (2 species). A total of 9 species of Coleoptera predatory beetles can be found in two ecosystems. The number of species found shows that biodiversity in the agroecosystem is still relatively stable due to vegetation and land management intensity. Thus, the predatory Coleoptera beetles in rice paddy ecosystems are still quite complex and diverse. So, predatory beetles can be used as biological control.

Keywords: Beetles, predators, Coleoptera, rice fields, fallow fields

Pendahuluan

Padi *Oryza sativa* L. merupakan salah satu tanaman serealia penting dunia (Sharif *et al.*, 2014). Sawah beririgasi memiliki cukup air sepanjang musim tanam, sehingga sangat cocok bagi serangga, baik serangga darat maupun serangga air untuk berkembang biak dengan rantai makanan yang kuat (Darilmaz & Ahmed, 2015). Intensifikasi penggunaan lahan pertanian telah mengakibatkan penyederhanaan lanskap pertanian dan hilangnya banyak habitat yang penting bagi keanekaragaman spesies (Alekseev & Ruchin, 2023). Berkurangnya perkembangbiakan, migrasi, perkembangan keturunan, dan habitat mencari makan di agroekosistem akibat transformasi bentang alam telah menyebabkan penurunan keanekaragaman spesies arthropoda (Bondarenko *et al.*, 2020).

Arthropoda adalah hewan darat utama invertebrata di sawah. Sebagian besar komunitas arthropoda di sawah terdiri dari serangga dan laba-laba yang menghuni vegetasi (tanaman padi dan gulma) dan permukaan tanah (Adhikari & Menalled, 2020). Budidaya padi dan hubungan antar populasi, terestrial komunitas arthropoda dapat dibagi lagi menjadi hama dan musuh alaminya (predator dan parasitoid) (Sumah & Kusumadinata, 2023). Kumbang Coleoptera, sebagai penghuni permukaan tanah, dapat ditemukan di berbagai lanskap, termasuk habitat dengan berbagai tingkat transformasi antropogenik (Huang *et al.*, 2018). Kumbang ini berperan penting dalam ekosistem hutan, agroekosistem, dan ekosistem lainnya. Komposisi spesies kumbang Coleoptera, khususnya, dapat berubah seiring dengan pertumbuhan tanaman padi (Cuthbert *et al.*, 2018). Pestisida dapat mengendalikan banyak hama (Kusumadinata *et al.*, 2020), akan tetapi dapat menyebabkan banyak risiko lingkungan, infeksi tanaman dan membunuh serangga yang menguntungkan (musuh alami dan penyerbuk) (Sing, 2021). Musuh alami lahan sawah dan lahan bera dapat efektif dalam menurunkan kepadatan populasi hama, jika dilestarikan dan dibudidayakan (Daugaard *et al.*, 2019; Sumah, 2023).

Catatan inventarisasi kumbang Coleoptera mulai dilakukan di beberapa wilayah Indonesia untuk melestarikan keanekaragaman hayati. Contohnya, struktur komunitas serangga pada pertanaman kedelai di Ngale, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur (Afifah *et al.*, 2015), komunitas serangga lahan sawah Kabupaten Banyuwangi, (Herlinda *et al.*, 2019) dan Kabupaten Ogan Ilir (Prabawati *et al.*, 2019) di Provinsi Sumatera Selatan. Sebagian besar penelitian ini dikhususkan untuk studi dan konservasi spesies Coleoptera, dimana hilangnya spesies tersebut dapat menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati ekosistem. Mengingat pentingnya fungsi kumbang Coleoptera dalam ekosistem sebagai mangsa, predator, dan bioindikator, maka penting untuk mengetahui ketersediaan kumbang predator Coleoptera dalam ekosistem padi dan lahan bera. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi spesies kumbang predator Coleoptera di ekosistem lahan padi dan lahan bera.

Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di daerah persawahan Desa Gunung Batu, Kabupaten OKU Timur, Provinsi Sumatera Selatan. Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan, yaitu bulan Juni – Agustus 2023. Tipe ekosistem yang dipilih dalam penelitian ini adalah ekosistem padi dan lahan bera. Pengamatan yang berlangsung di ekosistem padi saat padi berumur 1 minggu, 30 hst dan 90 hst (hari setelah tanam). Sementara, pengamatan di ekosistem lahan bera bersamaan dengan pengambilan contoh pada pertanaman padi.

Prosedur Kerja

Pengambilan sampel kumbang

Pengambilan sampel kumbang predator penghuni tajuk menggunakan mesin penghisap serangga. Rumpun padi dan tumbuhan liar yang ada di permukaan tanah, dikurung terlebih dahulu dengan sungkup plastik (berukuran 30 cm x 30 cm) di kedua sisi di ekosistem padi dengan ketinggian sekitar 100 cm dan sungkup plastik dengan ukuran 50 cm x 50 cm di ketinggian 50 cm pada tumbuhan liar di permukaan tanah ekosistem lahan bera. Pengambilan sampel dilakukan pada 50 rumpun (total 3 pengulangan) pada setiap pengamatan di tiap ekosistem. Sementara, pengambilan sampel untuk kumbang predator di permukaan tanah menggunakan perangkap jebak (*pitfall trap*). Lubang perangkap jebak dipasang di permukaan tanah, lalu ditutup menggunakan seng berukuran 20 cm x 20 cm yang ditunjang oleh tiang kayu setinggi 10 cm. Jumlah perangkap jebak yang dipasang sebanyak 50 buah (total 3 pengulangan) pada setiap pengamatan di tiap ekosistem yang tersebar merata.

Identifikasi sampel kumbang

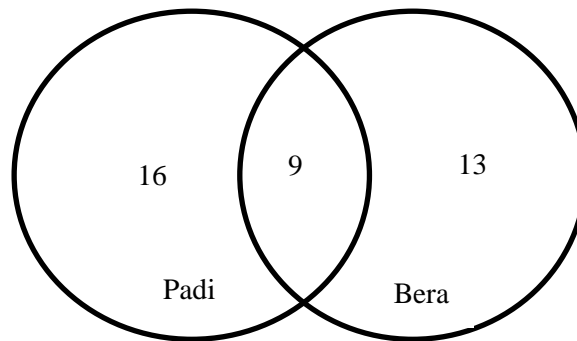
Sampel kumbang predator yang tertangkap diidentifikasi dan dihitung jumlah spesiesnya. Identifikasi sampel dilakukan berdasarkan ciri morfologi yang dilakukan di Laboratorium Biologi, FKIP, Universitas Muhammadiyah Palembang, menggunakan buku Lawrence dan Britton (1994), Bororr, *et al.*, (1989) dan Triplehorn dan Johnson (2005).

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Jumlah total spesies kumbang predator yang berhasil tertangkap menggunakan mesin penghisap serangga dan perangkap jebak adalah 20 spesies yang terdiri dari 5 famili (Tabel 1). Sebanyak 9 spesies kumbang predator yang dapat ditemukan di kedua ekosistem, 16 spesies dapat ditemukan di ekosistem padi dan 13 spesies dapat ditemukan di ekosistem lahan bera (Gambar 1). Berdasarkan hasil di tabel 1 dan gambar 1 dapat dilihat bahwa komposisi spesies di ekosistem padi lebih banyak dibandingkan di ekosistem lahan bera. 9 spesies kumbang yang dapat ditemukan di kedua ekosistem, merupakan kumbang predator yang dapat menjelajah di semua tipe ekosistem. Perpindahan kumbang tersebut diduga mengikuti ketersediaan mangsanya. Sementara, 4 spesies yang hanya dapat ditemukan di ekosistem lahan bera

menunjukkan bahwa kumbang tersebut telah beradaptasi dan mampu hidup di habitat yang kering dan panas.



Gambar 1.Jumlah spesies kumbang predator Coleoptera yang tertangkap di dua ekosistem

Tabel 1.Komposisi spesies kumbang predator Coleoptera yang tertangkap di dua ekosistem

Famili	Spesies	Tipe ekosistem	
		Padi	Bera
Anthicidae	<i>Anthicus bisbicinctus</i>	Ms, pj	Ms, pj
	<i>Mecynotarsus sp.</i>	-	Pj
Carabidae	<i>Callistomimus quadricolor</i>	Pj	-
	<i>Chlaeniusacroxanthus</i>	Pj	Pj
	<i>Cicindela holoserica</i>	-	Pj
	<i>Diplocheilalatifrons</i>	Pj	Ms
	<i>Mastax humilis</i>	Pj	-
	<i>Poecilus sp.</i>	-	Pj
	<i>Ophionea ishii</i>	Ms	Ms
	<i>Pheropsophus javanus</i>	Pj	Pj
	<i>Stenolophus smaragdulus</i>	Ms	-
	<i>Tachysbombidiiformis</i>	Ms, pj	-
Coccinellidae	<i>Coccinella transversalis</i>	Ms	Ms
	<i>Coelophorinae aequalis</i>	Ms	Ms
	<i>Verania lineata</i>	-	Ms
Staphylinidae	<i>Euplectus sp.</i>	Pj	-
	<i>Astenus sp.</i>	Ms, pj	-
	<i>Criptobium abdominale</i>	Ms	-
	<i>Paederus fuscipes</i>	Ms, pj	Ms, pj
	<i>Paederus tamulus</i>	Ms	Ms

Keterangan: Kumbang predator yang terkumpul mesin hisap (ms), perangkap jebak (pj) dan tidak ditemukan (-)

Pembahasan

Ekosistem lahan padi memiliki jumlah spesies (16 spesies) yang lebih banyak daripada di lahan bera. Hal ini dikarenakan, lahan padi kekayaan jenis yang melimpah dan kaya akan bahan organik (Herlinda *et al.*, 2019). Akibat dari siklus tanam sebelumnya oleh petani, bahan organik dari air irigasi, dan juga pertumbuhan alga (Wiyono *et al.*, 2014). Keanekaragaman hayati pada agroekosistem bergantung pada empat karakteristik, vegetasi di sekitar agroekosistem, tanaman budidaya dalam

agroekosistem, intensitas pengelolaan lahan, dan keterisolasian agroekosistem dari vegetasi alami (Afifah *et al.*, 2015). Ovawanda (2016) menyatakan bahwa ekosistem padi organik akan meningkatkan kekayaan spesies, pemerataan spesies, serta heterogenitas serangga. Keanekaragaman hayati di lahan sawah dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman, dan berpengaruh terhadap sistem perputaran unsur hara, perubahan iklim mikro, dan detoksifikasi senyawa kimia (Prabawati *et al.*, 2019). Meskipun keanekaragamannya sangat dipengaruhi oleh praktik agronomi biasa, sawah berfungsi sebagai lahan basah sementara yang menyediakan habitat bagi konservasi berbagai spesies kumbang Coleoptera (Lutz *et al.*, 2015), termasuk kumbang Coleoptera akuatik (Ponraman *et al.*, 2016; Gopianand & Kandibane, 2022).

Saat musim panas panjang mulai terjadi, sebagian besar lahan persawahan akan kekurangan air. Akibatnya, petani akan mengambil langkah untuk mengistirahatkan lahan persawahannya atau disebut masa bera. Pada masa bera, komposisi spesies kumbang predator tetap tinggi. Ekosistem lahan bera memiliki 13 spesies yang lebih sedikit dibandingkan dengan di lahan padi (Gambar 1). Salah satu cara pengelolaan lahan dengan tanaman sebagai media untuk mempertahankan debit air dan kelembaban di tanah adalah menggunakan tanaman penutup tanah (*cover cropping*) (Husain *et al.*, 2022). Tanaman penutup tanah (*cover cropping*) merupakan strategi terkenal yang menggabungkan praktik pengelolaan berbasis ekologi ke dalam agroekosistem (Zhang *et al.*, 2023). Selain itu, penanaman penutup tanah dapat meningkatkan jasa ekosistem dengan menyediakan makanan dan habitat bagi organisme bermanfaat dan mendorong siklus nutrisi (Jian *et al.*, 2020). Karakteristik tanaman penutup tanah berperan sebagai faktor berkumpulnya komunitas yang dapat menyeleksi beberapa spesies serangga yang berkontribusi terhadap keanekaragaman hayati, seperti kumbang Coleoptera (Adhikari & Menalled, 2020; DuPre *et al.*, 2021). Namun, tanaman penutup tanah tidak memberikan pendapatan langsung kepada petani dan menimbulkan biaya tambahan untuk pendirian, penghentian, dan pengelolaan hama (Kusumadinata *et al.*, 2020). Sebagian besar penelitian mengenai dampak di lahan yang terlantar terhadap komposisi spesies serangga, masih belum diketahui apakah spesies kumbang predator mengkolonisasi lahan bera dari lahan sekitarnya dengan larva yang hidup di dalam tanah (Holland *et al.*, 2016) atau apakah individu muncul secara lokal dari tanah bera (de Paz *et al.*, 2023).

Spesies kumbang predator yang paling banyak ditemukan berasal dari famili Carabidae (10 spesies). Hal ini disebabkan karena spesies kumbang ini merupakan spesies dengan sebaran luas dan umum di agroekosistem dan tidak bisa terbang (Martinková *et al.*, 2019). Kumbang carabid tidak dapat menyebar melalui penerbangan di sekitar tegakan tersebut, karena tidak adanya penghubung antara lahan dengan sisa-sisa tumbuhan (Karenina *et al.*, 2019). Akibatnya, kumbang carabid sebagian besar terdiri dari spesies yang hidup di habitat yang terbuka (Talarico *et al.*, 2016) dan bersifat higrofil (Ichihara *et al.*, 2014). Walaupun hasil penelitian menunjukkan bahwa 8 spesies kumbang carabid dapat ditemukan di lahan padi dan 6 spesies ditemukan di lahan bera (Tabel 1). Peranan kumbang carabid dalam pemberantasan hama mulai dipertanyakan (Kulkarni *et al.*, 2015), bila dibandingkan dengan beberapa predator yang spesifik, misalnya terhadap kutu daun (Sacco-Martet de Preville *et al.*, 2022). Penggunaan kumbang carabid cenderung lebih terlihat sebagai indikator keanekaragaman dan kealamian lingkungan pertanian (Nolte *et al.*,

2017; Langraf *et al.*, 2017). Pentingnya margin lahan bagi kumbang carabid (De Heij *et al.*, 2022) dan peran fitur lanskap dalam memungkinkan persistensi dan penyebaran populasi kumbang berada (Allema *et al.*, 2019). Semakin luasnya sebuah habitat telah menyebabkan upaya untuk menggunakan kumpulan kumbang carabid untuk mengkarakterisasi habitat (Bertrand *et al.*, 2016), sering kali sebagai bala bantuan untuk mengevaluasi nilai konservasinya (Aviron *et al.*, 2018; Carbonne *et al.*, 2022).

Kumbang predator famili Staphylinidae memiliki 5 spesies yang berhasil diidentifikasi di kedua ekosistem. Kumbang ini dapat ditemukan dari setiap jenis habitat tempat kumbang berada (Lee *et al.*, 2022), jenis makanan mencakup hampir semua hal, kecuali jaringan hidup tumbuhan tingkat tinggi, dan hidup di serasah daun hutan dan jenis tanaman membusuk serupa (Wu & Pinzon, 2022). Spesies genus *Paederus* yang ditemukan di penelitian ini merupakan salah satu genus spesies kumbang predator yang digunakan sebagai pengontrol hama, khususnya hama padi (Sumah, 2023). Pengendalian hayati memanfaatkan musuh alami seperti predator, parasitoid, dan patogen untuk mengurangi kepadatan populasi hama dan/atau kerusakan akibat hama (Babendreier *et al.*, 2019; Sumah & Kusumadinata, 2023). Pertanian berkelanjutan berupaya mencegah hilangnya hama dengan menjaga agroekosistem yang sehat dan seimbang (Babendreier *et al.*, 2020). Oleh karena itu, pengendalian biologis menggunakan kumbang predator penting dalam pengelolaan sistem produksi tanaman untuk keberlanjutan jangka panjang.

Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kumbang predator yang ditemukan di ekosistem padi dan lahan bera sebanyak 20 spesies dengan spesies kumbang dari famili Carabidae yang paling banyak ditemukan (10 spesies). Selain itu, metode pengambilan sampel menggunakan mesin penghisap serangga lebih sesuai digunakan untuk pengamatan kumbang predator di kedua ekosistem. Dengan demikian, kumbang predator Coleoptera di ekosistem persawahan masih cukup kompleks dan beragam. Oleh karena itu, keanekaragaman kumbang predator Coleoptera di ekosistem persawahan dapat dimanfaatkan dan dikembangkan sebagai bagian dari pengendalian hama secara hayati.

Daftar Pustaka

- Adhikari, S., Menalled, F.D. 2020. Supporting Beneficial Insects for Agricultural Sustainability: The Role of Livestock-Integrated Organic and Cover Cropping to Enhance Ground Beetle (Carabidae) Communities. *Agronomy*, 10: 1210. <https://doi.org/10.3390/agronomy10081210>
- Afifah, L., Hidayat, P., Buchori, D., Rahardjo, B. T. 2015. Pengaruh Perbedaan Pengelolaan Agroekosistem Tanaman Terhadap Struktur Komunitas Serangga Pada Pertanaman Kedelai Di Ngale, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur. *J. Hama Peny. Tumb. Trop.*, 15(1): 53-64. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.11553-64>

- Alekseev, S., Ruchin, A. 2023. Spring distribution of beetles (Coleoptera: Carabidae) in abandoned agroecosystems and surrounding forests. *E3S Web of Conf*, 392: 02002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339202002>
- Allema, B., Hemerik, L., Rossing, W. A. H., Groot, J. C. J., van Lenteren, J. C., van der Werf, W. 2019) Dispersal of a carabid beetle in farmland is driven by habitat-specific motility and preference at habitat interfaces. *Entomol. Exp. Appl.*, 167: 741–754. doi: 10.1111/eea.12804
- Aviron, S., Lalechère, E., Dufлот, R., Parisey, N., Poggi, S. 2018. Connectivity of cropped vs. semi-natural habitats mediates biodiversity: A case study of carabid beetles communities. *Agri., Ecosys. Environ.*, 268: 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.08.025>
- Babendreier, D., Wan, M., Tang, R., Gu, R., Tambo, J., Liu, Z., Grossrieder, M., Kansime, M., Wood, A., Zhang, F., Romney, D. 2019. Impact assessment of biological control based integrated pest management in rice and maize in the Greater Mekong Subregion. *Insects*, 10(8): 226. doi:10.3390/insects10080226
- Babendreier, D., Hou, M., Tang, R., Zhang, F., Vongsabouth, T., Win, K. K., Kang, M., Peng, H., Song, K., Annamalai, S., Horgan, F. G. 2020. Biological Control of Lepidopteran Pests in Rice: A Multi-Nation Case Study From Asia. *J. Integr. Pest Manag*, 11 (1): 5. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmaa002>
- Bertrand, C., Burel, F., Baudry, J. 2016. Spatial and temporal heterogeneity of the crop mosaic influences carabid beetles in agricultural landscapes. *Landsc. Ecology*, 31(2): 451–466. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0259-4>
- Bondarenko, A. S., Zamotajlov, A. S., Belyi, A. I., Khomitskiy, E. E. 2020. Fauna and ecological characteristics of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the Nature Sanctuaries «Prichernomorskiy» and «Tuapsinskiy» (Russia). *Nature Conserv. Res.*, 5 (3): 66-85. DOI: 10.24189/ncr.2020.032.
- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., Johnson, N. F. 1989. *An Introduction to The Study of Insects*. Saunders College: Amerika.
- Carbonne, B., Bohan, D. A., Foffová, H., Daouti, E., Frei, B., Neidel, V., Saska, P., Skuhrovec, J., Petit, S. 2022. Direct and indirect effects of landscape and field management intensity on carabids through trophic resources and weeds. *J. Appl. Eco.*, 59: 176–187. doi: 10.1111/1365-2664.14043
- Cuthbert, R. N., Dick, J. T. A., Callaghan, A., Dickey, J. W. E. 2018. Biological control agent selection under environmental change using functional responses, abundances and fecundities; the Relative Control Potential (RCP) metric. *Biol. Cont*, 121: 50-57.
- Darilmaz, M. C., Ahmed, Z. 2015. Aquatic Coleoptera from Pakistan: faunistic and zoogeographical contribution (Coleoptera: Gyrinidae: Dytiscidae: Hydrophilidae). *J. Nat. Hist.*, 50(4): 149-162. <https://doi.org/10.1080/00222933.2015.1059515>
- Daugaard, U., Petchey, O. L., Pennekamp, F. 2019. Warming can destabilize predator–prey interactions by shifting the functional response from Type III to Type II. *J. Anim. Eco.*, 88(10): 1575-1586.
- de Paz, V., Asís, J. D., Holzschuh, A., Baños-Picón, L. 2023. Effects of Traditional Orchard Abandonment and Landscape Context on the Beneficial Arthropod

- Community in a Mediterranean Agroecosystem. *Insects*, 14 (3): 277. <https://doi.org/10.3390/insects14030277>
- De Heij, S. E., Benaragama, D., Willenborg, C. J. 2022. Carabid activity-density and community composition, and their impact on seed predation in pulse crops. *Agri., Ecosys. Environ.*, 326: 107807. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107807>
- DuPre, M. E., Weaver, D. K., Seipel, T. F., Menalled, F. D. 2021. Impacts of dryland cropping systems on ground beetle communities (Coleoptera: Carabidae) in the Northern Great Plains. *J. Insect Sci.*, 21 (19); 1–8. doi: 10.1093/jisesa/ieab008
- Gopianand, L., Kandibane, M. 2022. Diversity of aquatic Coleoptera in irrigated rice. *Indian J. Entomol.*, 84 (4): 843-846. DOI: 10.55446/IJE.2021.83
- Herlinda, S., Yusticia, S. R., Irsan, C., Hadi, B. A. R., Lakitan, B., Verawaty, M. 2019. Abundance of arthropods inhabiting canopy of rice cultivated using different planting methods and varieties. *J. Biopes*, 12(1): 7-18.
- Holland, J., Bianchi, F., Entling, M., Moonen, A., Smith, B., Jeanneret, P. 2016. Structure, function and management of semi-natural habitats for conservation biological control: a review of European studies. *Pest Manag. Sci.*, 72, 1638–1651. <https://doi.org/10.1002/ps.4318>
- Huang, C. W., Mcdonald, R. I., Seto, K. C. 2018. The importance of land governance for biodiversity conservation in an era of global urban expansion. *Landsc. Urban Plan*, 173: 44-50. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2018.01.011.
- Husain, Ngawit, I. K., Yakop, U. M. 2022. Uji Efektivitas Beberapa Jenis Tanaman Penutup Tanah (Ground Cover) Terhadap Gulma Jagung (*Zea mays* L.). *J. Ilm. Maha. Agrokomplek*, 1 (3): 182-191. DOI: <https://doi.org/10.29303/jima.v1i3.1456>
- Ichihara, M., Inagaki, H., Matsuno, K., Saiki, C., Mizumoto, S., Yamaguchi, S., Yamashita, M., Sawada, H. 2014. Postdispersal weed seed predation by crickets in a rice paddy field after irrigation water recedes. *JARQ - Japan Agricul. Res. Quarterly*, 48: 63–69. [10.6090/jarq.48.63](https://doi.org/10.6090/jarq.48.63)
- Jian, J., Du, X., Reiter, M. S., Stewart, R. D. 2020. A meta-analysis of global cropland soil carbon changes due to cover cropping. *Soil Bio. Biochem.*, 143: 107735. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2020.107735>
- Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., Pujiastuti, Y. 2019. Abundance and species diversity of predatory arthropods inhabiting rice of refuge habitats and synthetic insecticide application in freshwater swamps in South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas: J. Bio. Divers.*, 20(8). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200836>
- Kulkarni, S. S., Dossdall, L. M., Willenborg, C. J. 2015. The role of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in weed seed consumption: a review. *Weed Science*, 63, 355–376. [10.1614/WS-D-14-00067.1](https://doi.org/10.1614/WS-D-14-00067.1)
- Kusumadinata, A.A., Sumardjo, Sadono, D., Burhanuddin. 2020. Effect of Farmers' Characteristics, Information Sources, and Information Quality on Agriculture Risk Communication. *Inter. J. Sci.: Basic Appl. Res. (IJSBAR)*, 54 (2), 67-83.
- Langraf, V., Petrovičová, K., David, S., Ábelová, M., Schlarmanová, J. 2017. Body volume in ground beetles (Carabidae) reflects biotope disturbance. *Folia Oecologica*, 44, 114–120. [10.1515/foecol-2017-0014](https://doi.org/10.1515/foecol-2017-0014)
- Lawrence, J. F., Britton, F. B. (1994). *Australian Beetles*. Melbourne University Press: Victoria.

- Lee, S., Langor, D. W., Pinzon, J., Pohl, G. R., Spence, J. R., Hartley, D. J., Work, T. T., Wu, L. 2022. Rapid recovery of rove beetle (Staphylinidae) assemblages 16 year after variable retention harvest. *Ecography*, 1, e06347. <https://doi.org/10.1111/ecog.06347>
- Lutz, M.C.G., Kehr, A.I., Fernandez, L.A. 2015. Abundance, diversity and community characterization of aquatic Coleoptera in a rice field of Northeastern Argentina. *Rev. Bio. Trop.*, 63(3): 629-638.
- Martinková, Z., Koprdoová, S., Kulfan, J., Zach, P., Honěk, A. 2019. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as predators of conifer seeds. *Folia Oecologica*, 46 (1): 37-44. <https://doi.org/10.2478/foecol-2019-0006>
- Nolte, D., Schuldt, A., Gossner, M. M., Ulrich, W., Assmann, T. 2017. Functional traits drive ground beetle community structures in Central European forests: implications for conservation. *Bio. Conserv.*, 213, 5–12. [10.1016/j.biocon.2017.06.038](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.06.038)
- Ovawanda, E. A., Witjaksono, W., Trisyono, Y.A. 2016. Insect Biodiversity in Organic and Non-Organic Rice Ecosystem in The District of Bantul. *J. Perlind. Tan. Indonesia*, 20(1): 15-21. <https://doi.org/10.22146/jpti.16619>
- Ponraman, G., Anbalagan, S., Dinakaran, S. 2016. Diversity of aquatic insects in irrigated rice fields of South India with reference to mosquitoes (Diptera: Culicidae). *J. Entomol. Zool. Stud.*, 4(4), 252-256.
- Prabawati, G., Herlinda, S., Pujiastuti, Y. 2019. The abundance of canopy arthropods in South Sumatra (Indonesia) freshwater swamp main and ratooned rice applied with bioinsecticides and synthetic insecticide. *Biodiversitas: J. Bio. Divers.*, 20 (10). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201021>
- Sacco-Martet de Preville, A., Ortiz-Martinez, S., Plantegenest, M., Canard, E. 2022. Effect of conservation agriculture on biocontrol of aphids by generalist (Carabid Beetles) and specialist (parasitoid wasp) natural enemy communities on winter wheat. *Front. Eco. Evo.*, 10: 893787. doi: 10.3389/fevo.2022.893787
- Sharif, M. K., Butt, M. S., Anjum, F. M., Khan, S. H. 2014. Rice bran: A novel functional ingredient. *Critical Rev. Food Sci. Nut.*, 54 (6): 807-816. DOI: [10.1080/10408398.2011.608586](https://doi.org/10.1080/10408398.2011.608586)
- Singh, A. 2021. Attack by a common parasitoid stabilizes population dynamics of multi-host communities. *J. Theo. Bio.*, 531, 110897.
- Sumah, A.S.W. 2023. Functional response of predator *Paederus* sp. (Coleoptera: Staphylinidae). *Indonesian J. Appl. Res. (IJAR)*, 4(1): 53-62. <https://doi.org/10.30997/ijar.v4i1.257>
- Sumah, A.S.W., Kusumadinata, A.A. 2023. Kapasitas potensi parasitisme *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) terhadap *Corcyra* sp. *J. Biosilampari: J. Bio.*, 5 (2): 111-120. DOI: [10.31540/biosilampari.v5i2.1894](https://doi.org/10.31540/biosilampari.v5i2.1894)
- Talarico, F., Giglio, A., Pizzolotto, R., Brandmayr, P. 2016. A synthesis of feeding habits and reproduction rhythm in Italian seed-feeding ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *European J. Entomol.*, 113, 325–336. [10.14411/eje.2016.042](https://doi.org/10.14411/eje.2016.042)
- Triplehorn, C. A., Johnson N. F. 2005. *Borror and DeLong's Introduction to The Study of Insect* 7th Edition. Thomson Brooks/Cole: Belmont.

- Wiyono, S., Widodo, Triwidodo, H. 2014. Mengelola ledakan hama dan penyakit padi sawah pada agroekosistem yang fragil dengan pengendalian hama terpadu biointensif. *Risalah Kebij.Pertama. Lingk.*, 1 (2): 116-120. <https://doi.org/10.20957/jkebijakan.v1i2.10303>
- Wu, L., Pinzon, J. 2022. Response of rove-beetle (Staphylinidae) assemblages to the cumulative effect of wildfire and linear footprint in boreal treed peatlands. *Eco. Evo.*, 12 (12):e9564. <https://doi.org/10.1002/ece3.9564>
- Zhang, H., Ghahramani, A., Ali, A., Erbacher, A. 2023. Cover cropping impacts on soil water and carbon in dryland cropping system. *PLoS ONE*, 18(6): e0286748. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286748>