

Konservasi Entomofaga dan Polinator di Rawa Lebak untuk Mendukung Keberlanjutan Pertanian di Lahan Suboptimal

Conservation of Entomophages and Pollinators in Freshwater Swamps to Support Agricultural Sustainability on Suboptimal Lands

Siti Herlinda^{1,2*)}, Jelly Milinia Puspita Sari³

¹Program Studi Proteksi Tanaman, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya 30662, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

²Pusat Unggulan Riset Pengembangan Lahan Suboptimal (PUR-PLSO), Universitas Sriwijaya, Bukit Besar 30139, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

³Program Doktor Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Bukit Besar 30239, Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia

*)Penulis untuk korespondensi: sitiherlinda@unsri.ac.id

Sitasi: Herlinda, S., & Sari, J.M.P.S. (2023). Conservation of entomophages and pollinators in freshwater swamps to support agricultural sustainability on suboptimal lands. *In: Herlinda S et al. (Eds.), Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-11 Tahun 2023, Palembang 21 Oktober 2023.* (pp. 1–24). Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).

ABSTRACT

Suboptimal wetlands in Indonesia consist of freshwater swamp, tidal lowland and peatland. The freshwater swamp can generally be used to grow food crops, vegetables and plantations. In the freshwater swamp of South Sumatra, farmers grow vegetables using the "surjan" (rice-field bund) system in addition to rice and corn. The cultivation of vegetables between rice fields in the "surjan" system is very beneficial to the balance of the ecosystem, especially by increasing the diversity of flora, which can increase the diversity of fauna, especially predatory arthropods and parasitoids (entomophagous insects) and pollinators. The abundance of these entomophages and pollinators needs to be increased through conservation. This paper explains the approach to conservation of entomophagous and pollinators by 1) reducing disturbance factors, 2) increasing the habitats and food resources (niches) needed by entomophagous and pollinators. This literature review has shown that in freshwater swamps, factors that disrupt the lives of entomophagous and pollinating insects include land burning, spraying of synthetic insecticides and herbicides, intensive cultivation (full tillage), and clean cultivation. Factors that disrupt the lives of entomophagous insects and pollinators should be avoided by not burning land, not spraying synthetic insecticides and herbicides, and minimising tillage to allow annual wild plants to flower on embankments. Flowering annual wild plants provide food for entomophagous insects and pollinators. However, many factors that support the life of entomophages and pollinators in freshwater swamps have also been identified and have been implemented by local farmers and have become local wisdom. The intercropping of long beans and chillies and the planting of flowering vegetables such as bitter melon, cucumbers, long beans and squash could support the sustainability of entomophages and pollinators by providing niches (food, nectar and pollen) and alternative host insects and prey for predators. The use of cover crops or straw mulch on chilli fields could provide habitat for predatory arthropods. Finally, entomophages and pollinators can be conserved by reducing and preventing activities that threaten their lives and by increasing space/habitat and food resources.

Keywords: *Cucumis sativus*, *capsicum annum*, *Luffa acutangula*, *Momordica charantia*, *Vigna sinensis*

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISSN: 2963-6051 (print); 2986-2302 (online)

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

ABSTRAK

Lahan suboptimal basah di Indonesia terdiri dari lahan rawa lebak, pasang surut, dan gambut. Lahan rawa lebak umumnya dapat dimanfaatkan untuk budidaya tanaman pangan, sayuran dan perkebunan. Di rawa lebak Sumatera Selatan petani selain menanam padi dan jagung, mereka juga membudidayakan tanaman sayuran menggunakan sistem surjan (pematang sawah). Budidaya sayuran sistem surjan di antara hamparan padi sangat menguntungkan dalam keseimbangan ekosistem terutama meningkatkan keanekaragaman spesies flora yang dapat meningkatkan keanekaragaman spesies faunanya, khususnya artropoda predator dan parasitoid (entomofaga) dan penyerbuk (pollinator). Kelimpahan entomofaga dan penyerbuk ini perlu ditingkatkan melalui konservasi. Tulisan ini menjelaskan pendekatan dalam melakukan konservasi entomofaga dan polinator melalui 1) pengurangan faktor pengganggu, 2) penambahan sumber daya ruang dan makanan yang dibutuhkan entomofaga dan polinator. Studi literatur ini menunjukkan di rawa lebak ditemukan faktor pengganggu kehidupan entomofaga dan polinator, misalnya pembakaran lahan, penyemprotan insektisida dan herbisida sintetis, pengolahan tanah intensif (*full tillage*), praktek budidaya bersih (*clean culture*). Faktor pengganggu kehidupan entomofaga dan polinator harusnya dapat dicegah dengan tidak melakukan pembakaran lahan, tidak menyemprotkan insektisida dan herbisida sintetis, dan pengolahan tanah minimalis, membiarkan tumbuhan liar semusim berbunga di pematang. Tumbuhan liar semusim berbunga merupakan penyedia sumber daya pakan untuk entomofaga dan polinator. Namun, banyak juga ditemukan faktor pendukung kehidupan entomofaga dan polinator di rawa lebak yang diterapkan oleh petani lokal dan menjadi kearifan lokal di sana. Sistem tumpang sari kacang panjang dan cabai dan bertanam sayuran berbunga, seperti pare, ketimun, kacang panjang dapat mendukung kelestarian entomofaga dan polinator karena sayuran tersebut menyediakan relung berupa pakan berupa nektar dan serbuk sari dan penyedia serangga inang alternatif dan mangsa bagi predator. Penggunaan tanaman penutup tanah (*cover crop*) atau mulsa berupa jerami pada lahan cabai dapat menjadi habitat bagi artropoda predator. Jadi, konservasi entomofaga dan polinator dapat dilakukan dengan mengurangi dan mencegah aktivitas yang mengancam kehidupannya dan meningkatkan sumber daya ruang/habitat dan makanan.

Kata kunci: *Cucumis sativus*, *capsicum annum*, *Luffa acutangula*, *Momordica charantia*, *Vigna sinensis*

PENDAHULUAN

Serangga menyediakan jasa ekosistem penting dan bernilai ekonomis untuk mencapai tujuan pembangunan pertanian berkelanjutan (Dangles and Casas, 2019), namun keanekaragaman serangga mengalami penurunan akibat meningkatnya penggunaan pestisida di lahan pertanian (Outhwaite *et al.*, 2022; Talreja *et al.*, 2023). Serangga merupakan komponen utama dalam tatanan kehidupan, karena aktivitasnya sangat penting untuk menjaga dan meningkatkan produktivitas tanaman (entomofhaga dan pollinator) (Samways, 2018). Dalam hal pemasok pangan manusia, diperkirakan sekitar 35% tanaman global mendapat manfaat dari jasa penyerbuk (Martins, 2021). Penggunaan pestisida yang berlebih akan membunuh hama dan juga berdampak negatif pada lebih dari 90% spesies non-target yang sangat penting dalam sistem pertanian (Zuščíková *et al.*, 2023). Selain itu, penggunaan pestisida juga membunuh sejumlah besar musuh alami, serta menyebabkan resistensi hama. Hal ini menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem dalam pertanian.

Pestisida dapat memberikan efek positif atau negatif pada entomofaga dan penyerbuk dengan jenis serta efek yang bervariasi menurut tingkat paparan, durasi, dan rute (penelanan, kontak, penghirupan) (Sponsler *et al.*, 2019). Penggunaan pestisida berlebih dapat menimbulkan dampak tidak langsung pada serangga seperti resistensi dan resurgensi hama (Wu *et al.*, 2020), munculnya hama sekunder (Zuščíková *et al.*, 2023), keracunan musuh alami dan polinator (Sponsler *et al.*, 2019). Lu *et al.*, (2020) menunjukkan dampak buruk penggunaan pestisida terhadap kesehatan polinator seperti aktivitas mencari makan yang tidak normal, gangguan perkembangan induk, gangguan neurologi, dan gangguan keturunan koloni.

Setelah berkembangnya resistensi pestisida dalam skala besar dan meningkatnya kesadaran mengenai dampak pestisida terhadap lingkungan, maka penerapan pendekatan multi-strategi telah menjadi prioritas, seperti implementasi Pengendalian Hama Terpadu (PHT) (Hajjar *et al.*, 2023). PHT melingkup juga keberlanjutan produksi tanaman karena dengan diterapkannya PHT, maka aplikasi pestisida sintetis menjadi pilihan terakhir. Jadi, dengan diterapkannya PHT, serangga entomofaga dan penyerbuk terlindungi dari pestisida sintetis dan produktivitas tanaman meningkat secara berkelanjutan. Tujuan PHT adalah meminimalkan kerugian akibat hama dan penyakit dan memerlukan pemilihan tindakan pengendalian yang bijaksana untuk memaksimalkan hasil, sekaligus membatasi residu bahan kimia dalam prosesnya (Dara *et al.*, 2023). PHT merupakan suatu pengendalian yang menggabungkan metode pengendalian hama yang berkelanjutan, salah satunya konservasi entomopatogen dan polinator. Oleh karena itu tulisan ini bertujuan menjelaskan pendekatan dalam melakukan konservasi entomofaga dan polinator melalui pengurangan faktor pengganggu, dan penambahan sumber daya ruang dan makanan yang dibutuhkan entomofaga dan polinator.

POTENSI LAHAN SUBOPTIMAL UNTUK PERTANIAN

Lahan suboptimal di Indonesia terdiri dari 107.4 juta ha lahan kering masam (curah hujan <2000 mm per tahun) dan 33.4 juta ha lahan rawa (curah hujan >2000 mm per tahun) (Darusman *et al.*, 2021). Lahan suboptimal dikelompokkan menjadi empat tipologi lahan, yaitu lahan kering masam, lahan semi kering, lahan rawa pasang surut, dan lahan rawa air tawar (Darusman *et al.*, 2021). Luas lahan suboptimal di Indonesia adalah 149,14 juta ha yang terdiri dari dataran tinggi masam seluas 104,65 juta ha dan semi kering seluas 10,36 juta ha. Lahan rawa pasang surut terdiri dari tanah mineral seluas 7,55 juta ha dan gambut seluas 1,37 juta ha, sedangkan lahan rawa air tawar terdiri dari tanah mineral seluas 11,64 juta ha dan gambut seluas 13,56 juta ha (Tabel 1) (Darusman *et al.*, 2021). Dataran tinggi asam mempunyai potensi pertanian yang paling besar diantara jenis lainnya. Dataran tinggi masam adalah suatu lahan yang berada di bawah sedimen tua dan bahan induk vulkanik atau tanah lainnya dengan rezim kejenuhan basa rendah dan kelembaban tinggi dengan curah hujan lebih dari 2000 mm. Kondisi tersebut menyebabkan rendahnya pH tanah dan tingginya saturasi aluminium, akibat tingginya pencucian kation basa. Tanah yang termasuk dalam dataran tinggi masam adalah Ultisol, Oxisol, dan Inceptisol. Dataran tinggi masam memerlukan pengelolaan lahan yang baik termasuk perbaikan kualitas lahan untuk meningkatkan produktivitasnya. Luasnya lahan suboptimal di Indonesia menjadi potensi besar untuk dimanfaatkan dalam bidang pertanian dengan didukung berbagai pengelolaan dan teknologi yang tepat. Karena lahan suboptimal cukup potensial dan produktif untuk pengembangan pertanian.

Lahan basah merupakan lahan yang dipenuhi air, baik sepanjang tahun maupun musiman. Lahan basah di Indonesia umumnya terdiri dari rawa air tawar (non pasang surut) dan dataran rendah pasang surut (Hanif *et al.*, 2020). Rawa air tawar merupakan

lahan basah yang tergenang akibat aliran air sungai atau hujan, sedangkan dataran rendah pasang surut tergenang akibat air pasang. Wilayah Rawa air tawar pada musim kemarau, wilayah tersebut sering mengalami kekeringan (Karenina *et al.*, 2020a). Saat lahan tergenang, petani setempat beternak ikan rawa atau bebek lokal dan bebek alabio (*Anas platyrhynchos*). Pada musim kemarau, mereka menanam padi (Lakitan *et al.*, 2018) atau sayuran adaptif (Lakitan *et al.*, 2019) atau tanaman campuran antara padi dan sayuran adaptif. Beberapa sayuran adaptif di rawa air tawar adalah kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) (Bhaskar *et al.*, 2010), mentimun (*Cucumis sativus*) (Baptiste and Smardon, 2012), labu siam (*Luffa acutangula*) dan pare (*Momordica charantia*) (Le, 2018), cabai (*Capsicum annum* L.) (Siaga *et al.*, 2018) buncis (*Phaseolus vulgaris*) (Susilawati and Lakitan, 2019), dan tomat (Emile *et al.*, 2012).

Tabel 1. Lahan suboptimal di Indonesia

Pulau	Dataran Tinggi (kha)		Rawa (kha)				Total
	Asam	Semi-kering	Rawa pasang surut		Lahan rawa air tawar		
			Mineral	Gambut	Mineral	Gambut	
Sumatera	30,781	42	2502	517	3988	5919	12,926
Jawa	7294	1682	95	-	-	-	
Bali dan Nusa Tenggara	83	5078	-	-	-	-	95
Kalimantan	39,134	-	2302	685	2944	4093	10,024
Sulawesi	7187	2383	318	-	706	24	1048
Maluku	7187	-	74	-	88	-	162
Papua	18,174	1179	2263	164	3988	3527	9870
Indonesia	104,653	10,364	7554	1366	11,642	13,563	34,125

Sumber: (Darusman *et al.*, 2021)

PERAN ENTOMOFAGA DAN POLINATOR DALAM PERTANIAN

Entomofaga dan polinator merupakan serangga yang bermanfaat dalam bidang pertanian (Karenina *et al.*, 2020a). Entomofaga merupakan serangga yang hidup dengan memangsa serangga lain, entomofaga dapat dikategorikan menjadi predator dan parasitoid yang dapat menekan populasi hama. Di alam beberapa parasitoid berpotensi menjadi agen hayati, dimana parasitoid yang berhasil harus memiliki karakteristik; 1) tingkat reproduksi yang tinggi, 2) kemampuan mencari yang baik, 3) spesifisitas inang, dan 4) mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang berbeda dan sinkron dengan inangnya (hama) (Ballal and Verghese, 2015). Namun, tidak ada parasitoid yang memiliki semua karakteristik tersebut, parasitoid yang memiliki beberapa karakteristik di atas akan lebih penting untuk digunakan dalam menekan populasi hama. Sedangkan serangga penyerbuk merupakan jenis serangga yang mampu membantu proses penyerbukan pada tumbuhan. Dimana, serangga penyerbuk berperan penting dalam meningkatkan hasil, kualitas dan stabilitas buah dan benih tanaman (IPBES, 2016).

Entomofaga

Entomofaga adalah serangga yang memangsa serangga lain untuk dapat terus berkembang biak. Serangga entomofaga terbagi menjadi dua tipe yaitu parasitoid dan predator (Karenina *et al.*, 2020a). Serangga parasitoid yaitu serangga yang membutuhkan inang dalam fase hidupnya, sedangkan serangga predator yaitu serangga yang membutuhkan banyak mangsa atau terus mencari mangsa untuk dapat bertahan hidup (Ballal & Verghese, 2015). Dalam bidang pertanian serangga entomofaga dapat menjadi predator pengendali hama serangga alami.

Predator termasuk dalam beberapa ordo serangga dan umumnya dicirikan sebagai hewan yang hidup bebas, bergerak, ukuran lebih besar dari mangsanya, dan mampu

memakan beberapa mangsa sepanjang siklus hidupnya. Sedangkan parasitoid sebagian besar termasuk dalam dua ordo Hymenoptera dan Diptera, dan wilayah inangnya dianggap lebih terspesialisasi dibandingkan predator. Parasitoid dewasa yang hidup bebas mencari inang, dan bergantung pada spesies parasitoidnya, parasitoid melakukan parasitisasi pada berbagai tahap kehidupan inangnya (yaitu telur, larva, dan pupa, dewasa). Parasitoid dapat bertelur (soliter) atau beberapa telur (berkelompok) pada atau di dalam inangnya dan parasitoid yang belum dewasa memakan inangnya untuk menyelesaikan perkembangannya, membunuh inangnya, dan muncul sebagai parasitoid dewasa yang hidup bebas. Di landscape pertanian, musuh alami berpotensi mencegah hama tanaman mencapai tingkat yang merugikan secara ekonomi (Tabel 2 dan Gambar 1). Predator dan parasitoid dapat menekan atau menunda pertumbuhan populasi hama dengan berkontribusi terhadap kematian hama yang paling rentan terhadap herbivora. Ketika terdapat beragam populasi musuh alami, pengendalian hama menjadi lebih efektif karena perbedaan fenologi.

Tabel 2. Peran musuh alami dalam bidang pertanian

Kelompok Predator/Parasitoda	Ordo	Serangga atau Invertebrata yang bermanfaat	Menyerang hama	Dampak terhadap hama
Predator	Coleopter	Ladybirds (Family Coccinellidae), Red and Blue beetles (<i>Dicranolaius bellulus</i>), Green carab beetles (<i>Calosoma schayeri</i>), Green soldier beetles (<i>Chauliognathus pulchellus</i>)	Aphids, mites, thrips, mealybugs, moth eggs including <i>Heliothis</i> spp. and larvae.	Mampu menangani berbagai macam mangsa dan langsung efektif. Beberapa spesies (misalnya kepik) baik dewasa maupun larva bersifat predator.
	Hemiptera	Assassin bugs (Family Reduviidae), Bigeyed bugs (<i>Geocoris lubra</i>), brown smudge bugs (<i>Deraeocoris signatus</i>), Damsel bugs (<i>Nabis kingbergii</i>), glossy shield bug (<i>Cermatulus nasalis</i>), Pirate bug (<i>Orius</i> spp.), Apple dimple bug (<i>Campylomma liebknectic</i>), Spined predatory shield bug (Oechalia), Broken backed bug (<i>Taylorilygus pallidulus</i>)	Aphids, Diamondback moth, eggs of and larvae of <i>Heliothis</i> spp., cutworms (<i>Spodoptera litura</i>), false loopers	Menusuk hama menggunakan stilet dan kemudian menyedot bagian dalamnya. Tergantung pada spesies serangga predator, serangga dewasa, larva, atau telur dapat diserang.
	Predator larva	Hoverfly larvae (Family Syrphidae), Aphids Predatory	Aphids	Imago Hoverfly tidak bersifat predator.
Acarina	Predatory mites from different Families- e.g. Anystidae, Bdellidae, Erythraeida, Parasitidae and Cunaxidae	Blue Oat mite, Lucerne flea, Redlegged earth mite.	Memangsa spesies tungau lain dan kutu Lucerne (<i>Sminthurus viridis</i>)	
Laba-laba	Variety of species including wolfspiders, nightstalking spiders, orbweavers, tangle web	Aphids, moth larvae and eggs, whitefly,	Imago Lacewings coklat memakan telur dan tungau <i>heliothis</i> .	

			spiders, flower spiders, jumping spiders and lynx spiders.	thrips, mites and mealybugs.
Parasitoid	Parasitoid daun	kutu	<i>Trioxys complanatus</i> , <i>Aphidius ervi</i> , <i>Lysiphlebus testaceipes</i> , <i>Aphidius colemani</i>	Kutu daun Tawon memasukkan telur ke kutu daun. Larva yang berkembang akhirnya membunuh "mumi" kutu daun saat tawon dewasa muncul.
	Parasitoid larva		Hymenoptera: Numerous parasitic wasps including Banded caterpillar parasite (<i>Ichneumon promissorius</i>), Two-toned caterpillar parasite (<i>Heteropelma scaposum</i>) (Family Ichneumonidae), <i>Microplitis demolitor</i> , <i>Cotesia</i> spp. (Family Braconidae)	Heliothis dan larva ngengat lainnya Betina bertelur pada pupa inang, sedangkan larva parasitoid berkembang di inang sehingga menyebabkan kematian pupa
			Sorghum midge parasites (<i>Eupelmus australiensis</i> , <i>Aprostocetus diplosidis</i> , <i>Tetrastichus</i> spp.)	Pengusir hama sorgum Tawon bertelur di larva pengusir hama dan muncul pada tahap kepompong.
			Tachinid flies	Heliothis, looper, armyworm, grasshopper dan larva lainnya Betina bertelur pada pupa inang, seiring dengan berkembangnya larva parasitoid pada inang menyebabkan kematian pupa.
	Parasitoid telur <i>Helicoverpa</i>		Hymenoptera: <i>Trichogramma</i> (Family Trichogrammatidae) and <i>Telenomus</i> (Family Scelionidae) egg parasitoids	Helicoverpa dan Lepidoptera lainnya. Tawon kecil yang menjadi parasit pada Lepidopteran
	Whitefly Parasitoid		Eretmocerus spp. and Encarsia spp. including Encarsia Formosa	Whitefly Tawon kecil yang menyerang nimfa kutu kebul
	Parasitoid telur GVB		Trissolcus basalis	Green vegetable bug Tawon hitam kecil yang menjadi parasit pada GVB; Termasuk parasite polifagus.

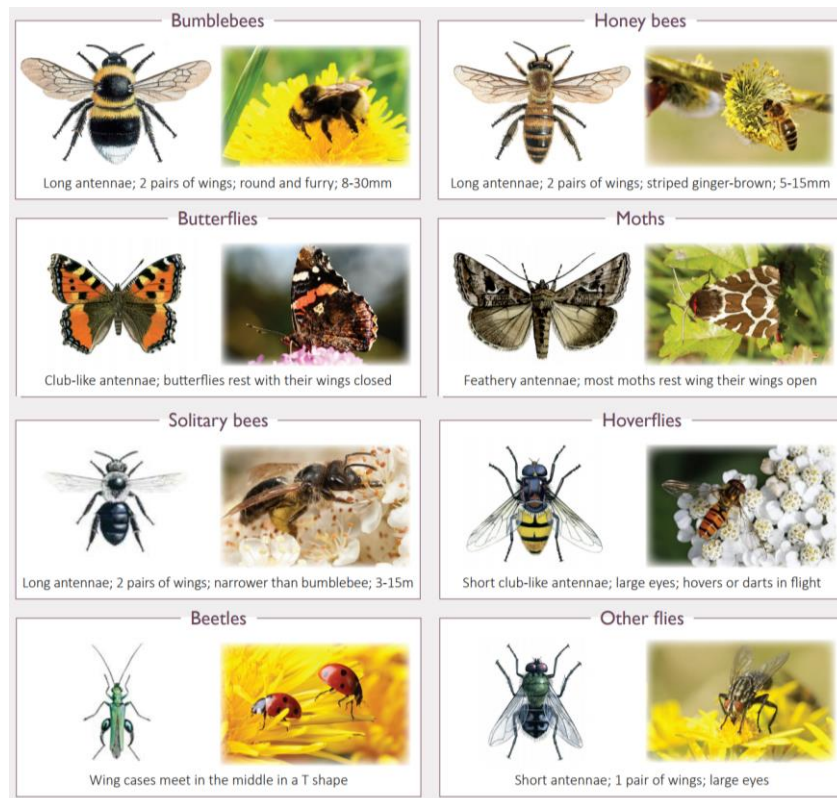
Sumber: (Laxmi Rai *et al.*, 2015)



Gambar 1. Jenis artropoda predator dominan yang terdapat pada kanopi cabai: A. *Oxyopes macilentus*, B. *Oxyopes variabilis*, C. *Thomisus* sp., D. *Pardosa pseudoannulata*, E. *Condyllostylus* sp., F. *Harmonia octomaculata*, G. *Menochilus sexmaculatus*, H. *Harmonia* sp., I. *Coelophora inaequalis*, J. *Arisolemma dilatata*, larva K. *Menochilus sexmaculatus*, L. *Micraspis inops* dewasa, M. *Micraspis discolor*, N. *Micraspis* sp., O. *Paederus fuscipes*, larva P. *Ischiodon scutellaris*, Q. *Ischiodon scutellaris* dewasa, R. *Andrallus spinindens*, S. *Cicindela* sp (Herlinda et al., 2021)

Pollinator

Penyerbuk memegang peran penting dalam proses reproduksi tumbuhan berbiji (Dingley et al., 2022). Penyerbukan dapat terjadi secara alami atau buatan, dimana proses pindahnya serbuk sari dari kepala sari menuju ke stigma disebut dengan penyerbukan (Prado et al., 2020). Serangga mendominasi proses penyerbukan yang terjadi pada tanaman. Lebah telah dilaporkan mengunjungi lebih dari 90% jenis tanaman terkemuka di dunia, sedangkan lalat dan serangga lainnya masing-masing 30 dan 6% (IPBES, 2016). Menurut Bugin et al., (2022) diperkirakan 35% dari produksi tanaman secara global merupakan hasil dari penyerbukan serangga (lebah, kumbang, tawon, lalat (tidak termasuk hoverflies), kupu-kupu dan ngengat (Gambar 2).



Gambar 2. Penyerbuk tanaman adalah lebah (lebah soliter, lebah, dan lebah madu), kupu-kupu, dan ngengat. Penyerbuk lainnya termasuk lalat pengunjung bunga (termasuk lalat terbang) dan kumbang (Sumber: <https://www.open.edu/openlearncreate/mod/book/view.php?id=154559&chapterid=20042>)

FAKTOR PENGANGGU KEHIDUPAN ENTOMOFAG DAN PENYERBUK

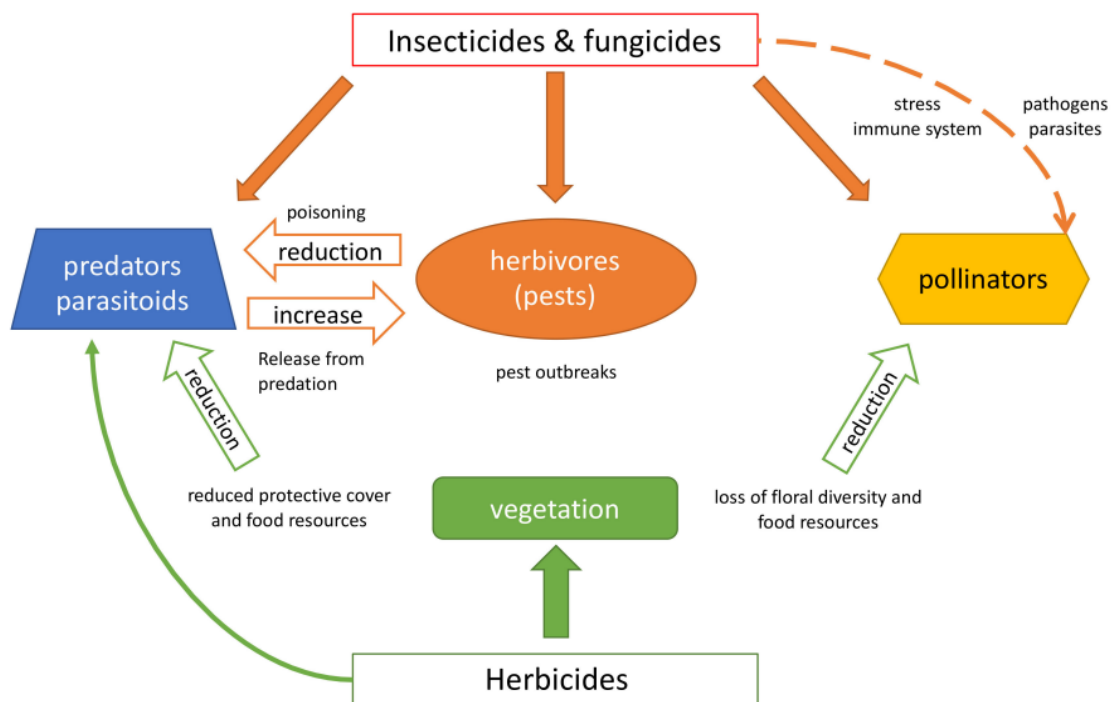
Musuh alami umumnya selalu hadir di pertanaman, tetapi perannya sering terhambat sehingga tidak dapat bekerja secara efektif. Di rawa lebak ditemukan faktor pengganggu kehidupan entomofaga dan polinator, misalnya pembakaran lahan (Dey *et al.*, 2021; Hanberry *et al.*, 2021; Szczepanek *et al.*, 2023), penyemprotan insektisida dan herbisida sintetik (Neov *et al.*, 2019), pengolahan tanah intensif (full tillage) (Jasrotia *et al.*, 2023), dan praktek budidaya bersih (clean culture).

Pengolahan tanah secara ekstensif, pembakaran sisa tanaman, dan penggunaan input eksternal yang tinggi adalah beberapa pendekatan produksi tanaman yang baru-baru ini diadopsi dalam meningkatkan produktivitas (Dey *et al.*, 2021; Szczepanek *et al.*, 2023). Pengolahan tanah dengan cara mekanis seperti menggali, mengaduk, dan menjungkirbalikkan tanah merupakan suatu usaha untuk memanipulasi tanah ke kondisi yang diinginkan untuk budidaya. Namun, usaha ini hanya bersifat sementara karena penelitian jangka panjang menunjukkan degradasi struktur tanah, pemadatan, erosi lapisan atas tanah, dan punahnya fauna penghuni tanah sebagai salah satu konsekuensi dari pengolahan tanah (Dey *et al.*, 2021; Ghabeish *et al.*, 2023). Konsekuensi lain dari penggunaan praktik pertanian konvensional yang terus-menerus mencakup penipisan sumber daya alam (Kakraliya *et al.*, 2018), hilangnya keanekaragaman hayati (Farooq and Siddique, 2015), pencemaran lingkungan (Jasrotia *et al.*, 2023), dan bahaya kesehatan manusia (Wangari Nderitu *et al.*, 2020).

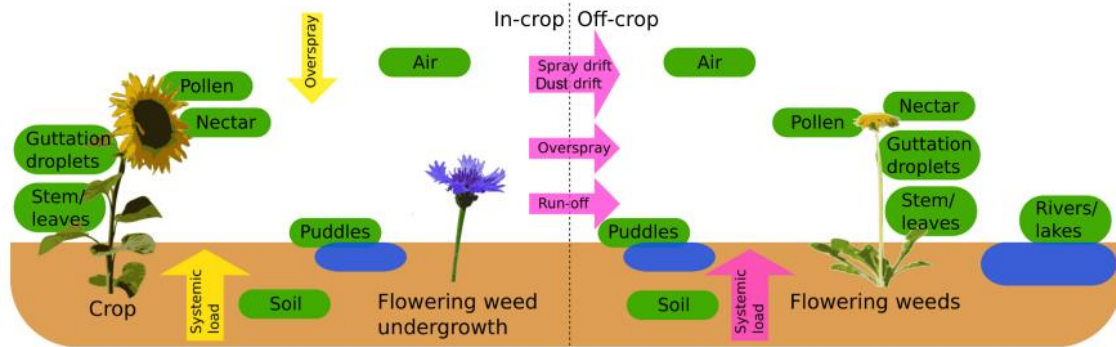
Pestisida digunakan untuk mengendalikan hama hewan, gulma, dan penyakit dalam produksi pertanian (Sánchez-Bayo, 2021). Pestisida yang dilepaskan ke lingkungan secara tidak langsung dapat mempengaruhi spesies target dan non-target (Sánchez-Bayo, 2021). Dampak tidak langsung tersebut dimediasi melalui dampak langsung terhadap spesies lain

atau lingkungan fisik dan bergantung pada mekanisme ekologi dan interaksi spesies (Gambar 3). Penggunaan insektisida pada pertanian sering kali mengakibatkan meningkatnya serangan hama karena musnahnya musuh alami. Pestisida juga dapat menyebabkan hilangnya keanekaragaman flora dan sumber makanan bagi penyerbuk dan musuh alami (Gambar 4). Dalam ekosistem perairan, insektisida dan fungisida sering kali menyebabkan pertumbuhan alga karena bahan kimia tersebut mengurangi penggembalaan zooplankton dan herbivora. Peningkatan biomassa perifiton biasanya mengakibatkan penggantian artropoda dengan spesies yang lebih toleran seperti siput, cacing, dan berudu. Fungisida dan insektisida sistemik juga mengurangi daur ulang unsur hara dengan mengganggu kemampuan artropoda detritivor. Residu herbisida dapat menurunkan biomassa makrofita di kolam dan lahan basah, sehingga secara tidak langsung mempengaruhi perlindungan dan perkembangbiakan serangga predator di lingkungan tersebut.

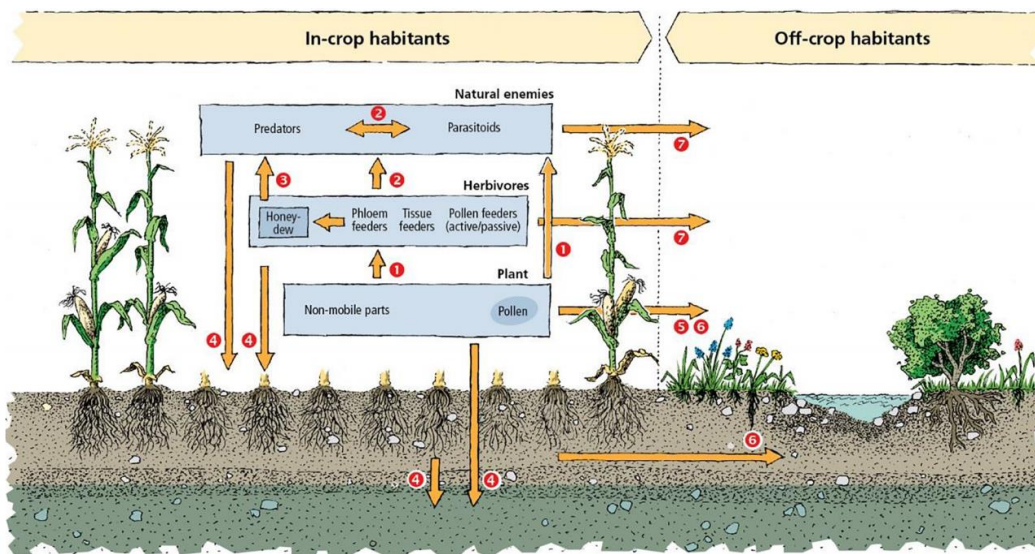
Arthropoda termasuk herbivora dan musuh alami yang dapat memakan langsung bagian tanaman yang tidak bergerak atau serbuk sari (1). Musuh alami dapat terekspos melalui mangsa atau inang ketika memakan artropoda lain, seperti herbivora atau anggota lain yang tingkat trofiknya lebih tinggi (2). Honeydew, ekskresi manis dari Hemiptera pemakan floem, dapat mengekspos musuh alami jika senyawa insektisida terdapat dalam floem (3). Senyawa insektisida dapat masuk ke dalam tanah melalui jaringan tanaman yang membusuk, eksudat akar, atau hewan herbivora yang mati atau musuh alami, yang dapat menyebabkan arthropoda yang hidup di dalam tanah terekspos (4). Arthropoda yang hidup di habitat di luar tanaman juga dapat terpapar ketika senyawa insektisida terlarut atau keluar dari tanaman dan terbawa oleh air tanah, atau ketika serbuk sari atau sisa tanaman tertiuip ke luar lahan (5, 6). Terakhir, herbivora dan musuh alami yang meninggalkan tanaman dapat mengekspos musuh alami di habitat luar tanaman (7) (Gambar 5) (Romeis *et al.*, 2019).



Gambar 3. Dampak tidak langsung pestisida terhadap artropoda darat ditandai dengan tanda panah berongga dan putus-putus, sedangkan dampak langsung ditunjukkan dengan tanda panah padat (Sánchez-Bayo, 2021)



Gambar 4. Jalur paparan mulai dari penerapan hingga kompartemen habitat di habitat dalam dan luar tanaman. Panah kuning atas/bawah menunjukkan proses transportasi sekunder primer dan panah merah muda samping/atas (Philipp Uhl and Brühl, 2019)



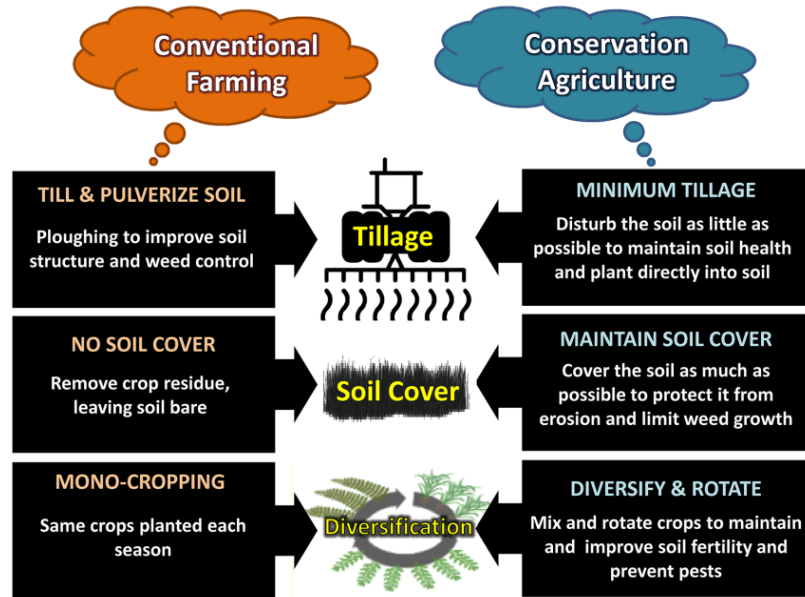
Gambar 5. Rute dimana musuh alami dapat terpapar senyawa insektisida yang diproduksi tanaman (Romeis et al., 2019)

KONSERVASI ENTOMOFAG DAN POLINATOR

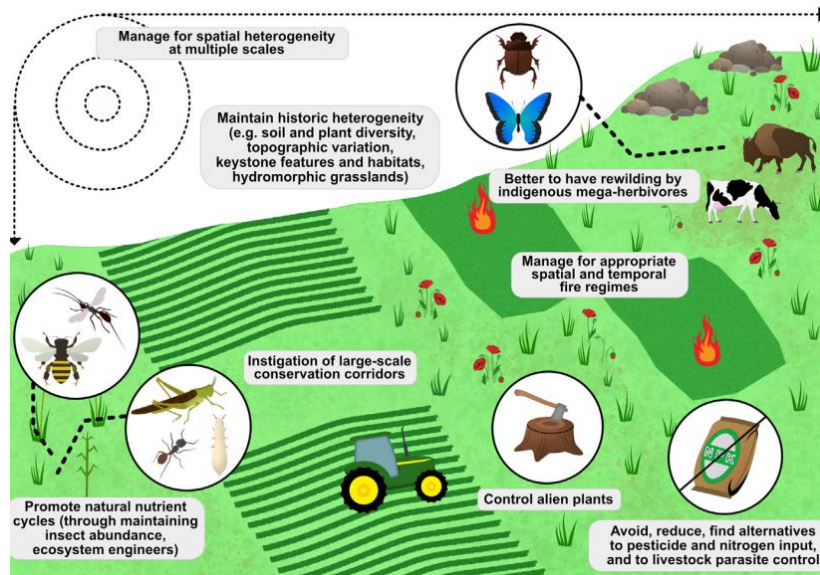
Konservasi entomofaga dan polinator dapat dilakukan dengan mengurangi dan mencegah aktivitas yang mengancam kehidupannya dan meningkatkan sumber daya ruang/habitat dan makanan. Sistem pertanian tumpang sari kacang panjang dan cabai dan bertanam sayuran berbunga, seperti pare, ketimun, kacang panjang dapat mendukung kelestarian entomofaga dan polinator karena sayuran tersebut menyediakan relung berupa pakan berupa nektar dan serbuk sari dan penyedia serangga inang alternatif dan mangsa bagi predator. Penggunaan tanaman penutup tanah (*cover crop*) atau mulsa berupa jerami pada lahan cabai dapat menjadi habitat bagi artropoda predator.

Konservasi merupakan strategi produksi tanaman yang mendorong keanekaragaman makrofauna sekaligus meningkatkan hasil panen (Gambar 7) (Mashavakure et al., 2019a, 2019b). Pada dasarnya, pertanian konservasi adalah sistem produksi tanaman pertanian yang melestarikan sumber daya (Nandan et al., 2021) yang memerlukan gangguan tanah minimal, mempertahankan tutupan tanah permanen, dan berfokus pada diversifikasi rotasi tanaman, yang semuanya berkontribusi pada peningkatan kesehatan tanah dan produktivitas yang lebih tinggi (Thierfelder et al., 2018; Gambar 6). Berkurangnya atau tidak adanya pengolahan tanah mengakibatkan berkurangnya gangguan tanah, berkurangnya gangguan terhadap habitat flora dan fauna tanah, dan penciptaan lingkungan

mikro yang mendorong proliferasi aktivitas biologis. Selain itu, sistem yang lebih beragam (misalnya, retensi sisa tanaman, penanaman campuran, tumpang sari, dan penanaman penutup tanah) dapat menghasilkan diversifikasi ceruk yang lebih tinggi dan menyediakan tempat berlindung dan berburu bagi predator (Mashavakure *et al.*, 2019c). Oleh karena itu, peningkatan aktivitas biologis dalam sistem konservasi dapat mendorong munculnya spesies hama baru sekaligus mendukung musuh alami hama tersebut (Mhlanga *et al.*, 2020).



Gambar 6. Perbandingan antara pertanian konvensional dan pertanian konservasi (Jasrotia *et al.*, 2023)



Gambar 7. Komponen penting untuk konservasi serangga padang rumput (Samways *et al.*, 2020)

Tumpang Sari

Tumpang sari adalah sistem pertanian tradisional yang meningkatkan keanekaragaman tanaman untuk memperkuat fungsi agroekosistem sekaligus mengurangi masukan kimia dan meminimalkan dampak negatif produksi tanaman terhadap lingkungan. Tumpang sari saat ini menjadi perhatian besar karena pentingnya dalam pertanian berkelanjutan. Selain peningkatan hasil yang diketahui, tumpang sari juga dapat meningkatkan stabilitas hasil dalam jangka panjang dan meningkatkan ketahanan sistemik terhadap penyakit tanaman,

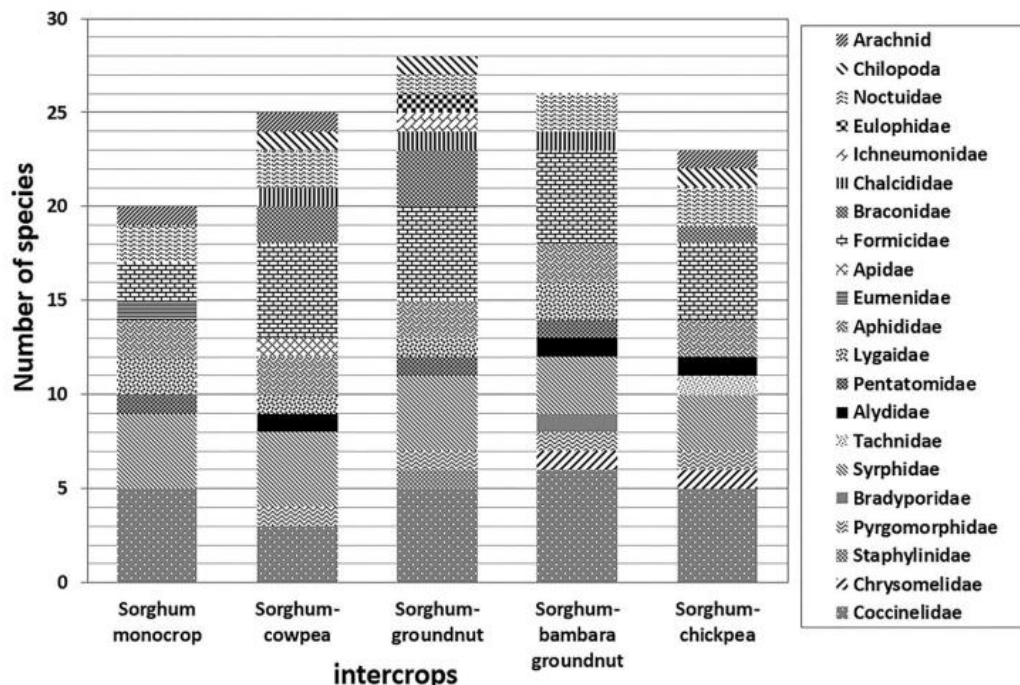
hama dan faktor-faktor tidak menguntungkan lainnya (misalnya, kekurangan unsur hara). Penggunaan sumber daya yang efisien dapat menghemat masukan pupuk mineral, mengurangi risiko pencemaran lingkungan dan emisi gas rumah kaca yang disebabkan oleh pertanian, sehingga memitigasi perubahan iklim global. Tumpang sari berpotensi meningkatkan keanekaragaman hayati di atas dan di bawah permukaan tanah dari berbagai taksa pada skala lapangan, sehingga meningkatkan jasa ekosistem. Penelitian (Ouyang *et al.*, 2020) menunjukkan bahwa ekosistem tumpang sari yang bergilir membantu meningkatkan kelimpahan imago *Propylea japonica* dan mendorong pengurangan kutu daun di petak-petak kapas (Gambar 9). Tanaman monokultur sorgum, *Sorghum bicolor* (L) Moench, ditumpangsarikan dengan empat tanaman legum yang umum ditanam, yaitu kacang tunggak, *Vigna unguiculata* (L) Walp.; kacang tanah, *Arachis hypogea* L.; Kacang tanah Bambara, *Vigna subterranean* (L.) Verdc; dan buncis, *Cicer arietinum* L. Studi ini menunjukkan bahwa tumpang sari secara signifikan meningkatkan kelimpahan serangga, dari 176,50 individu pada tanaman monokultur menjadi 438 individu ketika sorgum ditumpangsarikan dengan kacang tunggak menjadi yang tertinggi di antara tanaman sela (Tabel 2 dan Gambar 8) (Karabo *et al.*, 2019).

Tabel 2. Rata-rata (\pm kesalahan standar) kelimpahan serangga, kekayaan spesies dan keanekaragaman dari lima kombinasi tanaman.

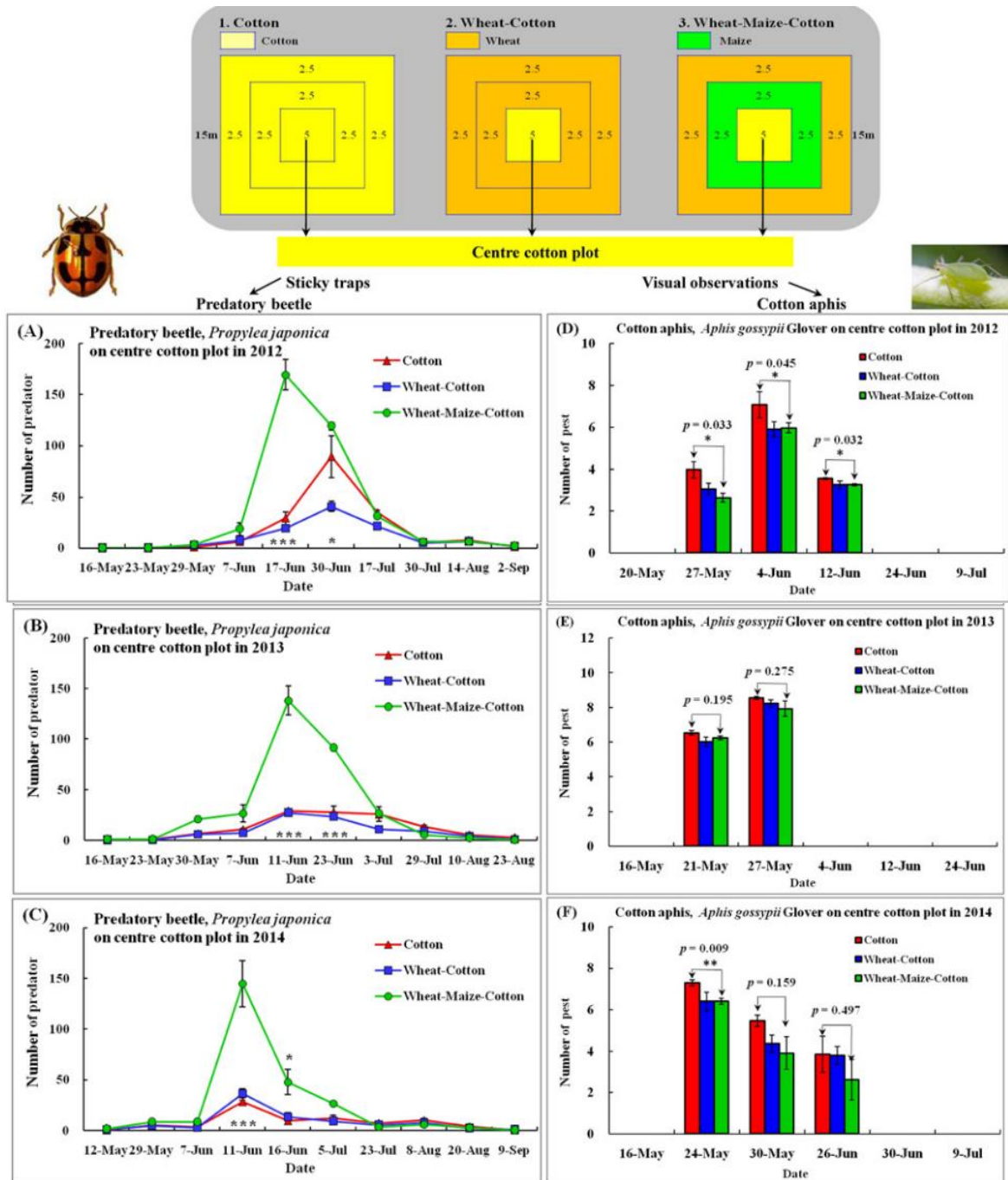
Crop combination	Abundance	Species richness	Species diversity index
Sorghum monocrop	176.50 \pm 37.79b	9.25 \pm 1.25c	0.24 \pm 0.01c
Sorghum–cowpea	438.00 \pm 102.52a	14.00 \pm 1.87b	0.54 \pm 0.02a
Sorghum–groundnut	218.75 \pm 69.91b	10.0 \pm 1.47bc	0.47 \pm 0.05ab
Sorghum–Bambara	317.75 \pm 43.78ab	13.00 \pm 1.08ab	0.52 \pm 0.02ab
Sorghum–chickpea	333.50 \pm 110.88ab	11.50 \pm 1.55abc	0.45 \pm 0.01b

Values in columns followed by the same letter do not differ significantly according to Fisher’s protected least significant difference ($P \leq 0.05$; $n = 4$).

Sumber: (Karabo *et al.*, 2019)



Gambar 8. Bagan bertumpuk yang menunjukkan jumlah spesies arthropoda dari berbagai famili yang dikumpulkan dari kombinasi tanaman berbeda ($n = 4$). Coccinellidae, Chrysomelidae dan Staphylinidae: Coleoptera; Pyrgomorphidae dan Bradyporidae: Orthoptera; Syphidae dan Tachnidae: Diptera; Alydidae, Pentatomidae, Lygidae dan Aphididae: Hemiptera; Eumenidae, Apidae, Formicidae, Braconidae, Chalcididae, Ichneumonidae, dan Eulophidae: Hymenoptera; Noctuidae: Lepidoptera; Chilopoda: kaki seribu; Arachnida: laba-laba dan kalajengking (Karabo *et al.*, 2019)



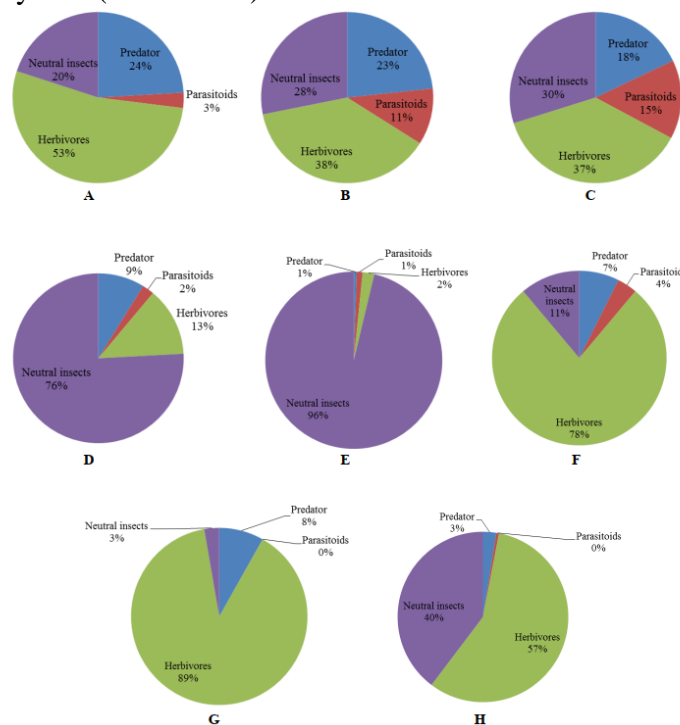
Gambar 9. Dinamika populasi predator dan kutu daun kapas di antara tiga pola tanam tanaman. Dinamika *Propylaea japonica* dewasa di petak kapas sentra dengan perangkap tongkat pada tahun 2012 (A), 2013 (B), dan 2014 (C). *, ** dan *** menunjukkan perbedaan nyata antar ketiga pola tanam tanaman pada $p < 0,05$, $p < 0,01$ dan $p < 0,001$. Data disajikan per perangkap batang di petak kapas tengah (rata-rata \pm SE) dengan petak lapangan terpisah yang digunakan sebagai ulangan. Dinamika kutu daun kapas, *Aphis gossypii* di petak kapas tengah berdasarkan pengamatan visual pada tahun 2012 (D), 2013 (E), dan 2014 (F). *, ** dan *** menunjukkan perbedaan kepadatan kutu daun yang signifikan antara dua pola tanam tanaman, satu tanaman: kapas dan tiga tanaman: gandum, jagung dan kapas pada $p < 0,05$, $p < 0,01$ dan $p < 0,001$. Data kepadatan kutu daun ditransformasikan secara log ($\ln(n + 1)$). Data disajikan per 100 tanaman kapas di petak kapas tengah (rata-rata \pm SE) dengan petak lapangan terpisah yang digunakan sebagai ulangan (Ouyang *et al.*, 2020).

Tanaman Refugia

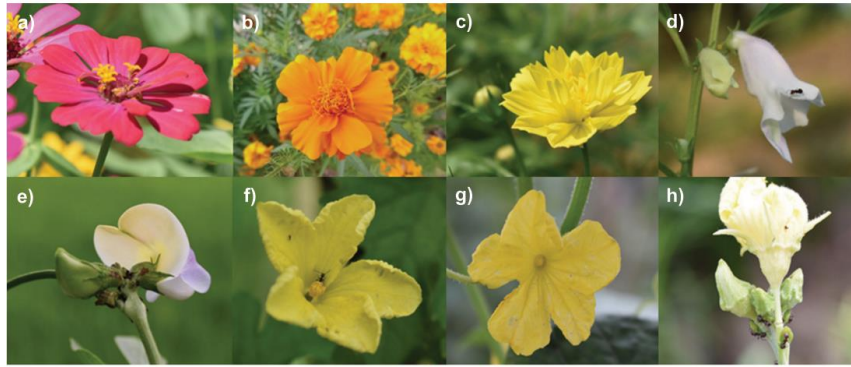
Pada lahan sawah yang ditanam di dataran rendah dangkal dan rawa tengah, umumnya juga ditanami sayuran adaptif, seperti cabai (Johari *et al.*, 2014), kacang panjang, pare, labu siam, terong, dan timun. Pada tanggul yang tidak ditanami sayuran adaptif umumnya

tidak disiangi, namun tanaman liar (tanaman non-crop) masih dapat tumbuh di sana (Gambar 11) (Herlinda *et al.*, 2019; Karenina *et al.*, 2020b; Prabawati *et al.*, 2019). Selain itu, petani lokal belum terbiasa menggunakan pestisida sintetis (Lakitan *et al.*, 2018). Tanpa disadari oleh para petani, sayuran dan tanaman liar dapat berperan sebagai habitat dan relung arthropoda, baik sebagai musuh alami maupun serangga hama (Christmann *et al.*, 2021). Selain sebagai habitat dan relung alternatif bagi musuh alami, sayuran dan tumbuhan liar ini juga berperan sebagai relung penyedia nektar dan serbuk sari (Herlinda *et al.*, 2019). Nektar dan serbuk sari dapat meningkatkan umur panjang, fekunditas, dan kebugaran musuh alami dewasa. Beberapa penelitian sebelumnya mengenai arthropoda yang menghuni tumbuhan telah dilakukan. Menurut Desai *et al.* (2017), pada beberapa spesies tanaman berbunga non tanaman, misalnya *Zinnia* sp., ditemukan laba-laba (*Argiope aemula*, *Oxyopes* sp., dan *Perenethis* sp.) yang menetap. Selanjutnya *Tagetes erecta* dihuni oleh *Oxyopes javanus*, *Coccinella septempunctata*, *Syrphus* spp., *Geoceris* spp., *Apis dorsata*, *A. mellifera*, dan *Vanessa cardui* (Ganai *et al.*, 1940). Musuh alami arthropoda predator yaitu Pentatomidae dan Mantidae serta parasitoid dari Eulophidae, Tachinidae, dan Ichneumonidae terdapat pada tanaman non tanaman (*Antigonon leptopus*, *Turnera subulata*, dan *Ageratum* sp.) (Saleh dan Siregar 2017). Sawah rawa air tawar yang dikelilingi oleh tumbuhan sayuran seperti *V. sinensis*, *C. sativus*, *M. charantia*, dan *L. acutangula* mempunyai kelimpahan dan keragaman spesies predator arthropoda yang lebih banyak dibandingkan dengan yang tidak dikelilingi oleh keempat jenis tumbuhan tersebut di atas (Herlinda *et al.*, 2019).

Penelitian Herlinda *et al.*, (2019) menyarankan untuk konservasi musuh alami sebaiknya menggunakan *Zinnia* sp., *Tagetes erecta*, dan *Momordica charantia*. Karena jenis tumbuhan dan sayuran non-tanaman ini yang paling banyak dikunjungi oleh arthropoda predator. Dimana terdapat 24 spesies arthropoda predator, tiga spesies parasitoid, 17 spesies herbivora, dan sembilan spesies serangga netral yang ditemukan pada tanaman non-tanaman dan sayuran (Gambar 10).



Gambar 10. Proporsi kelompok arthropoda yang menghuni tumbuhan dan sayuran bukan tanaman: zinnia (A), marigold (B), kenikir (C), wijen (D), kacang tunggak (E), pare (F), mentimun (G), dan bergerigi labu (H) (Herlinda *et al.*, 2019)



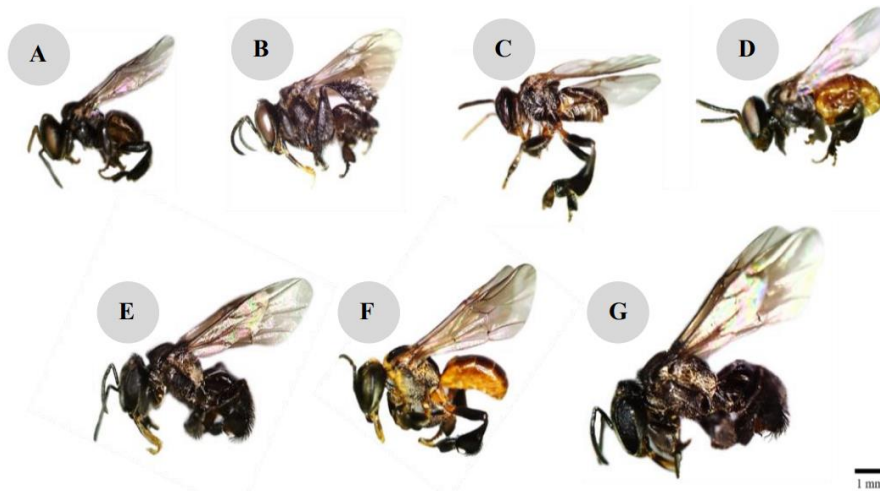
Gambar 11. Bunga dari refugia dan tanaman; zinnia (a), marigold (b), yellow ray flower (c), sesame (d), cowpea (e), bitter melon (f), cucumber (g), ridged gourd (h) (Karenina *et al.*, 2020a)

BUDIDAYA LEBAH *Trigona* spp SEBAGAI POLINATOR UNTUK MENINGKATKAN PENDAPATAN PETANI

Sistem budidaya tanaman khususnya di lahan suboptimal (produktivitas rendah) dapat ditingkatkan dengan memanfaatkan PHT, salah satunya memadukan pengendalian hayati (konservasi musuh alami) dengan budidaya lebah madu. Perpaduan ini dapat meningkatkan produktivitas tanaman buah, mengontrol populasi hama di bawah batas ambang ekonomi, dan menambah pendapatan petani dan memiliki potensi untuk menjadi ekowisata pertanian. Selain berperan sebagai penyerbuk lebah ini juga dapat menghasilkan produk berupa madu dan pollen yang dapat dikonsumsi oleh petani sendiri atau dipasarkan. Teknik budidaya klanceng harus memperhatikan beberapa aspek seperti pengadaan bibit/koloni, pembuatan stup, perawatan lebah, pemanenan, rekayasa vegetasi, dan teknik branding (pemecahan koloni) (Roslinda *et al.*, 2021). Budidaya *Trigona* spp cukup mudah untuk diterapkan karena minim modal dan lebih unggul dibandingkan *Apis* sp (Gambar 12). Stingless bee di Indonesia yang telah dilaporkan saat ini ada 8 spesies (Gambar 13). Budidaya dapat dilakukan di halaman rumah, perkebunan, dan pada tanaman budidaya (Gambar 14). Pada subbab ini akan dibahas bagaimana teknik budidaya klanceng dan faktor yang dapat menggaugu keberadaan koloni *Trigona* spp.



Gambar 12. Keunggulan budidaya lebah trigona (Sumber: <https://nutrimasehatalami.com>)



Gambar 13. Spesies lebah tak bersengat di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia: A. *Tetragonula laeviceps*, B. *Tetragonula biroi*, C. *Tetragonula sapiens*, D. *Tetragonula sarawakensis*, E. *Tetragonula iridipennis*, F. *Lepidotrigona terminata*, dan G. *Heterotrigona itama* (Trianto and Purwanto, 2020)



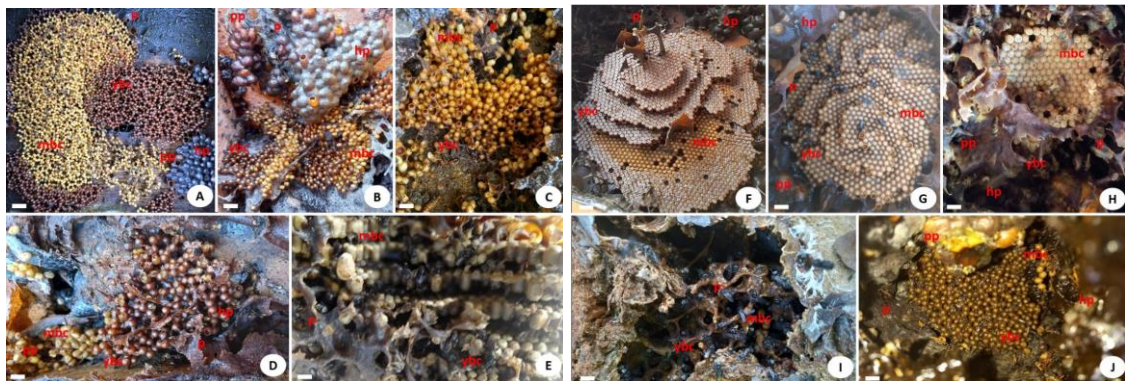
Gambar 14. Budidaya lebah *Trigona* spp; budidaya di depan halaman rumah (A), budidaya di kebun duku (B), dan budidaya di tanaman budidaya (Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=4bZ-YPL0kp4>) (C)

Pengadaan Bibit/koloni klancenga/*Trigona* spp

Koloni lebah *Trigona* spp dapat diperoleh dengan mencari koloni di alam atau membeli dari penyedia koloni, agar koloni dapat berkembang biak lebah harus ada ratu, pekerja, telur dan terhindar dari hama/penyakit. Sarang lebah *Trigona* spp dapat ditemukan di berbagai tempat alami, seperti lubang-lubang pohon atau bambu, celah-celah dinding, batu,

dan lubang bambu di dalam rumah yang agak gelap (Gambar 15). Menurut Kiral (2019) cara memindahkan koloni lebah klanceng dari alam yaitu;

1. Lebah klanceng tidak memiliki sengat, namun dalam kondisi terancam lebah ini akan lebih agresif sehingga bisa masuk mata atau telinga bahkan bisa menggigit walau gigitannya tidak sesakit gigitan semut. Untuk keamanan kita sebaiknya menggunakan baju atau celana panjang yang berwarna gelap dan menutup kepala.
2. Langkah awal yang dapat kita lakukan yaitu mencari sarang lebah kelanceng, untuk memudahkan proses pencarian kita dapat langsung ketempat-tempat yang biasanya menjadi sarang lebah seperti bambu, pohon tua, atau rumah-rumah tua. Bila ada lebah klanceng yang sedang beraktivitas biasanya tidak jauh dari koloni lebah itu terdapat sarangnya yang memiliki ciri ada lobang kecil dengan corong yang berwarna hitam kecoklatan dan lengket (Gambar 16).
3. Untuk sarang yang berada pada bambu kita dapat mengambilnya dengan cara menutup lubang dengan kain, kemudian bambu ditebang dan diambil bagian yang terdapat koloni lebah.
4. Setelah itu lobang yang ditutup tadi dibukak dan langsung tempelkan botol plastik untuk memindahkan lebah pekerja yang aktif terbang dengan cara mengetuk-ngetuk sarang. Bila dirasa sudah cukup tutup botol dan kasi lubang kecil untuk sirkulasi udara agar lebah tidak mati.
5. Kemudian potong bambu menjadi dua bagian, hal pertama yang perlu diperhatikan adalah ratunya. Lebah ratu biasanya terletak di dekat telur yang masih muda atau di pot-pot telur yang masih kosong. Bilah ratu sudah dipindahkan, kita bisa memindahkan semua bagian dari koloni lebah klanceng dengan hati-hati seperti telur dan kantong-kantong muda (Gambar 7).
6. Setelah semua bagian koloni telah dipindahkan tempelkan propolis lebah klanceng pada lubang kotak agar lebah mengetahui jalan masuk ke dalam sarang baru.
7. Terakhir buang semua sisa sarang lama, dan bagian propolis-propolis yang tercecer agar lebah hanya fokus pada propolis yang tertempel pada lubang kotak baru. Kemudian lepaskan lebah klanceng yang ada di botol tadi.



Gambar 15. Susunan sel induk jenis lebah tak bersengat hasil meliponikultur di Kalimantan Selatan, Indonesia: A. Cluster sel induk *T. laeviceps*, B. Cluster sel induk *T. fuscobalteata*, C. Cluster sel induk *T. drescheri*, D. Cluster sel induk dari *T. melanocephala*, E. Sel induk jengger berlapis horizontal dari *H. itama*, F. Sel induk jengger setengah sisir dari *G. thoracica*, G. Sel induk jengger spiral dari *T. biroii*, H. Sel induk jengger berlapis horizontal dari *L. terminata*, I. Sel induk semi cluster *H. canifrons*, J. Sel induk cluster *H. apicalis*. Batang = 1 cm. ybc = sel induk muda, mbc = sel induk dewasa, hp = pot madu, pp = pot serbuk sari, dan p = pilar



Gambar 16. Jenis-jenis pintu masuk lebah tak bersengat; A-F. Corong, tabung silinder, dan celah pintu masuk *T. laeviceps*, G. Pintu masuk corong *T. fuscobalteata*, H. Pintu masuk celah *T. melanocephala*, I – J. Pintu masuk tabung corong dan silinder *T. biroi*, K. Pintu masuk tabung silinder *T. drescheri*, L. Pintu masuk celah *T. biroi*, M. Pintu masuk tabung silinder *H. apicalis*, N–P. Corong dan tabung silinder *H. itama*, Q. Celah pintu masuk *H. canifrons*, R-S. Pintu masuk tabung silinder *G. thoracica*, dan pintu masuk tabung *T. silinder* L. terminata. Batang = 1 cm (Purwanto *et al.*, 2022)

Pembuatan Stup

Pembuatan stup lebah harus memperhatikan bahan yang akan digunakan seperti bahan haru aman, nyaman, dan dapat bertahan lama. Karena stup lebah merupakan rumah baru bagi lebah yang akan dibudidayakan. Sebenarnya belum ada yang membuat aturan buku khusus untuk desain sarang lebah, sebagian besar informasi didapatkan dari pengalaman

Editor: Siti Herlinda *et. al.*

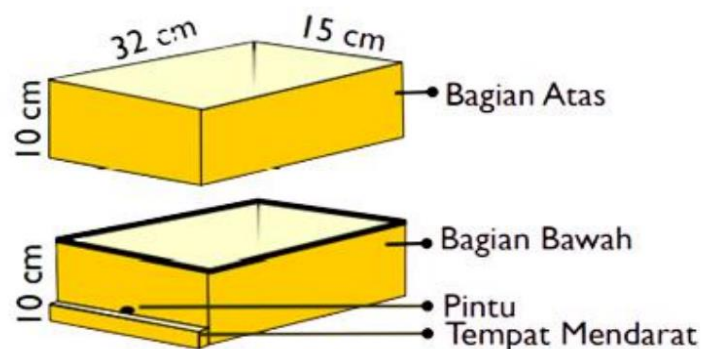
ISSN: 2963-6051 (print); 2986-2302 (online)

Penerbit: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI)

petani. Banyak media yang dapat digunakan untuk budidaya lebah seperti bambu, blog kayu, papan kayu, batok kelapa, dan gerabah. Namun yang paling umum digunakan yaitu papan kayu karena lebih tahan lama dan memudahkan dalam proses pemanenan (Gambar 17). Stup lebah *Trigona* sp sebaiknya menggunakan kayu yang berserat halus dengan ukuran 20 x 32 x 15 cm (Gambar 18). Pembuatan stup lebah dapat dilakukan dengan membuat lubang berdiameter 2-3 cm pada alas kotak, potong log dengan menggunakan gergaji mesin hingga ruang madu terlihat, kemudian potong bagian bawah log agar rata dan bisa berdiri tegak, setelah itu letakkan topping di atas log terpotong. Pastikan posisi lubang di topping tepat di atas ruang madu di log, setelah itu tutup kotak topping menggunakan plastik bening untuk mempermudah pemantauan, stup lebah *Trigona* sp dapat disusun pada rak dan diletakkan di tempat teduh/tidak terkena matahari langsung.



Gambar 17. Media budidaya lebah *Trigona* sp (Harjanto *et al.*, 2020)



Gambar 18. Pembuatan stup (Putra *et al.*, 2021)

Perawatan Lebah

Perawatan lebah yang baik akan menghasilkan produk madu yang maksimal ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produksi madu yaitu ketersediaan pakan, kondisi fisik lingkungan, kondisi lahan, serta hama dan penyakit. Menurut (Harjanto *et al.*, 2020) untuk menghasilkan banyak nektar dan pollen lokasi ideal merupakan modal utama untuk mencapai kesuksesan, karena lebah membutuhkan lingkungan yang mendukung seperti tersedianya sumber pakan, material sarang (tanaman bergetah), memiliki pohon-pohon sebagai naungan, dan tersedia air di sekitar lokasi. Bebas dari paparan pestisida atau bahan beracun bagi sarangga dan pembakaran hutan.

Lebah *Trigona* memiliki suhu ideal antara 20-30°C, dengan kelembaban sedang, dan lokasi terlindung dari angin kencang. Pemeliharaan stup sebaiknya dilakukan secara rutin dan periodik, meliputi pembersihan dari sarang semut/laba-laba, pengecekan kondisi stup agar tidak terkena air hujan. Stup juga harus dihindarkan dari hama pengganggu seperti cicak, tokek, larva, semut. Pengontrolan penyakit dilakukan meliputi menyingkirkan lebah dan sisiran sarang abnormal serta menjaga kebersihan stup.

Pemanenan

Pada kondisi lingkungan yang stabil pemanenan dapat dilakukan 1-4 kali setahun, madu siap panen biasanya ditandai dengan sikap lebahnya yang agresif dan sarang sudah mulai penuh oleh madu dan bee bread (polen). Pemanenan madu dapat dilakukan menggunakan mesin penyedot. Hasil panen lebah klanceng dapat berupa madu, royal jelly, pollen (tepung sari), dan lilin lebah (malam).

KESIMPULAN

konservasi entomofaga dan polinator dapat dilakukan dengan mengurangi dan mencegah aktivitas yang mengancam kehidupannya dan meningkatkan sumber daya ruang/habitat dan makanan. Konservasi musuh alami dapat meningkatkan produktivitas tanaman buah, mengontrol populasi hama di bawah batas ambang ekonomi, dan menambah pendapatan petani dan memiliki potensi untuk menjadi ekowisata pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ballal, C.R., Verghese, A., 2015. New Horizons in Insect Science: Towards Sustainable Pest Management. *New Horizons Insect Sci. Towar. Sustain. Pest Manag.* <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2089-3>
- Baptiste, A.K., Smardon, R., 2012. A review of wetland use and management of the Nariva Swamp, *Trinidad. Caribb. Geogr*, 17, 73–91.
- Bhaskar, B.P., Baruah, U., Vadivelu, S., Raja, P., Sarkar, D., 2010. Remote sensing and GIS in the management of wetland resources of Majuli Island, Assam, India. *Trop. Ecol.* 51, 31–40.
- Bugin, G., Lenzi, L., Ranzani, G., Barisan, L., Porrini, C., Zanella, A., Bolzonella, C., 2022. Agriculture and Pollinating Insects, No Longer a Choice but a Need: EU Agriculture’s Dependence on Pollinators in the 2007–2019 Period. *Sustain.* 14. <https://doi.org/10.3390/su14063644>
- Christmann, S., Bencharki, Y., Anougmar, S., Rasmont, P., Smaili, M.C., Tsivelikas, A., Aw-Hassan, A., 2021. Farming with Alternative Pollinators benefits pollinators, natural enemies, and yields, and offers transformative change to agriculture. *Sci. Rep*, 11, 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97695-5>
- Dangles, O., Casas, J., 2019. Ecosystem services provided by insects for achieving sustainable development goals. *Ecosyst. Serv.* 35, 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.12.002>
- Dara, S.K., Rodriguez-Saona, C., Morrison, W.R., 2023. Editorial: Integrated pest management strategies for sustainable food production. *Front. Sustain. Food Syst*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1224604>
- Darusman, T., Lestari, D.P., Arriyadi, D., 2021. Management Practice and Restoration of the Peat Swamp Forest in Katingan-Mentaya, Indonesia, *Tropical Peatland Eco-management.* https://doi.org/10.1007/978-981-33-4654-3_13
- Dey, S., Chandra, B., Viswavidyalaya, K., Karmakar, K., 2021. Conservation Agriculture for the management of insect pests-A review Center Of Adavanced Agricultural Science and Technology (CAAST) on Conservation Agriculture View project Conservation Agriculture for the management of insect pests-A review.
- Emile, T., Tsafack, H.N., Serve, M., 2012. Vegetable Production Systems of Swamp Zone in Urban Environment in West Cameroon : Case of Dschang City Vegetable Production Systems of Swamp Zone in Urban Environment in West Cameroon : Case of Dschang City Abstract : *Univers. J. Environ. Res. Technol*, 2, 83–92.

- Farooq, M., Siddique, K.H.M., 2015. Conservation agriculture. *Conserv. Agric*, 1–665. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-11620-4>
- Ganai, S.A., Ahmad, H., Sharma, D., Sharma, S., Khaliq, N., Suheel, C., Ganai, A., Norboo, T., 1940. Diversity of arthropod fauna associated with marigold (*Tagetes erecta* L.) in Jammu. *J. Entomol. Zool. Stud*, 5, 1940–1943.
- Ghabeish, I.H., Al-Zyoud, F.A., Mamkagh, A.M., Al-Nawaiseh, R.A., 2023. Sustainable control measures towards IPM of the cereal leafminer *Syringopais temperatella* Led. (*Lepidoptera: Scythrididae*): Short-term effect of tillage system. *Rev. Colomb. Entomol.* 49. <https://doi.org/10.25100/socolen.v49i1.11487>
- Hajjar, M.J., Ahmed, N., Alhudaib, K.A., Ullah, H., 2023. Integrated Insect Pest Management Techniques for Rice. *Sustain*, 15. <https://doi.org/10.3390/su15054499>
- Hanberry, B.B., DeBano, S.J., Kaye, T.N., Rowland, M.M., Hartway, C.R., Shorrock, D., 2021. Pollinators of the Great Plains: Disturbances, Stressors, Management, and Research Needs. *Rangel. Ecol. Manag*, 78, 220–234. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2020.08.006>
- Hanif, K.I., Herlinda, S., Irsan, C., Pujiastuti, Y., Prabawati, G., Hasbi, Karenina, T., 2020. The impact of bioinsecticide overdoses of *beauveria bassiana* on species diversity and abundance of not targeted arthropods in South Sumatra (Indonesia) freshwater swamp paddy. *Biodiversitas*, 21, 2124–2136. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210541>
- Harjanto, S., Mujianto, M., Arbainsyah, Ramlan, A., 2020. Budidaya Lebah Madu Kelulut Sebagai Alternatif Mata Pencaharian Masyarakat.
- Herlinda, S., Karenina, T., Irsan, C., Pujiastuti, Y., 2019. Arthropods inhabiting flowering non-crop plants and adaptive vegetables planted around paddy fields of freshwater swamps of South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 20, 3328–3339.
- Herlinda, S., Tricahyati, T., Irsan, C., Karenina, T., 2021. Arboreal arthropod assemblages in chili pepper with different mulches and pest managements in freshwater swamps of South Sumatra, Indonesia 22, 3065–3074. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220608>
- IPBES, 2016. Pollinators, Pollination and Food Production, Science.
- Jasrotia, P., Kumari, P., Malik, K., Kashyap, P.L., Kumar, S., Bhardwaj, A.K., Singh, G.P., 2023. Conservation agriculture based crop management practices impact diversity and population dynamics of the insect-pests and their natural enemies in agroecosystems. *Front. Sustain. Food Syst*, 7, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1173048>
- Johari, A., Herlinda, S., Pujiastuti, Y., Irsan, C., Sartiami, D., 2014. Morphological and Genetic Variation of Thrips *parvispinus* (*Thysanoptera: Thripidae*) in Chili Plantation (*Capsicum annum* L.) in the Lowland and Highland of Jambi Province. *Am. J. Biosci*, 2, 17–21. <https://doi.org/10.11648/j.ajbio.s.2014020601.14>
- Kakraliya, S.K., Jat, H.S., Singh, I., Sapkota, T.B., Singh, L.K., Sutaliya, J.M., Sharma, P.C., Jat, R.D., Choudhary, M., Lopez-Ridaura, S., Jat, M.L., 2018. Performance of portfolios of climate smart agriculture practices in a rice-wheat system of western Indo-Gangetic plains. *Agric. Water Manag*, 202, 122–133. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.02.020>
- Karabo, O., Obopile, M., Tiroesele, B., 2019. Insect diversity and population dynamics of natural enemies under sorghum–legume intercrops. *Trans. R. Soc. South Africa*, 74, 258–267. <https://doi.org/10.1080/0035919X.2019.1658654>
- Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., Pujiastuti, Y., 2020a. Arboreal entomophagous arthropods of rice insect pests inhabiting adaptive vegetables and refugia in freshwater swamps of South Sumatra. *Agrivita*, 42, 214–228. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v0i0.2283>
- Karenina, T., Herlinda, S., Irsan, C., Pujiastuti, Y., 2020b. AGRIVITA Arboreal Entomophagous Arthropods of Rice Insect Pests Inhabiting Adaptive Vegetables and

- Refugia in Freshwater Swamps of South Sumatra, *42*, 214–228.
- Kiral, 2019. Cara Memindahkan Koloni Klanceng (Lebah Trigona).
- Lakitan, B., Alberto, A., Lindiana, L., Kartika, K., Herlinda, S., Kurnianingsih, A., 2018. The benefits of biochar on rice growth and yield in tropical riparian wetland, South Sumatra, Indonesia. *Chiang Mai Univ. J. Nat. Sci*, *17*, 111–126. <https://doi.org/10.12982/CMUJNS.2018.0009>
- Lakitan, B., Lindiana, L., Widuri, L.I., Kartika, K., Siaga, E., Meihana, M., Wijaya, A., 2019. Inclusive and ecologically-sound food crop cultivation at tropical non-tidal wetlands in Indonesia. *Agrivita* *41*, 23–31. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v40i0.1717>
- Laxmi Rai, V., Sharma, P., Kushwaha, R., 2015. Beneficial Insects and their Value to Agriculture. *Res. J. Agric. For. Sci.*, *3*, 25–30.
- Le, T.S., 2018. Grafting to improve bitter melon (*Mormodica charantia* L.) productivity and fruit quality.
- Lu, C., Hung, Y.T., Cheng, Q., 2020. A Review of Sub-lethal Neonicotinoid Insecticides Exposure and Effects on Pollinators. *Curr. Pollut. Reports*, *6*, 137–151. <https://doi.org/10.1007/s40726-020-00142-8>
- Martins, C.A.H., 2021. Impact of pesticides on an insect with double ecosystem services : the case of *Exorista larvarum* (*Linnaeus*) 27–32.
- Mashavakure, N., Mashingaidze, A.B., Musundire, R., Nhamo, N., Gandiwa, E., Thierfelder, C., Muposhi, V.K., 2019a. Spider community shift in response to farming practices in a sub-humid agroecosystem of southern Africa. *Agric. Ecosyst. Environ*, *272*, 237–245. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.11.020>
- Mashavakure, N., Mashingaidze, A.B., Musundire, R., Nhamo, N., Gandiwa, E., Thierfelder, C., Muposhi, V.K., 2019b. Soil dwelling beetle community response to tillage, fertilizer and weeding intensity in a sub-humid environment in Zimbabwe. *Appl. Soil Ecol*, *135*, 120–128. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.12.001>
- Mashavakure, N., Mashingaidze, A.B., Musundire, R., Nhamo, N., Gandiwa, E., Thierfelder, C., Muposhi, V.K., 2019c. Spider community shift in response to farming practices in a sub-humid agroecosystem of southern Africa. *Agric. Ecosyst. Environ*, *272*, 237–245. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.11.020>
- Mhlanga, B., Muoni, T., Mashavakure, N., Mudadirwa, D., Mulenga, R., Sitali, M., Thierfelder, C., 2020. Friends or foes? Population dynamics of beneficial and detrimental aerial arthropods under Conservation Agriculture, *Biological Control*. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104312>
- Nandan, R., Poonia, S.P., Singh, S.S., Nath, C.P., Kumar, V., Malik, R.K., McDonald, A., Hazra, K.K., 2021. Potential of conservation agriculture modules for energy conservation and sustainability of rice-based production systems of Indo-Gangetic Plain region. *Environ. Sci. Pollut. Res*, *28*, 246–261. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10395-x>
- Neov, B., Georgieva, A., Shumkova, R., Radoslavov, G., Hristov, P., 2019. Biotic and abiotic factors associated with colonies mortalities of managed honey bee (*Apis mellifera*). *Diversity*, *11*, 1–16. <https://doi.org/10.3390/d11120237>
- Outhwaite, L., C., McCann, P., Newbold, T., 2022. Agriculture and climate change are reshaping insect biodiversity worldwide. *Nat.* *605*.7908 97–102.
- Ouyang, F., Su, W., Zhang, Y., Liu, X., Su, J., Zhang, Q., Men, X., Ju, Q., Ge, F., 2020. Ecological control service of the predatory natural enemy and its maintaining mechanism in rotation-intercropping ecosystem via wheat-maize-cotton. *Agric. Ecosyst. Environ*, *301*, 107024. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107024>
- Philipp Uhl, Brühl, C.A., 2019. *Enviro Toxic and Chemistry - 2019 - Uhl - The Impact of Pesticides on Flower-Visiting Insects A Review with Regard to.pdf*.

- 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*, 20, 2921–2930.
- Purwanto, H., Soesilohadi, R.C.H., Trianto, M., 2022. Stingless bees from meliponiculture in South Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 23, 1254–1266. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230309>
- Putra, R.G., Salim, A.T.A., Aminudin, A., Romandoni, N., 2021. Terapan IPTEK pada pengolahan dan peningkatan produktifitas lahan di masyarakat Pacitan untuk budidaya Lebah Klanceng. *J. Pengabd. Magister Pendidik. IPA 4*, 167–174.
- Romeis, J., Naranjo, S.E., Meissle, M., Shelton, A.M., 2019. Genetically engineered crops help support conservation biological control. *Biol. Control*, 130, 136–154. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.10.001>
- Roslinda, E., Ekyastuti, W., Astiani, D., 2021. Teknologi Budidaya Lebah Madu Kelulut di Kawasan Mangrove. *J. Apl. Ipteks untuk Masy.* 10, 58–61. <https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v10i1.23767>
- Samways, M.J., 2018. Insect Conservation for the Twenty-First Century. *Insect Sci. Conserv. Nutr.* <https://doi.org/10.5772/intechopen.73864>
- Samways, M.J., Barton, P.S., Birkhofer, K., Chichorro, F., Deacon, C., Fartmann, T., Fukushima, C.S., Gaigher, R., Habel, J.C., Hallmann, C.A., Hill, M.J., Hochkirch, A., Kaila, L., Kwak, M.L., Maes, D., Mammola, S., Noriega, J.A., Orfinger, A.B., Pedraza, F., Pryke, J.S., Roque, F.O., Settele, J., Simaika, J.P., Stork, N.E., Suhling, F., Vorster, C., Cardoso, P., 2020. Solutions for humanity on how to conserve insects. *Biol. Conserv.* 242. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108427>
- Sánchez-Bayo, F., 2021. Indirect effect of pesticides on insects and other arthropods. *Toxics* 9. <https://doi.org/10.3390/toxics9080177>
- Siaga, E., Lakitan, B., Hasbi, Bernas, S.M., Wijaya, A., Lisda, R., Ramadhani, F., Widuri, L.I., Kartika, K., Meihana, M., 2018. Application of floating culture system in chili pepper (*Capsicum annum* L.) during prolonged flooding period at riparian wetland in Indonesia. *Aust. J. Crop Sci*, 12, 808–816. <https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.05.PNE1007>
- Sponsler, D.B., Grozinger, C.M., Hitaj, C., Rundlöf, M., Botías, C., Code, A., Lonsdorf, E. V., Melathopoulos, A.P., Smith, D.J., Suryanarayanan, S., Thogmartin, W.E., Williams, N.M., Zhang, M., Douglas, M.R., 2019. Pesticides and pollinators: A socioecological synthesis. *Sci. Total Environ*, 662, 1012–1027. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.016>
- Susilawati, Lakitan, B., 2019. Cultivation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) subjected to shallow water table at riparian wetland in South Sumatra, Indonesia. *Aust. J. Crop Sci*, 13, 98–104. <https://doi.org/10.21475/ajcs.19.13.01.p1298>
- Szczepanek, M., Siwik-Ziomek, A., Lemańczyk, G., Lamparski, R., Graczyk, R., 2023. Effect of Reduced Tillage on Soil Enzyme Activity, Pests Pressure and Productivity of Organically Grown Spring Wheat Species. *Agronomy*, 13. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020287>
- Talreja, N., Chauhan, D., Ashfaq, M., 2023. Emerging Contaminants and Plants, Springer. ed. *Spinger*. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-22269-6>
- Thierfelder, C., Baudron, F., Setimela, P., Nyagumbo, I., Mupangwa, W., Mhlanga, B., Lee, N., Gérard, B., 2018. Complementary practices supporting conservation agriculture in southern Africa. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 38. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0492-8>
- Trianto, M., Purwanto, H., 2020. Morphological characteristics and morphometrics of stingless bees (*Hymenoptera: Meliponini*) in Yogyakarta, Indonesia. *Biodiversitas*, 21,

- 2619–2628. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210633>
- Wangari Nderitu, P., Jonsson, M., Arunga, E., Otieno, M., Jamleck Muturi, J., Wafula, G.O., 2020. Combining Host Plant Resistance, Selective Insecticides, and Biological Control Agents for Integrated Management of *Tuta absoluta*. *Adv. Agric.* 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/6239491>
- Wu, J., Ge, L., Liu, F., Song, Q., Stanley, D., 2020. Pesticide-induced planthopper population resurgence in rice cropping systems. *Annu. Rev. Entomol.*, 65, 409–429. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025215>
- Zuščíková, L., Bažány, D., Greifová, H., Knížatová, N., Kováčik, A., Lukáč, N., Jambor, T., 2023. Screening of Toxic Effects of Neonicotinoid Insecticides with a Focus on Acetamiprid: A Review. *Toxics*, 11. <https://doi.org/10.3390/toxics11070598>