Jurnal Biologi Tropis

Original Research Paper

Diversity and Abundance of Parasitoids in a Chili Pepper–Tomato Intercropping Ecosystem under Refugia Plant and Repellent Treatments

Siti Saira Sabina[1], Ruth Stella Petrunella Thei[2*], Irwan Muthahanas[3]

[1]Mahasiswa Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

[2]Dosen Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : November 08th, 2026

Revised : November 15th, 2026

Accepted : November 23th, 2026

*Corresponding Author: **Ruth Stella Petrunella Thei**, Mahasiswa Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Email: ruth.stella@unram.ac.id

Abstract: This study aimed to analyze parasitoid diversity and abundance in a chili pepper–tomato intercropping ecosystem supplemented with refugia and repellent plants. The study was conducted from May to September 2025 in Kilang Village, Montong Gading District, East Lombok Regency, Indonesia, using an experimental method with a randomized complete block design (RCBD) consisting of six treatments and four replications. The treatments included chili pepper monoculture, chili pepper–tomato intercropping, and the addition of marigold, zinnia, basil, and lemongrass. Parasitoids were collected using yellow pan traps, pitfall traps, and pheromone traps, and were identified based on morphological characteristics. Data were analyzed descriptively using the Shannon–Wiener diversity index, relative abundance, evenness, and Simpson's dominance index. A total of 55 parasitoid individuals belonging to 13 species, eight families, and one order (Hymenoptera) were recorded. The highest species richness was observed in chili pepper monoculture and chili pepper–tomato intercropping, with seven species each. The diversity index ranged from 0.70 to 1.86, evenness from 0.90 to 1.00, and dominance from 0.16 to 0.50. Overall, parasitoid communities exhibited moderate diversity, high evenness, and relatively low dominance, whereas the marigold treatment showed low diversity. These findings indicate variation in parasitoid community composition among the cropping treatments, with the monoculture and intercropping systems exhibiting the highest species richness.

Keywords: Chili pepper; Parasitoid; Refugia plants; Repellent plants; Intercropping.

Pendahuluan

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi dengan permintaan yang terus meningkat, baik untuk konsumsi rumah tangga maupun industri pangan (Septiadi *et al*., 2020). Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB), khususnya Kabupaten Lombok Timur, merupakan salah satu sentra produksi cabai rawit (Ulfa *et al*., 2022). Namun, produksi cabai rawit di NTB menurun dari 493.984 ton pada 2021 menjadi 407.074 ton pada 2022, seiring dengan penurunan luas panen dari 6.513 ha menjadi 5.521 ha (BPS Provinsi NTB, 2023; Fadli, 2023). Salah satu faktor yang berpotensi memengaruhi produktivitas tanaman adalah serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), terutama serangga hama.

Hama yang umum menyerang cabai rawit antara lain kutu kebul (*Bemisia tabaci*), kutu daun (*Aphis gossypii*), lalat buah (*Bactrocera* sp.), thrips (*Thrips* sp.), dan ulat grayak (*Spodoptera litura*) (Zai *et al*., 2025). Serangan hama tersebut dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil panen sehingga mendorong penggunaan pestisida sintetik.

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

© 2026 The Author(s). This article is open access

Namun, penggunaan pestisida secara berlebihan berisiko menyebabkan kematian organisme bukan sasaran, resurgensi, dan resistensi hama, serta mengganggu keseimbangan agroekosistem (Hasyim *et al*., 2017). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan melalui diversifikasi tanaman dan pengelolaan habitat untuk mendukung keberadaan musuh alami (Gunaeni *et al*., 2022).

Salah satu strategi pengelolaan habitat yang dapat diterapkan adalah sistem tumpangsari cabai rawit dan tomat. Diversifikasi tanaman dapat meningkatkan kompleksitas vegetasi sehingga memengaruhi interaksi antara tanaman, serangga hama, dan musuh alami. Gunaeni *et al*. (2022) melaporkan bahwa tumpangsari cabai dan tomat berpotensi menekan populasi kutu daun, kutu kebul, dan thrips. Upaya tersebut dapat dikombinasikan dengan penanaman refugia, yaitu tanaman yang menyediakan habitat, tempat berlindung, serta sumber pakan berupa nektar dan serbuk sari bagi musuh alami, khususnya predator dan parasitoid (Erdiansyah *et al*., 2018; Hanifa *et al*., 2025). Karakteristik bunga, seperti warna dan ketersediaan nektar, turut memengaruhi ketertarikan serangga terhadap tanaman refugia. Fikri *et al*. (2024) melaporkan bahwa tanaman refugia dengan bunga mencolok dan produksi nektar tinggi berpotensi mendukung keanekaragaman musuh alami.

Selain refugia, tanaman repelen juga berpotensi dimanfaatkan dalam pengelolaan habitat. Tanaman repelen menghasilkan metabolit sekunder dan senyawa organik volatil (*volatile organic compounds*/VOCs) yang dapat memengaruhi orientasi serta perilaku serangga dalam menemukan tanaman inang (Divekar *et al*., 2022). Serai dan kemangi, misalnya, dilaporkan berpotensi memengaruhi keberadaan serangga herbivora dan parasitoid dalam agroekosistem (Hossain *et al*., 2022). Meskipun demikian, respons parasitoid terhadap senyawa volatil tanaman repelen perlu diperhatikan karena senyawa tersebut tidak hanya dapat memengaruhi serangga hama, tetapi juga berpotensi memengaruhi perilaku musuh alami.

Parasitoid merupakan kelompok musuh alami yang berperan penting dalam pengendalian hayati karena memanfaatkan tubuh atau telur inang sebagai tempat menyelesaikan siklus hidupnya. Keberadaan dan keragaman parasitoid dipengaruhi oleh ketersediaan inang, kompleksitas vegetasi, kondisi lingkungan, serta sumber pakan alternatif. Sistem tumpangsari dan penambahan refugia berpotensi menyediakan sumber nutrisi dan habitat yang mendukung keberadaan parasitoid (Habibi *et al*., 2022 dalam Mursyidin *et al*., 2025). Sebaliknya, tanaman repelen dapat menghasilkan respons yang berbeda terhadap aktivitas parasitoid melalui senyawa volatil yang dilepaskan. Dengan demikian, penggunaan refugia dan repelen berpotensi memberikan respons ekologis yang berbeda terhadap struktur komunitas parasitoid, baik dari aspek keanekaragaman, kelimpahan, kemerataan, maupun dominansi.

Meskipun tumpangsari, refugia, dan tanaman repelen telah banyak dikaji dalam konteks pengelolaan hama, informasi mengenai keanekaragaman dan kelimpahan parasitoid pada sistem tumpangsari cabai rawit–tomat dengan penambahan jenis tanaman refugia dan repelen masih perlu dikaji lebih lanjut. Secara khusus, perbandingan komunitas parasitoid pada penggunaan tanaman marigold, zinnia, kemangi, dan serai dalam sistem budidaya tersebut menjadi aspek yang perlu dievaluasi. Kebaruan penelitian ini terletak pada kajian komparatif struktur komunitas parasitoid pada sistem monokultur cabai rawit dan tumpangsari cabai rawit–tomat dengan penambahan tanaman refugia dan repelen. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis keanekaragaman dan kelimpahan parasitoid berdasarkan indeks keanekaragaman, kelimpahan relatif, kemerataan, dan dominansi pada berbagai sistem budidaya tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar informasi ekologis bagi pengembangan konservasi parasitoid dan pengelolaan hama cabai rawit secara berkelanjutan.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga September 2025, bertempat di Lahan

Petani Desa Kilang, Kecamatan Montong Gading, Kabupaten Lombok Timur dengan ketinggian tempat 450 mdpl dengan topografi datar dan jenis tanah alluvial dengan ph tanah 6,12 dan suhu pada titik koordinat 8º 31'36''S 116º 32'55''E. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksperimental dengan melakukan percobaan di lapangan.

Alat dan Bahan Penelitian

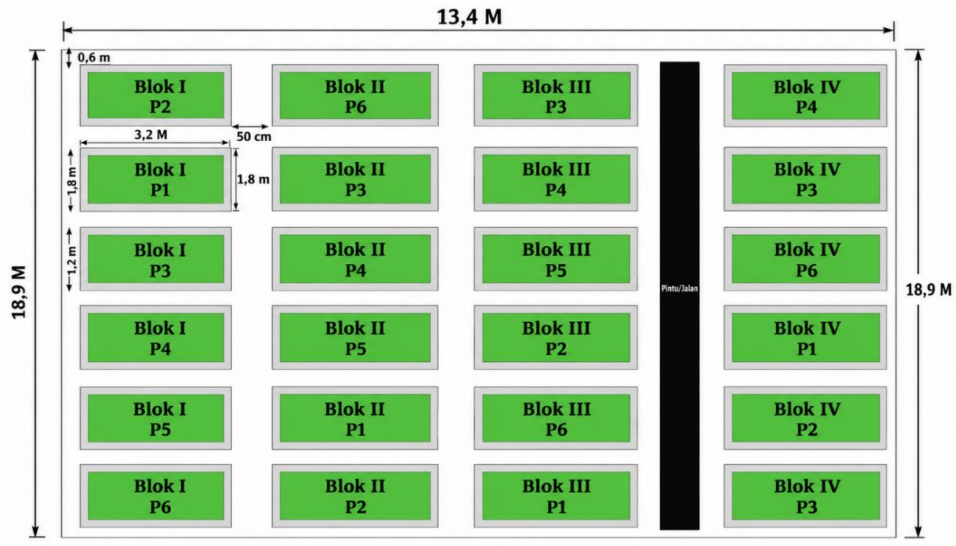
Alat-alat penelitian ini yaitu cangkul, parang, sabit, gergaji, tray persemaian, mulsa hitam perak, meteran, polybag, tangki pengocoran, gembor, hand sprayer, pisau, gunting, bambu, mikroskop, kamera handphone, botol spesimen, gelas ukur, kertas label, tali rafia, kuas, dan alat tulis. Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu cabai rawit, tomat, bunga marigold, bunga kertas, kemangi, serai dapur, pupuk kandang, tanah, pupuk NPK dengan komposisi 16-16-16, kapur dolomit, serasah daun yang lapuk, pupuk kompos, air, dan alkohol 70%.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan enam perlakuan dan empat ulangan sehingga diperoleh 24 unit percobaan. Perlakuan terdiri atas:

- P1: Monokultur cabai rawit.
- P2: Tumpangsari cabai rawit–tomat.
- P3: Tumpangsari cabai rawit–tomat + marigold.
- P4: Tumpangsari cabai rawit–tomat + zinnia.
- P5: Tumpangsari cabai rawit–tomat + kemangi.
- P6: Tumpangsari cabai rawit–tomat + serai dapur.

Setiap unit percobaan menggunakan bedengan berukuran 380 × 180 cm.



Gambar 3.1. Denah Percobaan Lahan Penelitian

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan lahan dan pembibitan. Lahan dibersihkan secara manual dan kimiawi, kemudian tanah digemburkan, diratakan, dan diberi dolomit. Sebanyak 24 bedengan dibuat dengan jarak antarbedengan 50 cm. Mulsa plastik hitam perak dipasang pada bagian tengah bedengan berukuran 320 × 120 cm dengan jarak lubang tanam 50 × 25 cm. Benih cabai rawit varietas Cakra Putih disemai menggunakan campuran tanah dan kompos (1:1), sedangkan bibit tomat varietas Servo diperoleh dari penyedia bibit. Marigold dan zinnia diperbanyak melalui benih, kemangi melalui stek, dan serai melalui anakan berakar. Seluruh bibit dipersiapkan hingga siap dipindahkan ke lahan.

Penanaman dan pemeliharaan. Penanaman dilakukan pada sore hari. Setiap bedengan tumpangsari terdiri atas 12 tanaman cabai rawit di bagian pinggir dan enam tanaman tomat di bagian tengah. Tanaman refugia atau repelen ditanam pada bagian bedengan tanpa mulsa, masing-masing enam tanaman pada kedua sisi panjang dan dua tanaman pada kedua sisi lebar. Pemeliharaan meliputi penyulaman, penyiangan, pengairan, dan pemupukan. Pupuk NPK 16:16:16 diberikan melalui pengocoran pada umur 10, 20, 30, 40, dan 50 HST dengan

konsentrasi berturut-turut 10, 15, 20, 25, dan 25 g/L air. Penyulaman dilakukan pada 8 HST, penyiangan pada 12 HST, sedangkan pengairan disesuaikan dengan kondisi cuaca dan kelembapan tanah.

Pengambilan Sampel dan Identifikasi Parasitoid

Pengambilan sampel parasitoid dilakukan menggunakan tiga jenis perangkap, yaitu *yellow pan trap*, *pitfall trap*, dan perangkap feromon. Perangkap dipasang pada setiap unit percobaan mulai umur 11 HST. *Yellow pan trap* berupa wadah kuning berdiameter 20–30 cm yang berisi air dan deterjen, dipasang pada ketinggian 0,5–1 m dari permukaan tanah. *Pitfall trap* berupa gelas plastik berkapasitas 200 mL yang ditanam sejajar permukaan tanah dan diisi air serta deterjen. Perangkap feromon menggunakan atraktan komersial Koptan yang dipasang pada wadah berisi air dan deterjen sesuai petunjuk penggunaannya (Andiko et al., 2023).

Sampel dikoleksi sebanyak 12 kali pada 2 dan 12 Juni, 22 Juni, 2, 12, dan 22 Juli, 1, 11, 21, dan 31 Agustus, serta 10 dan 20 September 2025. Pengambilan sampel dilakukan pukul 08.00 WITA. Serangga yang tertangkap disaring, dibersihkan, dan diawetkan dalam alkohol 70% menggunakan tabung Eppendorf 5 mL. Setiap sampel diberi label berdasarkan tanggal, perlakuan, dan jenis perangkap.

Identifikasi parasitoid dilakukan berdasarkan karakter morfologi menggunakan mikroskop Edu Blue EM21 dan mengacu pada kunci identifikasi Goulet dan Huber (1993) serta literatur taksonomi terkait. Individu yang teridentifikasi sebagai parasitoid dikelompokkan berdasarkan taksonomi dan dihitung jumlahnya pada setiap perlakuan.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi Kekayaan jenis parasitoid (S), Jumlah individu parasitoid, Keanekaragaman parasitoid, Kelimpahan relatif parasitoid, Kemerataan parasitoid, dan Dominansi parasitoid.

Analisis Data

Data hasil identifikasi dan penghitungan parasitoid dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan beberapa indeks ekologi, yaitu indeks keanekaragaman Shannon–Wiener, kelimpahan relatif, kemerataan, dan dominansi Simpson.

Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener

Indeks keanekaragaman Shannon–Wiener digunakan untuk mengetahui tingkat keanekaragaman parasitoid pada setiap perlakuan dengan rumus:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s}\left(\frac{n_i}{N} ln \frac{n_i}{N}\right) \qquad \textbf{(1)}$$

Keterangan :
H′ = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener
ni = Jumlah individu spesies ke-i
N = Jumlah total seluruh individu
ln = Logaritma natural
S = Jumlah spesies
Kriteria nilai Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener dibagi ke dalam 3 golongan yakni:
H′ < 1 = Keanekaragaman rendah.
1 ≤ H′ ≤ 3 = Keanekaragaman sedang.
H′ > 3 = Keanekaragaman tinggi.

Indeks Kelimpahan Relatif (KR)

Kelimpahan relatif (KR) parasitoid dilakukan perhitungan dengan persamaan Odum (1971):

$$KR = \frac{n_i}{N} \times 100\%$$

Keterangan:
KR = Kelimpahan Relatif
ni = Jumlah individu dari spesies ke-i
N = Jumlah total individu

Dengan Kriteria tingkat kelimpahan (%):
0 = tidak ada
1-10 = kurang berlimpah
11-20= berlimpah
> 20 = sangat berlimpah

Indeks Kemerataan (Evennes = E)

Adapun rumus untuk menghitung indeks kemerataan menurut Pielou dalam Odum (1998) adalah sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Keterangan:
H' = Indeks Shannon - Wiener

S = Jumlah spesies
E = Indeks kemerataan
Kriteria komunitas lingkungan berdasarkan indeks kemerataan:
0,00 < E < 0,50 = Komunitas tertekan
0,50 < E < 0,75 = Komunitas sedang
0,75 < E < 1,00 = Komunitas stabil

Indeks Dominansi (C)

Adapun rumus untuk menghitung indeks dominansi dengan memanfaatkan rumus dari *Simpson Index of Dominance* (Odum, 1998), yakni:

$$C = \sum \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

Keterangan:
C = Indeks Dominansi
ni = Jumlah Individu Ke-i
N = Jumlah Seluruh Individu
Kriteria nilai Indeks Dominansi Simpson dibagi ke dalam 3 golongan yakni:
0 < C ≤ 0,5 : Dominansi Rendah
0,5 < C ≤ 0,75 : Dominansi Sedang
0,75 < C ≤ 1,00 : Dominansi Tinggi

Hasil dan Pembahasan

Keanekaragaman Spesies Arthropoda Parasitoid

Hasil pengamatan lapangan dan identifikasi menunjukkan bahwa ditemukan 55 individu parasitoid yang terdiri atas 13 spesies, 8 famili, dan 1 ordo, yaitu Hymenoptera (Tabel 1). Kekayaan spesies parasitoid bervariasi antarperlakuan. Jumlah spesies tertinggi ditemukan pada P1 (monokultur cabai rawit) dan P2 (tumpangsari cabai rawit–tomat), masing-masing sebanyak 7 spesies, diikuti P4 (penambahan zinnia) dan P5 (penambahan kemangi) sebanyak 6 spesies. Selanjutnya, P6 (penambahan serai dapur) memiliki 5 spesies, sedangkan P3 (penambahan marigold) menunjukkan kekayaan spesies terendah, yaitu 2 spesies. Jumlah individu tertinggi ditemukan pada P4 sebanyak 14 individu, sedangkan terendah pada P3 sebanyak 2 individu.

Tabel 1. Keanekaragaman spesies arthropoda parasitoid pada ekosistem tumpangsari

Ordo Famili	Spesies	Keanekaragaman						Total
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	
Hymenoptera Scelionidae	*Telenomus* sp.	2	0	0	3	2	0	7
	Scelio sp.	2	1	0	5	0	0	8
	Probaryconus sp.	0	1	0	0	1	0	2
Hymenoptera Aphidiinae	*Aphidius* sp.	1	0	0	0	0	0	1
Hymenoptera Eulophidae	*Tetrastichus* sp.	2	2	1	2	1	1	9
	Elasmus sp.	0	3	0	0	1	0	4
Hymenoptera Ceraphronidae	*Ceraphron* sp.	3	0	0	2	0	3	8
Hymenoptera Braconidae	*Rasivalva* sp.	1	2	1	1	0	0	5
	Opius sp.	0	0	0	0	0	1	1
Hymenoptera Pteromalidae	*Trichomalus* sp.	0	1	0	0	2	0	3
Hymenoptera Platygastridae	*Platygaster* spp.	0	0	0	0	1	0	1
Hymenoptera Diapriidae	*Trichopria* sp.	0	0	0	0	0	1	1
	Coptera sp.	1	1	0	1	0	2	5
Total Spesies		**7**	**7**	**2**	**6**	**6**	**5**	**13**
Total Individu		**12**	**11**	**2**	**14**	**8**	**8**	**55**

Jumlah spesies yang didapatkan menunjukkan famili yang paling dominan adalah Scelionidae terdiri atas tiga spesies yaitu *Telenomus* sp., *Scelio* sp., dan *Probaryconus* sp. Scelionidae merupakan parasitoid telur, famili ini memanfaatkan telur serangga hama terutama dari ordo Lepidoptera dan Hemiptera sebagai inang untuk perkembangan parasitoid pada stadia pradewasa. *Telenomus* sp. merupakan salah satu musuh alami yang merupakan parasitoid pada telur *Spodoptera frugiperda*. *Telenomus* sp. memiliki ukuran tubuh yang sangat kecil, yaitu 0.8 mm (Suci *et al*., 2021). *Telenomus* sp. menyerang telur berbagai jenis serangga hama, terutama dari kelompok Lepidoptera (seperti *Spodoptera frugiperda* atau ulat grayak) dan Hemiptera (seperti kepik). *Scelio* sp., parasitoid dikenal sebagai parasitoid telur belalang (Qodir

et al., 2017) dan juga memarasit telur Hemiptera (Peverieri *et al.,* 2018). Jumlah *Scelio* sp. yang relatif tinggi mencerminkan adanya populasi belalang yang cukup besar di sekitar lokasi penelitian. *Probaryconus* sp. merupakan parasitoid telur berukuran kecil yang termasuk ordo Hymenoptera dan famili Scelionidae. Parasitoid ini berkembang secara endoparasit di dalam telur arthropoda serangga.

Spesies parasitoid yang paling dominan ditemukan dalam penelitian ini adalah *Scelio* sp. (Hymenoptera: Scelionidae) 8 spesies, *Tetrastichus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) 9 spesies, dan *Ceraphron* sp. (Hymenoptera: Ceraphronidae) 8 spesies. *Scelio* sp. ditemukan pada fase vegetatif akhir hingga awal generatif, ketika tajuk tanaman semakin berkembang dan sebagian mulai berbunga. Keberadaan parasitoid dipengaruhi oleh ketersediaan nektar dan inang (Doutt, 1959 dalam Qodir *et al*., 2017). Selain itu, adanya jeda antara parasitisasi dan kemunculan imago menyebabkan *Scelio* sp. yang ditemukan pada fase tersebut kemungkinan berasal dari telur inang yang telah diparasitasi sebelumnya. *Scelio* sp., parasitoid dikenal sebagai parasitoid telur belalang (Qodir *et al*., 2017). Jumlah *Scelio* sp. yang relatif tinggi mencerminkan adanya populasi belalang yang cukup besar di sekitar lokasi penelitian. Hal ini sejalan dengan temuan Azwari *et al*, (2026) menunjukkan jumlah hama belalang dari famili Acrididae yang ditemukan pada lokasi penelitian diantaranya dari spesies *Oxia chinensis, Valanga* sp*., dan Acrididae* sp.

Tetrastichus sp. dari famili Eulophidae dikenal sebagai parasitoid larva–pupa, terutama pada serangga ordo Lepidoptera. Jumlah *Tetrastichus* sp. yang relatif tinggi mencerminkan ketersediaan inang Lepidoptera di sekitar lokasi penelitian. Hal ini sejalan dengan Azwari *et al*. (2026) yang menemukan *Spodoptera litura* sebagai hama Lepidoptera pada pertanaman cabai rawit yang tersebar pada perlakuan monokultur cabai, tumpangsari cabai tomat, perlakuan marigold, dan perlakuan serai wangi. Pada tanaman padi, *Tetrastichus* sp. juga dilaporkan memarasit telur *Scirpophaga incertulas*, salah satu hama penggerek batang padi (Hidrayani *et al*., 2013). Hasil penelitian Karindah *et al*, (2005) menunjukkan satu imago *Tetrastichus howardi* mampu memarasit antara 17-30 larva *Plutella xylostella.* Dari satu inang dapat muncul 4-28 individu parasitoid baru. Jumlah parasitoid betina lebih banyak daripada yang jantan. Jumlah serangga jantan adalah berkisar antara 10,7 – 16,6%.

Ceraphron sp. merupakan genus parasitoid berukuran kecil dari ordo Hymenoptera dan famili Ceraphronidae. Parasitoid ini umumnya bersifat endoparasit, dengan larva yang berkembang di dalam tubuh inang. Famili Ceraphronidae diketahui memiliki inang yang beragam, termasuk serangga dari ordo Diptera, Thysanoptera, Lepidoptera, dan Neuroptera; beberapa spesies juga dapat bersifat hiperparasit (Mollaei *et al*., 2025). Hiperparasitoid ialah parasitoid yang memarasit parasitoid lain. *Ceraphron* sp. tidak menyerang hama secara langsung, tetapi berkembang pada tubuh atau stadia parasitoid primer yang sebelumnya telah memarasit serangga hama.

Keragaman jenis merupakan suatu karakteristik tingkat komunitas berdasarkan organisasi biologinya yang dapat digunakan untuk menyatakan struktur komunitas (Dendang, 2009 dalam Normasari, 2012). Selain itu, keberadaan tanaman pendamping juga berpotensi meningkatkan kompleksitas habitat, yang dapat mendukung perkembangan populasi musuh alami (Jaworski *et al*., 2023). Keberadaan arthropoda di suatu tempat tergantung faktor biotik dan abiotik. Jenis habitat akan mempengaruhi jenis arthropoda yang tinggal pada habitat tersebut.

Kelimpahan Relatif Arthropoda Parasitoid

Kelimpahan relatif adalah persentase komposisi suatu organisme dari jenis tertentu relatif terhadap jumlah total organisme di daerah tersebut. Kelimpahan relatif arthropoda parasitoid yang ditemukan dalam penelitian ini seluruhnya berjumlah 55 individu, terdiri atas 1 ordo yaitu Hymenoptera dengan 8 famili serta total 13 spesies (Tabel 4.2.). Hasil analisis kelimpahan relatif menunjukkan bahwa komunitas parasitoid pada setiap perlakuan didominasi oleh beberapa spesies. Salah satu spesies yang paling menonjol adalah *Tetrastichus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae) yang memiliki kelimpahan relatif tertinggi dengan nilai mencapai 50% pada tumpangsari cabai rawit + tomat + marigold (P3). Diikuti dengan *Rasivalva* sp. (Hymenoptera: Braconidae) dengan nilai 50% pada perlakuan

P3. Kelimpahan relatif *Tetrastichus* sp. dan *Rasivalva* sp. Perlakuan P3 masing-masing 50,00% terjadi karena jumlah parasitoid yang ditemukan pada perlakuan marigold sangat sedikit yaitu 2 individu dengan masing-masing 1 individu. *Scelio* sp. (Hymenoptera: Scelionidae) juga menunjukkan kelimpahan relatif yang cukup tinggi, terutama pada perlakuan marigold (P4) dengan nilai sebesar 35,71% karena memiliki jumlah individu tertinggi yaitu 5 dari total 14 individu. Dari famili Ceraphronidae, *Ceraphron* sp. juga menunjukkan nilai kelimpahan relatif yang cukup besar pada perlakuan serai wangi (P6) dengan jumlah 3 dari total 12 individu sehingga nilai kelimpahan relatif didapatkan 37,5%. Sedangkan kelimpahan relatif paling sedikit ditemukan pada perlakuan monokultur cabai (P1) spesies *Aphidius* sp. dengan nilai 8.33%.

Tabel 2. Kelimpahan relatif arthropoda parasitoid pada sistem tumpangsari cabai tomat

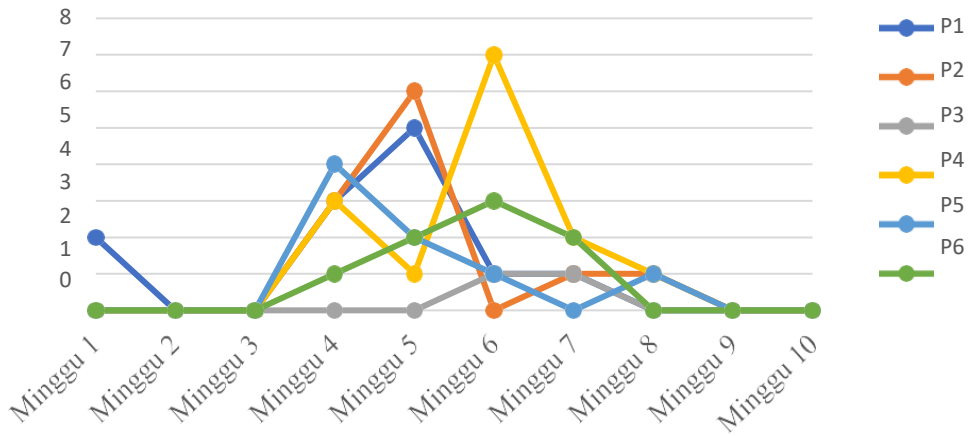
Ordo/Famili/Spesies	Kelimpahan Relatif (%)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Hymenoptera/Scelionidae						
Telenomus sp.	16.66	0.00	0.00	21.42	25	0.00
Scelio sp.	16.66	9.09	0.00	35.71	0.00	0.00
Probaryconus sp.	0.00	9.09	0.00	0.00	12.5	0.00
Hymenoptera/Aphidiinae						
Aphidius sp.	8.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hymenoptera/Eulophidae						
Tetrastichus sp.	16.66	18.18	50	14.28	12.5	12.5
Elasmus sp.	0.00	27.27	0.00	0.00	12.5	0.00
Hymenoptera/Ceraphronidae						
Ceraphron sp.	25	0.00	0.00	14.28	0.00	37.5
Hymenoptera/Braconidae						
Rasivalva sp.	8.33	18.18	50	7.14	0.00	0.00
Opius sp.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.5
Hymenoptera/Pteromalidae						
Trichomalus sp.	0.00	0.00	0.00	0.00	25	0.00
Hymenoptera/Platygastridae						
Platygaster spp.	0.00	0.00	0.00	0.00	12.5	0.00
Hymenoptera/Diapriidae						
Trichopria sp.	0.00	9.09	0.00	0.00	0.00	12.5
Coptera sp.	8.33	0.09	0.00	7.14	0.00	25
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tinggi rendahnya indeks kelimpahan menunjukkan persentase melimpahnya suatu famili dalam ekosistem. Indeks kelimpahan yang tinggi menunjukkan tingginya jumlah populasi, sebaliknya indeks kelimpahan yang rendah menunjukkan jumlah populasi yang rendah. Tingginya kelimpahan relatif *Tetrastichus* sp. dan *Rasivalva* sp. pada perlakuan cabai + tomat + marigold (P3) sebesar 50,00% terutama terjadi karena total parasitoid yang ditemukan pada perlakuan ini sangat sedikit, yaitu hanya dua individu. *Tetrastichus* sp. dapat ditemukan pada perlakuan marigold karena kelompok Eulophidae ini diketahui sebagai parasitoid larva-pupa yang memiliki kisaran inang luas, terutama dari ordo Diptera dan Lepidoptera. Beberapa spesies *Tetrastichus* bersifat polifag sehingga tetap dapat bertahan meskipun jumlah inang di suatu perlakuan terbatas (Hendrival, 2022). *Rasivalva* sp. dari famili Braconidae merupakan parasitoid yang umumnya berasosiasi dengan larva Lepidoptera. Keberadaan *Rasivalva* sp. didukung dengan ketersediaan inang hama *Spodoptera litura* dari famili Lepidoptera yang berjumlah 5 individu pada perlakuan marigold (P3). Keberadaan marigold juga dapat menyediakan nektar bagi parasitoid dewasa, yang mendukung kelangsungan hidup dan aktivitas pencarian inang (Qodir *et al*., 2017). Dominansi *Tetrastichus* sp. dan *Rasivalva* sp. pada perlakuan marigold (P3) lebih mencerminkan rendahnya jumlah parasitoid dan

bukan disebabkan oleh populasi kedua spesies yang lebih tinggi daripada perlakuan lain.

Tingginya kelimpahan relatif *Scelio* sp. pada perlakuan cabai + tomat + zinnia (P4) sebesar 35,71% menunjukkan bahwa spesies ini memiliki jumlah individu tertinggi pada perlakuan yaitu 5 dari total 14 individu parasitoid. Berbeda dengan P3 yang memiliki persentase tinggi karena jumlah individu total sangat sedikit, dominansi *Scelio* sp. perlakuan P4 lebih mencerminkan keberadaan populasi yang relatif tinggi. Menurut Rasid & Maryana (2014), *Scelio* sp. merupakan parasitoid telur Orthoptera yang memiliki tingkat parasitisasi tinggi dan mampu menekan populasi inang secara signifikan. Keberadaan zinnia mendukung *Scelio* sp. karena tanaman berbunga dapat menyediakan nektar sebagai sumber energi bagi parasitoid dewasa serta membentuk tempat berlindung dan mikrohabitat yang lebih sesuai. Vegetasi tanaman dengan kompleksitas yang lebih tinggi akan menciptakan lingkungan yang cocok bagi parasitoid untuk tempat berlindung dan mencari inang, sehingga meningkatkan efektivitas parasitisasi (Anggara *et al*., 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Fikri *et al*. (2024) mengungkapkan bahwa penanaman refugia dengan karakteristik bunga mencolok dan produksi nektar tinggi mampu meningkatkan keanekaragaman musuh alami hingga 40% dibandingkan sistem monokultur.

Kelimpahan *Ceraphron* sp. di lahan penelitian cukup tinggi, terutama pada perlakuan cabai + tomat + serai wangi (P6) dengan 3 individu dari total 8 individu parasitoid atau sebesar 37.5%. Kelimpahan individu parasitoid sangat dipengaruhi oleh ketersediaan inang dan sumber pakan bagi parasitoid dewasa. Menurut Qodir *et al*. (2017), parasitoid dari famili Ceraphronidae umumnya merupakan parasitoid telur atau larva kecil yang menyerang serangga dari berbagai ordo, dan keberadaannya sangat dipengaruhi oleh struktur vegetasi dan komposisi lanskap di sekitar lahan. Kemangi dan serai telah terbukti memiliki efek ekologis terhadap komunitas arthropoda. Studi oleh Hossain *et al*. (2022) menunjukkan bahwa border serai dapat menurunkan populasi serangga herbivora, seperti *Spodoptera litura*, sedangkan kemangi mendukung peningkatan kelimpahan parasitoid *Trichogramma* sp. melalui penyediaan nektar dan aroma volatil.



Gambar 1. Grafik Dinamika Arthropoda Parasitoid

Grafik dinamika populasi arthropoda parasitoid menunjukkan bahwa jumlah individu parasitoid pada seluruh perlakuan mengalami pola fluktuatif selama minggu ke-1 hingga minggu ke-10. Minggu ke-1, parasitoid hanya ditemukan pada perlakuan P1 sebanyak 2 individu, sedangkan pada perlakuan lainnya belum ditemukan individu parasitoid. Selanjutnya, pada minggu ke-2 dan minggu ke-3 populasi parasitoid tidak ditemukan pada seluruh perlakuan. Rendahnya populasi parasitoid pada fase awal pengamatan diduga karena tanaman cabai dan tomat masih berada pada tahap pertumbuhan awal, sehingga ketersediaan inang

seperti telur, larva, maupun pupa serangga hama masih terbatas. Selain itu, tanaman pendamping belum berkembang dan berbunga secara optimal, sehingga sumber pakan tambahan berupa nektar dan polen serta tempat berlindung bagi parasitoid dewasa belum tersedia secara cukup. Keberadaan parasitoid di suatu pertanaman sangat bergantung pada ketersediaan inang dan kesesuaian kondisi habitat, karena parasitoid membutuhkan inang untuk meletakkan telur serta menyelesaikan perkembangan stadia pradewasa nya.

Memasuki minggu ke-4 hingga minggu ke-6, populasi parasitoid mulai meningkat pada beberapa perlakuan. Minggu ke-4, jumlah parasitoid ditemukan sebanyak 4 individu pada perlakuan P1, 3 individu pada perlakuan P2 dan P4, serta 1 individu pada perlakuan P5 dan P6. Populasi kemudian meningkat pada minggu ke-5, dengan puncak sementara pada perlakuan P2 sebanyak 6 individu dan P1 sebanyak 5 individu. Selanjutnya, puncak populasi tertinggi terjadi pada minggu ke-6 pada perlakuan P4 sebanyak 7 individu, sedangkan P3 dan P6 masing-masing mencapai 3 individu. Peningkatan populasi pada pertengahan periode pengamatan diduga terjadi karena tanaman telah memasuki fase vegetatif akhir hingga generatif, sehingga tajuk tanaman semakin berkembang dan populasi hama sebagai inang potensial parasitoid mulai meningkat. Keberadaan inang yang cukup mendukung parasitoid untuk melakukan pencarian inang, peletakan telur, dan menghasilkan keturunan pada waktu pengamatan berikutnya. Perlakuan P4, keberadaan zinnia diduga memberikan pengaruh positif karena tanaman ini berfungsi sebagai refugia yang menyediakan nektar, polen, dan struktur vegetasi sebagai tempat berlindung bagi musuh alami. Penelitian pada kedelai menunjukkan bahwa penggunaan *Zinnia elegans* sebagai refugia dapat meningkatkan kelimpahan musuh alami, terutama ketika jarak tanamnya mampu membentuk mikrohabitat yang sesuai.

Setelah mencapai puncak minggu ke-5 dan ke-6, populasi parasitoid mulai menurun di minggu ke-7 hingga minggu ke-10. Minggu ke-7, parasitoid masih ditemukan pada perlakuan P2 dan P6 masing-masing sebanyak 2 individu, serta perlakuan P3 dan P5 masing-masing 1 individu. Minggu ke-8, jumlah parasitoid tinggal 1 individu pada perlakuan P1 dan P5, sedangkan mulai minggu ke-9 hingga minggu ke-10 parasitoid tidak lagi ditemukan pada seluruh perlakuan. Penurunan populasi tersebut diduga berkaitan dengan berkurangnya ketersediaan stadia inang yang sesuai, perubahan kualitas tanaman akibat pertambahan umur, kompetisi antar parasitoid, serta pengaruh kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban.

Perkembangan parasitoid juga dipengaruhi oleh kualitas nutrisi dan umur telur inang; perubahan kondisi inang dapat memengaruhi keberhasilan perkembangan parasitoid hingga fase imago. Dinamika populasi parasitoid pada grafik menunjukkan hubungan yang erat antara perkembangan tanaman, keberadaan tanaman pendamping, ketersediaan inang hama, dan kondisi mikrohabitat. Populasi parasitoid cenderung meningkat ketika sumber daya dan inang tersedia pada pertengahan pertumbuhan tanaman, kemudian menurun ketika inang atau kondisi habitat tidak lagi mendukung perkembangan parasitoid.

Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), Indeks Kemerataan (E), Indeks Dominansi Simpson (D)

Nilai indeks keanekaragaman parasitoid berkisar 0.70 – 1.86. Nilai H' tertinggi terdapat pada perlakuan P1 sebesar 1.86, diikuti P2 sebesar 1.85, P5 sebesar 1.73, P4 sebesar 1.63, dan P6 sebesar 1.49; seluruh nilai tersebut tergolong dalam kategori keanekaragaman sedang karena berada di kisaran ($\mathbf{1 \leq H' < 3}$). Sebaliknya, P3 memiliki nilai H' sebesar 0.70 yang tergolong rendah. Indeks kemerataan (E) berkisar 0.90 – 1.00. Nilai kemerataan tertinggi terdapat pada perlakuan P3 sebesar 1.00 dan P5 sebesar 0.97, kemudian diikuti P1 sebesar 0.96, P2 sebesar 0.95, P6 sebesar 0.93, dan P4 sebesar 0.90 seluruh nilai tersebut tergolong dalam kategori kemerataan tinggi.

Indeks dominansi Simpson (D) berkisar 0,16–0,50, seluruh perlakuan berada dalam kategori rendah. Nilai dominansi terendah terdapat pada perlakuan P1 sebesar 0.16, diikuti P2 sebesar 0.17, P5 sebesar 0.18, P4 sebesar 0.22, P6 sebesar 0.25, dan P3 sebesar 0.50 yang masih termasuk kedalam kategori rendah. Penelitian parasitoid pada perkebunan jambu biji menunjukkan bahwa komunitas dengan keanekaragaman sedang, persebaran individu yang merata, dan tidak adanya satu spesies yang dominan mencerminkan kondisi komunitas yang lebih stabil (Martuti & Anjarwati, 2022).

Nilai H' tertinggi pada perlakuan P1 menunjukkan bahwa perlakuan tersebut memiliki komposisi spesies parasitoid yang lebih beragam dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan monokultur cabai (P1) memiliki jumlah spesies tertinggi yaitu 7 spesies dengan total 12 individu. Temuan ini sejalan dengan Rosya dan Winarto (2013) yang menyatakan bahwa sistem pertanaman monokultur berpotensi memicu ledakan populasi hama karena tanaman inang dan sumber makanan tersedia dalam jumlah melimpah serta terkonsentrasi pada satu lokasi. Kondisi tersebut memudahkan parasitoid untuk menemukan inangnya. Nilai keanekaragaman rendah pada perlakuan P3 menunjukkan bahwa jumlah spesies parasitoid pada perlakuan tersebut ditemukan relatif sedikit dan lebih dipengaruhi oleh beberapa spesies saja. Kondisi ini sesuai dengan jumlah spesies pada perlakuan marigold (P3) ada 2 spesies yaitu *Tetrastichus* sp. dan *Rasivalva* sp. Rendahnya nilai H' perlakuan marigold (P3) berkaitan dengan rendahnya kekayaan spesies. Hal ini dapat disebabkan dengan terbatasnya ketersediaan inang atau respons parasitoid yang berbeda terhadap karakteristik tanaman refugia. Mursyidin *et al*. (2024) menyatakan bahwa keanekaragaman suatu komunitas dipengaruhi oleh jumlah spesies yang ditemukan, sehingga jumlah spesies yang sedikit dapat menyebabkan rendahnya nilai indeks keanekaragaman.

Tabel 3. Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), Indeks Kemerataan (E), dan Indeks Dominansi Simpson (D)

Perlakuan	Kategori	H'	Kategori	E	Kategori	D
P1	Sedang	1.86	Tinggi	0.96	Rendah	0.16
P2	Sedang	1.85	Tinggi	0.95	Rendah	0.17
P3	Rendah	0.70	Tinggi	1.00	Rendah	0.50
P4	Sedang	1.63	Tinggi	0.90	Rendah	0.22
P5	Sedang	1.73	Tinggi	0.97	Rendah	0.18
P6	Sedang	1.49	Tinggi	0.93	Rendah	0.25

Nilai indeks kemerataan parasitoid berkisar antara 0.90 – 1.00. Nilai kemerataan tertinggi terdapat perlakuan marigold (P3) sebesar 1.00 dan P5 sebesar 0.97, kemudian diikuti P1 sebesar 0.96, P2 sebesar 0.95, P6 sebesar 0.93, dan P4 sebesar 0.90 seluruh nilai tersebut tergolong dalam kategori kemerataan tinggi. Nilai tersebut menunjukkan bahwa distribusi individu antarspesies parasitoid pada perlakuan tersebut tergolong merata. Dapat disimpulkan bahwa tidak semua individu terkonsentrasi pada satu spesies tertentu. Perlakuan P3 memiliki nilai kemerataan tertinggi sebesar 1.00. Nilai ini menunjukkan bahwa komunitas parasitoid perlakuan marigold (P3) didominasi oleh spesies tertentu yaitu *Tetrastichus* sp. dan *Rasivalva* sp. yang masing-masing terdapat 1 individu. Jumlah kemerataan 1.00 menunjukkan bahwa individu parasitoid yang ditemukan memiliki penyebaran yang merata pada kedua spesies. Hal ini juga menunjukkan bahwa rendahnya H' perlakuan P3 lebih berkaitan dengan rendahnya jumlah spesies yang ditemukan, bukan karena dominasi salah satu spesies. Tingkat kemerataan yang lebih tinggi menunjukkan bahwa setiap spesies dalam komunitas memiliki peluang lebih seimbang untuk memanfaatkan ketersediaan inang, sumber pakan, dan tempat berlindung. Nilai indeks kemerataan yang tinggi menunjukkan bahwa dalam suatu area tersebut terdapat banyak spesies dengan nilai individu yang relatif sama (Anjani *et al.,* 2022).

Nilai indeks dominansi Simpson pada seluruh perlakuan berkisar antara 0.16 – 0.50. Nilai dominansi terendah terdapat pada perlakuan P1 sebesar 0.16, diikuti P2 sebesar 0.17, P5 sebesar 0.18, P4 sebesar 0.22, P6 sebesar 0.25, dan P3 sebesar 0.50 yang masih termasuk kedalam kategori rendah. Dominansi rendah pada setiap perlakuan menunjukkan bahwa tidak ada satu spesies parasitoid yang terlalu mendominasi komunitas, sehingga struktur komunitas cenderung lebih seimbang. Perlakuan marigold (P3) memiliki nilai dominansi tertinggi, yaitu 0.50. Nilai ini memperkuat hasil indeks kemerataan (E) yang tinggi pada perlakuan P3, karena individu parasitoid pada perlakuan P3 tersebar secara merata pada spesies yang ditemukan. Tingginya nilai E menunjukkan

bahwa individu yang ada tetap tersebar secara merata dan tidak didominasi oleh satu spesies tertentu. Hubungan antara kemerataan dan dominansi bersifat berlawanan; semakin tinggi nilai kemerataan individu dalam suatu komunitas, semakin rendah peluang suatu spesies mendominasi komunitas (Hendrival *et al.,* 2023).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan sebanyak 55 individu parasitoid yang terdiri atas 13 spesies, 8 famili, dan 1 ordo, yaitu Hymenoptera. Famili Scelionidae memiliki jumlah spesies terbanyak, yaitu tiga spesies (*Telenomus* sp., *Scelio* sp., dan *Probaryconus* sp.). Kekayaan spesies parasitoid bervariasi antarperlakuan, dengan jumlah tertinggi pada P1 dan P2 (masing-masing 7 spesies) dan terendah pada P3 (2 spesies). sKeanekaragaman parasitoid juga bervariasi antarperlakuan, dengan indeks Shannon–Wiener (H') berkisar 0,70–1,86. Perlakuan P1, P2, P4, P5, dan P6 termasuk kategori keanekaragaman sedang, sedangkan P3 termasuk kategori rendah. *Tetrastichus* sp. merupakan salah satu parasitoid dengan jumlah individu tertinggi dan ditemukan pada seluruh perlakuan.

Struktur komunitas parasitoid menunjukkan kemerataan yang tinggi, dengan indeks kemerataan (E) sebesar 0,90–1,00, serta dominansi yang rendah, dengan indeks dominansi (D) sebesar 0,16–0,50. Hasil tersebut menunjukkan bahwa individu parasitoid cenderung tersebar merata dan tidak terdapat dominansi kuat oleh satu spesies. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan adanya variasi kekayaan spesies, keanekaragaman, dan kelimpahan parasitoid antarperlakuan tanaman refugia dan repelen pada sistem tumpangsari cabai rawit–tomat. Namun, variasi tersebut belum dapat diartikan sebagai pengaruh perlakuan secara statistik karena belum dilakukan pengujian inferensial.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

Referensi

Anggara, A. W., Buchori, D., & Pudjianto, P. (2016). Kemapanan parasitoid Telenomus remus (Hymenoptera: Scelionidae) pada agroekosistem sederhana dan kompleks. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan), 3*(3), 111–125.

Anjani, W., Umam, A. H., & Anhar, A. (2022). Keanekaragaman, kemerataan, dan kekayaan vegetasi hutan pada Taman Hutan Raya Lae Kombih Kecamatan Penanggalan, Kota Subulussalam. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian, 7*(2), 770–778.

Andiko, F., Pramudi, M. I., & Soedijo, S. (2023). Efektivitas beberapa jenis feromon organik sebagai atraktan lalat buah pada tanaman cabai. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika, 6*(1), 589–597.

Azwari, M., Thei, R. S. P., Jihadi, A., & Mursyidin, A. H. (2026). Diversity and relative abundance of insect pests in cayenne pepper cultivation under monoculture and intercropping systems. *Agrogenesis: Journal of Sustainable Agriculture and Innovation, 2*(1), 55–65.

Dandison, E. N., Mrema, F., & Kidane, E. (2022). Intercropping enhances arthropod diversity and ecological balance in cowpea, hemp, and watermelon systems. *Insects, 13*(7), 724.

Divekar, P. A., Narayana, S., Kumar, J., *et al*. (2022). Plant secondary metabolites as defense tools against herbivores for sustainable crop protection. *International Journal of Molecular Sciences, 23*(5), 2690.

Erdiansyah, I., & Putri, S. U. (2018). Optimalisasi fungsi bunga refugia sebagai pengendali hama tanaman padi (*Oryza sativa*). *Agrin, 22*(2), 123–131.

Fadli, F., & Nursan, M. (2023). Analisis efisiensi usahatani cabai rawit di Kecamatan Suralaga Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Agrimansion, 24*(2), 499–506.

Fikri, G. E., Nanda, N. D., Seftiana, W., Shobrina, Khalidan, & Arrufitasari, P. N. (2024). Jenis tanaman refugia yang berpotensi menarik musuh alami pada lahan pertanian padi di Global Village, Sumbawa, NTB. *Jurnal Tambora, 8*(1),

19–24.

Goulet, H., & Huber, J. T. (Eds.). (1993). *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. Agriculture Canada, Research Branch.

Gunaeni, N., Wulandari, A. W., & Gaswanto, R. (2022). Pengaruh tumpangsari cabai dan tomat terhadap perkembangan hama utama dan hasil cabai (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Agro, 9*(1), 37–47.

Habibi, I., Sumarji, & Yudha, G. N. (2022). Pengaruh tanaman refugia terhadap serangga aerial dan hasil panen pada tiga varietas tanaman jagung (*Zea mays* L.). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan, 6*(2), 100–109.

Hanifa, A. P., Sutiharni, Wulandari, S. L., Ninasari, A., Martanto, E. A., Abdullah, H., Suwarno, K., Melati, R., Meilin, A., & Jasmi. (2025). *Tanaman refugia: Perlindungan alami untuk pertanian berkelanjutan*. PT Kamiya Jaya Aquatic.

Hasyim, A., Setiawati, W., Marhaeni, L. S., Lukman, L., & Hudayya, A. (2017). Bioaktivitas enam ekstrak tumbuhan untuk pengendalian hama tungau kuning cabai Polyphagotarsonemus latus Banks (Acari: Tarsonemidae) di laboratorium. *Jurnal Hortikultura, 27*(2), 217–230.

Hendrival, H., Nurdin, M. Y., Usnawiyah, U., Hasimi, D., & Amelia, R. (2023). Komposisi dan keanekaragaman Hymenoptera parasitoid di agroekosistem kopi Arabika Gayo. *Jurnal Agrium, 20*(1), 60–68.

Hidrayani, Rusli, R., & Lubis, Y. S. (2013). Keanekaragaman spesies parasitoid telur hama Lepidoptera dan parasitisasinya pada beberapa tanaman di Kabupaten Solok, Sumatera Barat. *Jurnal Natur Indonesia, 15*(1), 9–14.

Jaworski, C. C., Thomine, E., Rusch, A., Lavoir, A. V., Wang, S., & Desneux, N. (2023). Crop diversification to promote arthropod pest management: A review. *Agriculture Communications, 1*, Article 100004.

Karindah, S., Sultanto, Siswanto, E., & Sulistyowati, L. (2005). Parasitoid larva-pupa Tetrastichus howardi (Hymenoptera: Eulophidae) pada Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) di pertanaman kubis Kecamatan Batu dan Poncokusumo, Kabupaten Malang. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika, 10*(2), 104–116.

Martuti, N. K. T., & Anjarwati, R. (2022). Keanekaragaman serangga parasitoid (Hymenoptera) di perkebunan jambu biji Desa Kalipakis Sukorejo Kendal. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences, 45*(1), 1–8. https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JM/article/view/36369

Mollaei, M., Sadeghi-Namaghi, H., Lotfalizadeh, H., & Minab, F. (2025). Aphanogmus feltiellophagus sp. nov. (Hymenoptera: Ceraphronidae), a parasitoid of the acarivorous gall midge Feltiella acarisuga (Diptera: Cecidomyiidae) in Iran. *Journal of Insect Biodiversity and Systematics, 11*(3), 693–702.

Mursyidin, A. H., Suana, I. W., Ubaidillah, R., & Sutrisno, H. (2024). Keanekaragaman dan potensi parasitoid sebagai pengendali alami ulat grayak Spodoptera frugiperda (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) pada pertanaman jagung lahan kering. *Jurnal Entomologi Indonesia, 21*(3), 200–212. https://doi.org/10.5994/jei.21.3.200

Mursyidin, A. H., & Qudsiah, M. (2025). Identifikasi serangga vektor, penyakit, serta potensi musuh alami pada pertanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) di Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Agrotek Lestari, 11*(1), 10–24. https://doi.org/10.35308/jal.v11i1.10777

Normasari, R. (2012). Keragaman arthropoda pada lima habitat dengan vegetasi beragam. *Jurnal Ilmiah Unklab, 16*(1), 41–50.

Odum, E. P. (1971). *Fundamentals of ecology*. W. B. Saunders Company.

Odum, E. P. (1998). *Dasar-dasar ekologi* (T. Samingan, Penerj.). Gadjah Mada University Press.

Peverieri, G. S., Talamas, E., Bon, M. C., Marianelli, L., Bernardinelli, I., Malossini, G., & Hoelmer, K. (2018). Two Asian egg parasitoids of Halyomorpha halys (Stål) (Hemiptera, Pentatomidae) emerge in northern Italy: Trissolcus mitsukurii (Ashmead) and Trissolcus japonicus (Ashmead) (Hymenoptera, Scelionidae).

Journal of Hymenoptera Research, 67, 37–53. https://doi.org/10.3897/jhr.67.30883

Qodir, H. A., Maryana, N., & Pudjianto, P. (2017). Biologi Scelio pembertoni Timberlake (Hymenoptera: Scelionidae) pada telur Oxya japonica (Thunberg) (Orthoptera: Acrididae). *Jurnal Entomologi Indonesia, 14*(2), 58–68. https://doi.org/10.5994/jei.14.2.58

Rasid, M. R., & Maryana, N. (2014). *Pengamatan parasitoid telur Scelio sp. (Hymenoptera: Scelionidae) pada telur Oxya japonica Thunberg (Orthoptera: Acrididae)*. Institut Pertanian Bogor.

Rosya, A., & Winarto. (2013). Keragaman komunitas fitonematoda pada sayuran lahan monokultur dan polikultur di Sumatera Barat. *Jurnal Fitopatologi Indonesia, 9*(3), 71–76. https://doi.org/10.14692/jfi.9.3.71

Septiadi, D., Sari, N. M. W., & Zainuddin, A. (2020). Analisis permintaan konsumsi cabai rawit pada rumah tangga di Kota Mataram. *AGRIMOR: Jurnal Agribisnis Lahan Kering, 5*(2), 36–39.

Suci, I. W., Zelika, S. A., Luzia, A. S., Wallingga, R., Abdurrosyid, M. A.-F., & Irsan, C. (2021). Parasitisasi Telenomus sp. dalam menekan populasi telur Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) pada tanaman jagung. Dalam S. Herlinda *et al*. (Ed.), *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-9 Tahun 2021: Sustainable urban farming guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat di era pandemi* (hlm. 689). Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya.

Ulfa, A., Dipokusumo, B., & Nursan, M. (2022). Dampak penggunaan mulsa plastik hitam perak terhadap pendapatan usahatani cabai rawit di Desa Pemenang Timur Kabupaten Lombok Utara. *Agrimansion: Agribusiness Management & Extension, 23*(2), 120–132.

Zai, W. A. N., Mendrofa, P. K. T., Waruwu, A. B. S., Telaumbanua, P. H., & Ndraha, A. B. (2025). Hama dan penyakit pada tanaman cabai rawit yang dibudidayakan di dalam polybag. *Flora: Jurnal Kajian Ilmu Pertanian dan Perkebunan, 2*(1), 139–151. https://doi.org/10.62951/flora.v2i1.254