



Pengaruh Penggunaan Tanaman Refugia terhadap Kelimpahan dan Biodiversitas Musuh Alami pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L.)

*(The Influence of Refugia Plants on the Abundance and Biodiversity of Natural Enemies in Cayenne Pepper (*Capsicum frutescens* L.) Cultivation)*

Riska Piola¹, Angry P Solihin², Fitriah S. Jamin³

^{1,2,3}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo

riska_slagroteknologi@mahasiswa.ung.ac.id¹, angrysolihin@ung.ac.id², fitriah.jamin@ung.ac.id³

Article Info	Abstract
<p>Article history:</p> <p>Received: 25 Februari 2025 Revised: 20 Maret 2025 Accepted: 21 Maret 2025</p>	<p><i>This study aims to determine the influence of refugia plants on the population, abundance, and biodiversity of natural enemies. The research was conducted from February to June 2024 in North Toto Village, Tilongkabila District, Bone Bolango Regency, Gorontalo Province. A randomized block design (RAK) was used with three treatments: control (P0), refugia (P1), and chemical insecticide (P2), each repeated four times. Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) and followed by Duncan's Multiple Range Test at a 0.05 significance level. Results showed that predator natural enemies consisted of 7 families in the control (P0), 9 families in the refugia treatment (P1), and 5 families in the insecticide treatment (P2). The dominant families were Coccinellidae (48.65%) in P0, Libellulidae (28.57%) in P1, and Sphecidae (44.44%) in P2. The population of natural enemies in refugia was higher at 21 and 35 HST. The diversity index in all treatments was categorized as moderate. For pollinators, P0 had 3 families, P1 had 7, and P2 had only 3, with Apidae dominating all treatments, particularly in P1 (27 individuals). The population of pollinators in refugia reached 3.50 individuals at 63 HST, higher than in other treatments. Refugia treatment was dominated by Apidae (35.06%), Nymphalidae (18.18%), and Andrenidae (15.58%). The findings highlight the positive role of refugia in supporting natural enemy populations and the negative impact of insecticides on biodiversity.</i></p>
<p>Keywords:</p> <p>Refugia Natural enemies Biodiversity Insecticides Population abundance</p> <p>Kata kunci:</p> <p>Refugia Musuh alami Keanekaragaman hayati Insektisida Kelimpahan populasi</p>	

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tanaman refugia terhadap populasi, kelimpahan, dan keanekaragaman hayati musuh alami. Penelitian dilakukan pada Februari–Juni 2024 di Desa Toto Utara, Kecamatan Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. Rancangan Acak Kelompok (RAK) digunakan dengan tiga perlakuan: kontrol (P0), refugia (P1), dan insektisida kimia (P2), masing-masing diulang empat kali. Data dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA) dan uji lanjut Duncan pada taraf signifikansi 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa musuh alami predator terdiri dari 7 famili pada kontrol (P0), 9 famili pada refugia (P1), dan 5 famili pada insektisida (P2). Famili dominan adalah Coccinellidae (48,65%) pada P0, Libellulidae (28,57%) pada P1, dan Sphecidae (44,44%) pada P2. Populasi musuh alami pada refugia lebih tinggi pada umur 21 dan 35 HST. Indeks keanekaragaman di semua perlakuan tergolong sedang. Pada penyerbuk, P0 memiliki 3 famili, P1 memiliki 7, dan P2 hanya 3, dengan Apidae mendominasi seluruh perlakuan, terutama pada P1 (27 individu). Populasi penyerbuk pada refugia mencapai 3,50 individu

pada 63 HST, lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan refugia didominasi oleh Apidae (35,06%), Nymphalidae (18,18%), dan Andrenidae (15,58%). Temuan ini menegaskan peran positif refugia dalam mendukung populasi musuh alami serta dampak negatif insektisida terhadap keanekaragaman hayati.

Corresponding Author:

Angry P Solihin
Fakultas Pertanian
Unveristas Negeri Gorontalo
angrysolihin@ung.ac.id

1. PENDAHULUAN

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu komoditas sayuran yang keberadaannya tidak dapat ditinggalkan oleh masyarakat Indonesia dalam kehidupan sehari-hari (Saraswati et al., 2012). Alasan utama tanaman yang termasuk dalam komoditas hortikultura ini tidak bisa dipisahkan dari masyarakat Indonesia selain fungsi utamanya untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari, cabai juga mengandung karbohidrat, lemak, protein kalsium, vitamin A, B1, dan C yang sangat dibutuhkan oleh tubuh, serta adanya kandungan l'asparaginase sebagai zat anti kanker (Setiawati et al., 2020). Selain itu Cabai juga merupakan komoditas hortikultura yang berprospek cerah, mempunyai kemampuan menaikkan taraf pendapatan petani, nilai ekonomisnya tinggi, merupakan bahan baku industri (Tangahu et al., 2022)

Selain keunggulan Cabai rawit diatas menurut Nurdin (2011) kebutuhan cabai akan terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya kebutuhan masyarakat dan permintaan industri, pada waktu tertentu terutama menjelang hari-hari besar seperti hari keagamaan, kebutuhan cabai meningkat sehingga ketersediaan cabai melampaui ketersediaannya di pasaran . Selain faktor tersebut faktor lain yang juga menjadikan tanaman ini sangat penting untuk dikembangkan karena (1) memiliki nilai ekonomi tinggi (high economic value commodity) ; (2) komoditas ini termasuk komoditas unggulan nasional dan daerah; (3) menempati posisi penting dalam menu pangan walaupun tidak signifikan akan tetapi cabai setiap hari dikonsumsi oleh banyak orang di semua kalangan; (4) memiliki manfaat yang sangat beragam dan sebagai bahan baku dalam industri (Andayani, 2018).

Dengan merujuk pada tingginya manfaat cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) maka kebutuhan akan cabai rawit juga semakin meningkat setiap tahunnya, namun kebutuhan cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) tidak selalu beriringan dengan adanya peningkatan produksi dari cabai rawit, berdasarkan laporan Dinas Pertanian, (2017) salah satu daerah penghasil cabe rawit di Indonesia yaitu Provinsi Gorontalo, dengan hasil produksi yang mengalami fluktuasi, produksi pada tahun 2020 produksi cabai rawit sebesar 147.292 (Kuintal) tahun 2021 mengalami penurunan yang cukup signifikan yaitu 130.318 (Kuintal) dan pada tahun 2022 mengalami peningkatan kembali sebesar 148.054,75 Kuintal (BPS Provinsi Gorontalo, 2023).

Dari data tersebut dapat dipahami bahwa ada faktor yang mempengaruhi sehingga produksi cabai rawit mengalami flutuasi setiap tahunnya, diantara faktor yang mempengaruhi yaitu serangan hama. Solihin et al. (2020) menegaskan dalam hal produksi cabai di Indonesia, kendala yang selalu dihadapi petani yaitu gangguan hama dan penyakit. Musa dan Lihawa (2021) Juga mengungkapkan penurunan produksi cabai disebabkan oleh adanya serangan OPT. Sehingga untuk menyikapi masalah OPT yang sering menyerang tanaman cabai rawit, upaya petani dalam mengendalikan OPT saat ini dilakukan dengan menggunakan pengendalian secara kimia yaitu penggunaan pestisida dan secara kultur teknis.

Menurut Wibowo (2017) pengendalian serangan hama dengan menggunakan pestisida kimia mesti dilakukan dengan tepat dan aman merupakan hal mutlak yang wajib diperhatikan. Lebih lanjut Prihatiningrum et al. (2021) menyampaikan penggunaan pestisida kimia secara tepat mampu mengendalikan serangan hama tanpa menimbulkan masalah baru. Sedangkan pengendalian dengan menggunakan metode PHT salah satu yang dapat diterapkan dengan menerapkan pengendalian hayati.

Teknik pengendalian OPT yang ramah lingkungan adalah pengendalian hayati, pengendalian hama dengan metode pengendalian hayati dapat dilakukan dengan peningkatan keanekaragaman hayati dapat dilakukan dengan memanfaatkan tanaman berbunga atau yang dikenal dengan istilah refugia yang ditumpangsarikan dengan tanaman utama (Hidayah & Haryadi 2021).

Temuan pada penelitian Sari dan Fitrianti (2022) tumbuhan berbunga yang dijadikan sebagai media konservasi arthropoda musuh alami dapat menyebabkan terbentuknya ekosistem yang lebih stabil, populasi

hama penggerek batang pada perlakuan refugia lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan kontrol pada penelitian.

Hasil penelitian Apalle dan Haryadi (2023) juga menunjukkan penggunaan refugia terhadap tanaman cabai yaitu kombinasi tanaman refugia dan pestisida nabati dapat menurunkan intensitas serangan hama, dalam variabel pengamatan produksi buah cabai merah tanaman refugia terlihat menurunkan intensitas serangan hama thrips. Tanaman cabai merah dengan perlakuan (marigold dan pestisida daun tembakau) memberikan dampak dalam menekan intensitas serangan hama dan meningkatkan produksi buah cabai merah, sedangkan tanaman cabai dengan perlakuan (kenikir dan pestisida daun tembakau) memberikan dampak dalam mengurangi populasi hama thrips. Hingga saat ini riset terkait pengaruh tanaman refugia terhadap kelimpahan populasi musuh alami masih sangat minim sehingga penting untuk meneliti Pengaruh Penggunaan Tanaman Refugia terhadap Kelimpahan dan Biodiversitas Musuh Alami pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlangsung selama empat bulan, dari Februari hingga Juni 2024, dan dilaksanakan di Desa Toto Utara, Kecamatan Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo, dengan titik koordinat 0°34'05" N 123°06'07" E. Selanjutnya, penelitian dilanjutkan di Laboratorium Hama Penyakit Tanaman (HPT) Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo, yang berlokasi pada koordinat 0°33'26" N 123°08'15" E.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alkohol 70%, pupuk NPK Phonska 16:16:16 dengan dosis 2,5 g/tanaman, serta beberapa jenis tanaman refugia, yaitu bunga kertas (*Zinnia sp.*), bunga kenikir (*Cosmos caudatus Kunth.*), dan bunga tahi ayam (*Tagetes sp.*). Selain itu, digunakan benih cabai rawit varietas Dewata 43 F1 dan insektisida Curacron 500 EC. Alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup bajak sapi, cangkul, parang, tali rafia, meteran, alat tulis, kamera HP, mikroskop, botol sampel, *sweep net*, tray semai, timbangan analitik, kertas label, tisu, paku jarum, pinset, styrofoam, dan oven. Identifikasi serangga dalam penelitian ini mengacu pada buku *Pengenalan Serangga* oleh Borror et al. (1966).

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 3 perlakuan dengan simbol (P) dan setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga menghasilkan 12 petak penelitian. Perlakuan yang digunakan terdiri atas:

P0 = (kontrol),

P1 = Tanaman refugia (*Zinnia elegans*, *Cosmos caudatus Kunth.*, dan *Tagetes erecta* L.),

P2 = Insektisida Curacron 500 EC dengan dosis 1,5 ml/1 liter air.

Variabel yang diamati dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Jenis-Jenis Musuh Alami Pada Tanaman Refugia Dan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)

Jenis-jenis musuh alami diamati serta dilakukan pengambilan sampel menggunakan *Sweep net* kemudian dideskripsikan, dalam setiap petak perlakuan terdapat 6 tanaman yang dijadikan sampel, pengamatan dilakukan setiap minggunya sejak tanaman cabai rawit berumur 2 minggu setelah pindah tanam.

- 2) Kelimpahan Dan Populasi Musuh Alami

Kelimpahan dan populasi musuh alami diamati serta dilakukan pengambilan sampel menggunakan *Sweep net*, besarnya kelimpahan musuh alami pada setiap blok pengamatan akan dihitung dengan rumus sebagai berikut (Putra et al., 2019):

$$\text{Kelimpahan (K)} = \frac{\text{Jumlah spesies yang ditemukan di lokasi } x}{\text{Jumlah keseluruhan spesies yang ditemukan di lokasi } x} \times 100\%$$

- 3) Biodiversitas (Indeks Keanekaragaman) musuh alami

Biodiversitas (Indeks keanekaragaman) musuh alami dihitung untuk mengevaluasi variasi komposisi jenis musuh alami, adapun perbandingan indeks keragaman musuh alami dilihat pada kelompok yang menggunakan tanaman refugia (P1), tanaman dengan perlakuan insektisida kimia (P2), dan tanaman perlakuan kontrol (P0). Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener bisa dihitung dengan rumus sebagai berikut Odum (1994) dalam (Wahyuningsih et al., 2020).

$$H' = -\sum P_i \ln P_i, \text{ dimana } P_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

H': Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

P_i: proporsi jumlah individu ke i terhadap jumlah total individu dari keseluruhan spesies

\ln : logaritma natural
 ni: Jumlah individu
 N: Jumlah total seluruh spesies

Besar suatu indeks keanekaragaman jenis menurut Shannon-Wiener didefinisikan sebagai berikut:

- a. Nilai $H > 3$ menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies adalah melimpah tinggi.
- b. Nilai $H 1 \leq H \leq 3$ menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies adalah sedang.
- c. Nilai $H < 1$ menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies adalah sedikit atau rendah.

Semua data yang telah diperoleh oleh peneliti di lapangan kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan metode *analysis of varian* (ANOVA) jika berbeda nyata antar perlakuan maka akan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan atau DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf kepercayaan 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

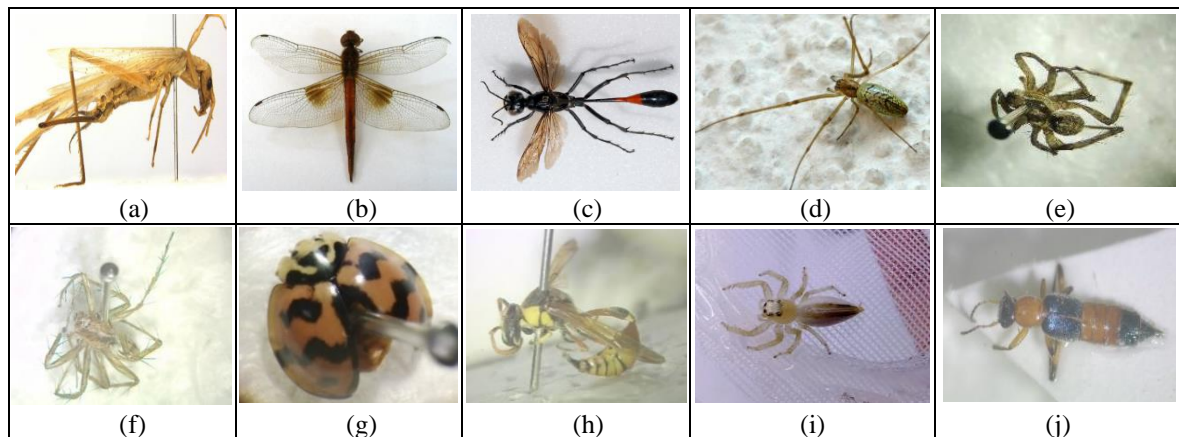
3.1 Jumlah Famili Serangga Predator

Hasil penelitian menunjukkan pada perlakuan kontrol (P0) terdapat 7 famili musuh alami predator, kemudian pada perlakuan refugia (P1) 9 famili, dan pada perlakuan insektisida kimia (P2) terdapat 5 famili musuh alami predator. Jumlah famili yang ditemukan di lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah Famili Serangga Predator di Seluruh Perlakuan

Gambar 1 menunjukkan penggunaan tanaman refugia pada tanaman cabai rawit memberikan pengaruh terhadap jumlah famili musuh alami. Hal tersebut dikarenakan tanaman refugia berfungsi sebagai sumber pakan, inang atau mangsa alternatif untuk musuh alami. Refugia adalah jenis tumbuhan yang dapat menyediakan tempat perlindungan, sumber pakan atau sumberdaya yang lain bagi musuh alami serta berpotensi sebagai mikrohabitat bagi musuh alami baik predator maupun parasitoid (Septariani et al., 2019).



Gambar 2. (a) Famili Gryllidae, (b) Famili Libellulidae, (c) Famili Sphecidae, (d) Famili Tetragnathidae, (e) Famili Agelenidae, (f) Famili Oxyopidae, (g) Famili Coccinellidae, (h) Famili Vespidae, (i) Famili Salticidae, (j) Famili Staphylinidae.

3.2 Kelimpahan dan Populasi Serangga Predator

Tabel 1. Rata-Rata Populasi Serangga Predator

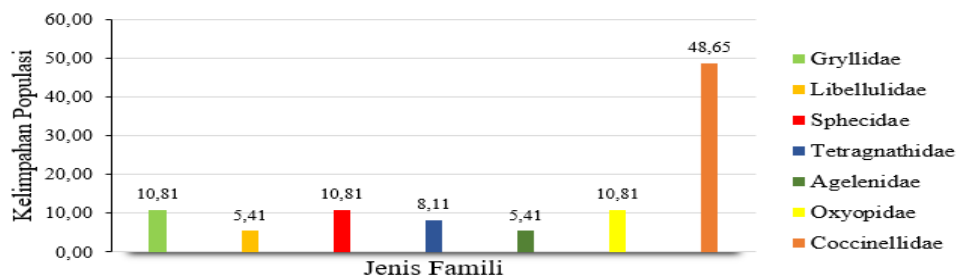
PERLAKUAN	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST	56 HST	63 HST
P0 (Kontrol)	2,25b	1,25ab	0,50	1,00ab	1,00	1,25	0,50	1,50

P1 (Refugia)	0,00a	1,75b	1,25	2,00b	2,25	2,00	0,75	2,25
P2 (Insektisida)	0,50a	0,25a	0,25	0,00a	0,75	0,00	0,25	0,25

Keterangan: Angka dalam kolom yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf signifikan 0,05 berdasarkan uji DMRT.

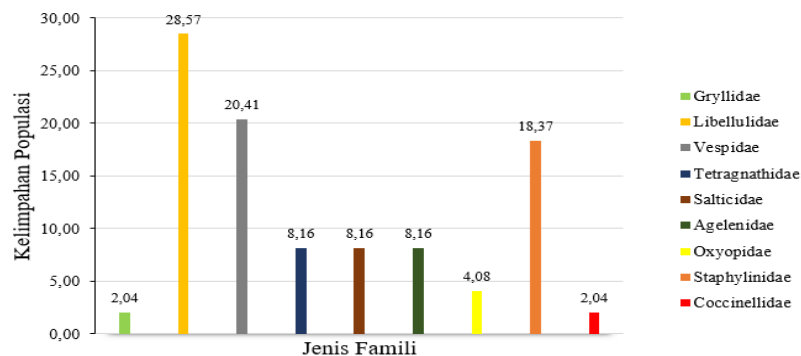
Berdasarkan Tabel 1 terdapat variasi respon yang signifikan antar perlakuan pada beberapa titik waktu pengamatan. Pada fase awal pengamatan yaitu 14 HST, perlakuan kontrol (P0) menunjukkan respon lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain, dimana perlakuan kontrol berbeda nyata terhadap perlakuan refugia dan insektisida. Pada 21 HST, terjadi peningkatan respon pada perlakuan refugia (P1), yang menunjukkan pengaruh berbeda nyata dengan perlakuan insektisida kimia (P2) namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (P0). Hal ini mengindikasikan bahwa refugia mulai memberikan dampak signifikan pada pengamatan ini. Pada pengamatan 28 HST menunjukkan semua perlakuan tidak berbeda nyata. Pada pengamatan 35 HST, menunjukkan bahwa perlakuan refugia (P1) memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap perlakuan insektisida kimia (P2) namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (P0). Pada pengamatan 42 hingga 63 HST, meskipun terjadi variasi dalam respon, tidak ada pengaruh yang berbeda nyata antara perlakuan baik perlakuan kontrol (P0), perlakuan refugia (P1), maupun perlakuan insektisida kimia (P2) menunjukkan pola yang serupa, perlakuan refugia mempertahankan respons lebih tinggi dibandingkan yang lain, tetapi tidak berbeda nyata secara signifikan.

Sejalan dengan hasil penelitian di atas temuan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Zai (2020) yang menunjukkan bahwa menggunakan tanaman refugia disekitar tanaman cabai merah, telah meningkatkan keragaman dan kelimpahan serangga lebih banyak dibandingkan tanpa penggunaan tanaman refugia. Penggunaan tanaman refugia pada tanaman cabai merah dapat menekan populasi hama dan meningkatkan hasil produksi.



Gambar 3. Kelimpahan Populasi Serangga Predator Pada Perlakuan Kontrol (P0)

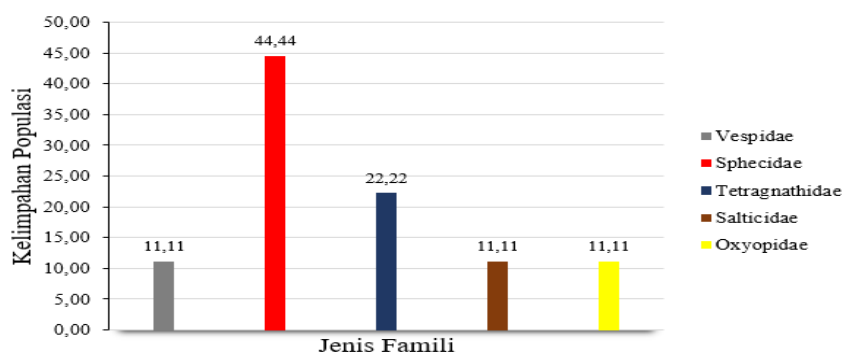
Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa kelimpahan populasi musuh alami pada perlakuan kontrol (P0) di dominasi oleh famili coccinellidae dengan kelimpahan 48,65%. Famili lain seperti Gryllidae, Sphecidae, dan Oxyopidae memiliki kelimpahan yang sama, yaitu masing-masing 10,81%. Famili libellulidae dan Agelenidae menunjukkan kelimpahan yang lebih rendah yaitu masing-masing 5,41% sedangkan Tetragnathidae memiliki kelimpahan 8,11%. Kelimpahan populasi musuh alami Coccinellidae lebih banyak ditemukan pada perlakuan kontrol (P0) dibandingkan famili lainnya, hal tersebut karena famili Coccinellidae paling banyak berperan sebagai predator hama kutu-kutuan umumnya hama pada tanaman cabai merah yang menjadi mangsa Coccinellidae yaitu *Mycus percicae* dan *Aphis cracivora* yang merupakan spesies kutu daun, *Planococcus citri* merupakan spesies kutu putih, dan *Bemisia tabaci* merupakan spesies dari kutu kebul (Pratiwi et al., 2023)



Gambar 4. Kelimpahan Populasi Serangga Predator Pada Perlakuan Refugia (P1)

Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa kelimpahan populasi musuh alami pada perlakuan refugia (P1), famili Libellulidae menonjol dengan jumlah terbesar yaitu 28,57%, diikuti oleh Vespidae dengan 20,41%, dan Staphylinidae dengan 18,37%. Kelimpahan ini menunjukkan adanya pengaruh dari perlakuan terhadap famili-famili tersebut. Tetragnathidae, Salticidae, dan Agelenidae masing-masing memiliki kelimpahan sebesar 8,16%, sementara Gryllidae dan Coccinellidae menunjukkan jumlah yang sangat kecil dengan 2,04%. Oxyopidae juga mengalami penurunan kelimpahan dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0) yaitu 4,08%. Keragaman musuh alami pada perlakuan refugia (P1) terjadi disebabkan oleh perlakuan yang diberikan yaitu adanya penggunaan refugia, yang menyebabkan beberapa famili seperti Libellulidae dan Vespidae menjadi lebih dominan.

Sejalan dengan temuan penelitian diatas Sijabat et al. (2023) menegaskan tanaman refugia memiliki warna mencolok dengan berbagai bentuk sehingga serangga tertarik untuk datang, serangga predator juga menjadikan refugia sebagai tempat berlindung secara spasial dan/atau temporal, sehingga terjadi interaksi biotik pada ekosistem. Lebih lanjut Sijabat et al. (2023) menyatakan aroma bunga dapat menjadi daya tarik bagi serangga, sehingga menjadi sinyal untuk mencari sumber pakan bagi serangga predator dan parasitoid.



Gambar 5. Kelimpahan Populasi Serangga Predator Pada Perlakuan Insektisida kimia (P2)

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat pada perlakuan insektisida kimia (P2), famili sphecidae mendominasi dengan kelimpahan sebesar 44,44% sementara Tetragnathidae memiliki kelimpahan sebesar 22,22%. Vespidae, Salticidae, dan Oxyopidae masing-masing hanya memiliki 11,11%. Penurunan jumlah individu dan variasi famili pada perlakuan insektisida kimia (P2) karena adanya penggunaan insektisida kimia yang memberikan tekanan terhadap populasi serangga, membatasi keberadaan dan kelimpahan mereka.

Insektisida kimia yaitu semua zat kimia atau bahan renik dan virus yang digunakan untuk mengendalikan hama atau penyakit tanaman yang merusak tanaman (Saranani, 2023). Akan tetapi penggunaan insektisida kimia secara signifikan mempengaruhi struktur komunitas arthropoda dan berdampak langsung terhadap musuh alami. Penggunaan insektisida kimia yang berlebihan dapat menyebabkan kerugian besar bagi keanekaragaman arthropoda, memicu resurgensi, dan bahkan mengakibatkan punahnya serangga lain yang memiliki fungsi ekologis krusial, seperti serangga penyerbuk (Asih Hestin Atas, 2019).

Kemudian penyemprotan insektisida kimia secara berulang-ulang dengan dosis yang semakin tinggi telah memberikan dampak negatif. Dampak tersebut antara lain adalah hama menjadi tahan terhadap insektisida kimia, munculnya hama baru, terbunuhnya musuh alami, serta organisme non-target.

Dari ketiga perlakuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa masing-masing perlakuan memberikan efek berbeda terhadap distribusi dan kelimpahan serangga. Pada perlakuan kontrol (P0), kondisi alami menghasilkan kelimpahan tertinggi pada Coccinellidae. Pada perlakuan refugia (P1), perlakuan tersebut menyebabkan peningkatan kelimpahan pada Libellulidae dan Vespidae. Sementara itu, perlakuan insektisida kimia (P2) menunjukkan penurunan yang sangat signifikan baik dari segi jumlah individu maupun variasi famili, dengan Sphecidae menjadi famili yang dominan. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan dan perlakuan tertentu memiliki pengaruh besar terhadap ekosistem serangga di area penelitian.

3.3 Indeks Keanekaragaman Serangga Predator

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kriteria indeks keanekaragaman (H') dari perlakuan kontrol (P0), perlakuan refugia (P1), dan perlakuan insektisida kimia (P2) berada dalam kategori sedang. Analisis indeks keanekaragaman (biodiversitas) serangga predator pada seluruh perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman Serangga Predator

Perlakuan	H'	Kriteria
P0	1,591	Sedang

P1	1,897	Sedang
P2	1,427	Sedang

Berdasarkan Tabel 2 hasil analisis indeks keanekaragaman (H') pada perlakuan kontrol (P0), perlakuan refugia (P1), dan perlakuan insektisida kimia (P2) menunjukkan biodiversitas (indeks keanekaragaman) yang dapat dikategorikan dalam kriteria yang sama, yaitu Sedang. Hal tersebut dikarenakan komunitas pada setiap perlakuan memiliki jumlah dan jenis spesies yang mirip, maka hasil indeks keanekaragaman cenderung serupa, menunjukkan bahwa perlakuan tersebut mungkin tidak berpengaruh signifikan terhadap keanekaragaman spesies.

Menurut Pohan et al. (2024) indeks keanekaragaman dapat dipengaruhi oleh faktor seperti jumlah spesies dan distribusi individu masing-masing spesies. Meningkatnya jumlah individu spesies dan distribusi jumlah individu yang merata pada tiap-tiap spesies akan meningkatkan nilai indeks keanekaragaman.

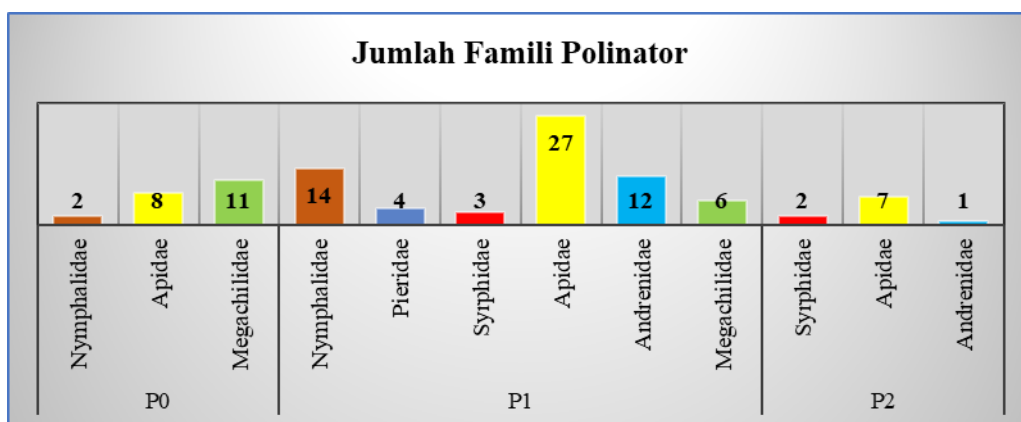
Teka (2023) juga menyatakan kurangnya ketersediaan makanan bagi musuh alami sangat berpengaruh terhadap indeks keragaman musuh alami pada suatu ekosistem, keragaman musuh alami pada suatu area pertanian terjadi karena faktor makanan yang menjadi sumber nutrisi bagi mereka cukup tersedia. Sumber makanan yang tersedia harus sesuai dan juga mencukupi, jika prasyarat tersebut tidak terpenuhi maka populasi musuh alami akan menurun. Sejalan dengan pernyataan sebelumnya Buxton et al., (2018) juga menyimpulkan selain faktor ketersediaan makanan bagi musuh alami faktor intensitas cahaya, kelembaban, suhu juga dapat mempengaruhi keberadaan jenis musuh alami dalam suatu ekosistem.

Pada perlakuan refugia (P1) tingkat keanekaragaman musuh alami di lokasi penelitian sedang. Faktor yang menyebabkan biodiversitas (indeks keanekaragaman) pada P1 yaitu karena P1 menggunakan tanaman refugia. Tanaman refugia berfungsi sebagai habitat yang menyediakan perlindungan serta sumber makanan yang berkelanjutan bagi spesies musuh alami, sehingga memungkinkan mereka untuk berkembangbiak dan mempertahankan populasinya dalam jangka panjang. Keberadaan tanaman refugia ini tidak hanya memperkuat keberadaan musuh alami tetapi juga meningkatkan keseimbangan ekosistem secara keseluruhan. Menurut Haryadi et al. (2022) manipulasi habitat pertanian dengan memanfaatkan tanaman berbunga penting untuk dilakukan karena dapat mempertahankan dan meningkatkan keanekaragaman musuh alami, sehingga hama dapat dikendalikan.

Sedangkan indeks keragaman musuh alami pada perlakuan insektisida kimia (P2) tergolong dalam kategori sedang. Salah satu faktor utama yang menyebabkan kurangnya musuh alami pada P2 dikarenakan oleh penggunaan insektisida kimia, meskipun efektif dalam mengendalikan populasi hama, juga membawa dampak yang tidak diinginkan pada spesies non-target, termasuk musuh alami. Insektisida kimia cenderung mengganggu populasi yang berperan sebagai pengendali alami hama. Hasil penelitian diatas sejalan dengan hasil penelitian oleh Haryadi et al. (2022) persentase kunjungan musuh alami di lahan budidaya cabai merah karena adanya penggunaan insektisida kimia sehingga mengakibatkan rendahnya persentase kunjungan musuh alami.

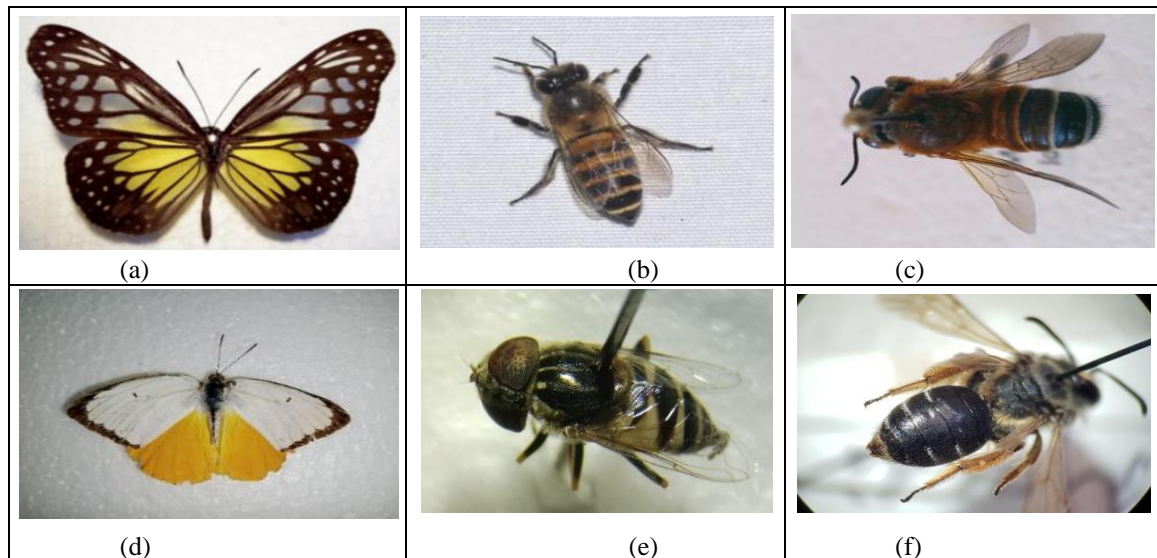
3.4 Jumlah Serangga Polinator

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan kontrol (P0) terdapat 3 famili musuh alami polinator. Pada perlakuan refugia (P1) ditemukan 6 famili. Sementara itu, pada perlakuan insektisida kimia (P2) terdapat 3 famili yang ditemukan di lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Jumlah Famili Serangga Polinator di Seluruh Perlakuan

Berdasarkan Gambar 6 variasi jumlah famili polinator pada tiga perlakuan berbeda, yaitu P0 (kontrol), P1, dan P2. Pada perlakuan kontrol, jumlah musuh alami polinator tergolong rendah, dengan famili Megachilidae dan Apidae mendominasi masing-masing sebanyak 11 dan 8 individu, sedangkan famili lainnya memiliki jumlah yang jauh lebih kecil, seperti Nymphalidae hanya 2 individu. Sementara itu, pada P1 terjadi peningkatan jumlah polinator yang signifikan, dimana famili Apidae mendominasi dengan 27 individu, diikuti oleh Nymphalidae (14 individu), dan Andrenidae (12 individu), Megachilidae (6 individu), Pieridae (4 individu) dan Syrphidae (3 individu). Sebaliknya, pada P2, jumlah polinator kembali menurun dibandingkan P1, dengan Apidae tetap mendominasi sebanyak 7 individu, sedangkan famili lainnya hanya mencapai jumlah kecil. Dominasi famili Apidae pada semua perlakuan menunjukkan peran pentingnya sebagai polinator utama.



Gambar 7. (a) Family Nymphalidae, (b) Family Apidae, (c) Family Megachilidae, (d) Family Pieridae, (e) Family Syrphidae, (f) Family Andrenidae.

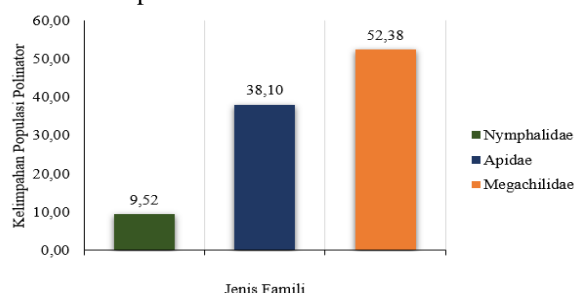
3.5 Kelimpahan dan Populasi Serangga Polinator

Tabel 3. Rata-Rata Populasi Serangga Polinator

Perlakuan	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST	56 HST	63 HST
P0 (Kontrol)	0,25	1,25	0,00	0,75ab	1,25	0,00a	1,00a	0,75a
P1 (Refugia)	1,00	1,25	1,50	3,00a	2,25	3,25b	3,50b	3,50b
P2 (Insektisida)	0,25	0,25	1,00	0,25b	0,50	0,25a	0,00a	0,00a

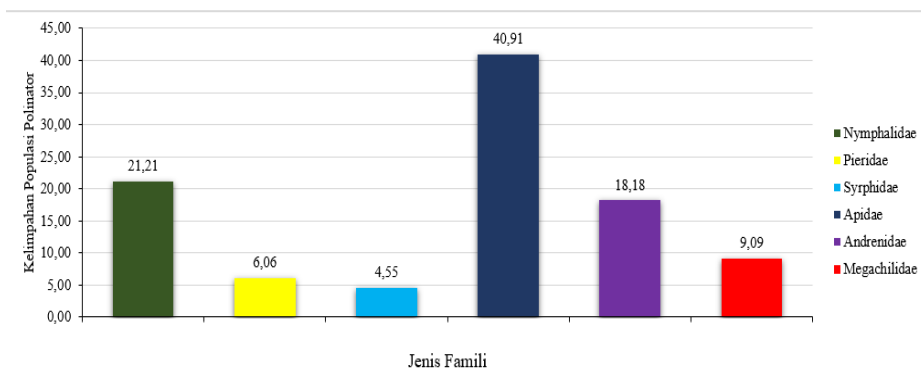
Keterangan: Angka dalam kolom yang diikuti huruf berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf signifikansi 0,05 berdasarkan uji DMRT.

Berdasarkan Tabel 3 hasil penelitian menunjukkan perlakuan kontrol memiliki angka yang cenderung rendah sepanjang pengamatan kemudian perlakuan refugia menunjukkan peningkatan nilai yang cukup tinggi dari 14 HST hingga 63 HST, mencapai nilai 3,50, kondisi tersebut menunjukkan bahwa refugia tidak hanya mendukung penekanan hama pada tanaman tetapi juga menyediakan habitat yang mendukung keberadaan polinator. Berikutnya pada perlakuan insektisida menunjukkan nilai rendah sepanjang pengamatan, tentunya hasil penelitian mencerminkan efek langsung insektisida dalam menekan populasi hama tetapi juga mengurangi populasi polinator dan organisme non-target lainnya. Dari hasil penelitian maka dapat dilihat, refugia terbukti merupakan pendekatan yang lebih berkelanjutan dibandingkan kontrol maupun insektisida dalam pengelolaan ekosistem pertanian.



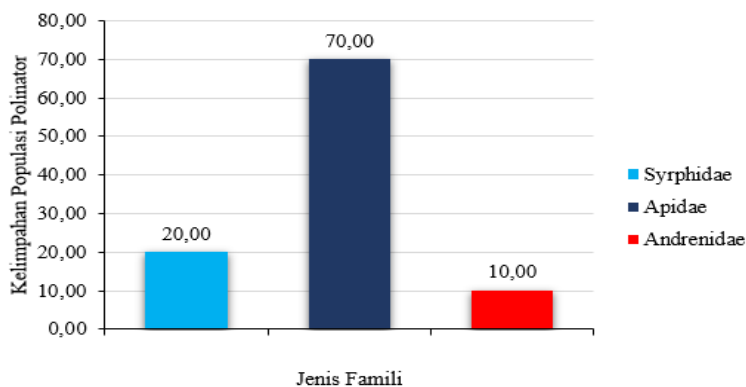
Gambar 8. Kelimpahan Populasi Serangga Polinator Pada Perlakuan Kontrol (P0)

Berdasarkan Gambar 8 hasil penelitian menunjukkan populasi dari tiga famili serangga, yaitu famili megachilidae memiliki pelaporan tertinggi sebesar 52,38%, diikuti oleh apidae sebesar 38,10%, dan Nymphalidae terendah sebesar 9,52%. Dominasi Megachilidae mengindikasikan peran pentingnya sebagai polinator yang sering ditemukan pada tanaman hortikultura. Sementara itu famili apidae, meskipun lebih dikenal sebagai polinator, juga berperan sebagai predator oportunist terhadap serangga kecil di lingkungan tertentu. Dan famili Nymphalidae memiliki peran predasi yang lebih terbatas, kemungkinan disebabkan oleh preferensi makan atau habitat yang kurang mendukung aktivitas predasi.



Gambar 9. Kelimpahan Populasi Serangga Polinator Pada Perlakuan Refugia (P1)

Berdasarkan Gambar 9 terlihat bahwa perlakuan refugia (P1), famili Apidae memiliki pelaporan tertinggi dengan nilai 40,91%, menunjukkan yang dominan sebagai polinator di lingkungan ini. Nymphalidae berada di urutan kedua dengan melaporkan 21,21%, diikuti oleh Andrenidae (18,18%). Sementara itu, famili Pieridae, Syrphidae, dan Megachilidae memiliki penyampaian yang lebih rendah, masing-masing sebesar 6,06%, 4,55%, dan 9,09%. Kelimpahan yang tinggi pada Apidae dapat dijelaskan oleh kemampuan mereka untuk memanfaatkan sumber daya dari refugia secara efektif, sedangkan keanekaragaman famili lainnya menunjukkan dukungan refugia dalam menciptakan habitat yang mendukung berbagai jenis polinator. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan refugia berperan penting dalam meningkatkan kelimpahan dan keanekaragaman polinator pada ekosistem pertanian.



Gambar 10. Kelimpahan Populasi Serangga Polinator Pada Perlakuan Insektisida (P2)

Berdasarkan Gambar 10, populasi musuh alami pada perlakuan insektisida (P2) didominasi oleh famili Apidae dengan pelaporan sebesar 70,00%. Famili Syrphidae berada di urutan kedua dengan pendapat 20,00%, sedangkan famili Andrenidae memiliki kelimpahan terendah, yaitu 10,00%. Dominasi Apidae dapat dijelaskan melalui kemampuan adaptasi mereka terhadap lingkungan yang terpapar insektisida. Famili Syrphidae juga diketahui berkontribusi dalam pengendalian hama melalui predasi terhadap larva serangga kecil, meskipun dilaporkan lebih rendah dibandingkan Apidae. Sementara itu, Andrenidae menunjukkan paparan yang lebih rendah, kemungkinan disebabkan oleh sensitivitas yang lebih tinggi terhadap paparan

insektisida atau keterbatasan kemampuan predasinya. Hasil ini mengindikasikan bahwa perlakuan insektisida mempengaruhi struktur komunitas musuh alami, dengan family tertentu yang mampu bertahan dan mendominasi lingkungan yang terpapar bahan kimia.

4. KESIMPULAN DAN SARAN/REKOMENDASI

4.1 Kesimpulan

Dapat disimpulkan penelitian terkait pengaruh penggunaan tanaman refugia terhadap kelimpahan dan biodiversitas musuh alami pada tanaman cabai rawit (*Capsicum Frutescens* L.) menunjukkan bahwa perlakuan refugia (P1) mampu meningkatkan populasi dan keanekaragaman serangga predator maupun polinator, dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0) dan insektisida kimia (P2). Pada serangga predator, refugia menghasilkan 9 famili, lebih banyak dibandingkan dengan kontrol (7 famili) dan insektisida (5 famili), yang menunjukkan bahwa refugia menciptakan habitat yang lebih mendukung keberagaman predator yang berperan dalam pengendalian hama. Di sisi lain, pada serangga polinator, perlakuan refugia juga menunjukkan keberagaman yang lebih tinggi, dengan ditemukannya 6 famili, sementara pada kontrol dan insektisida hanya terdapat 3 famili. Famili Apidae mendominasi pada semua perlakuan, namun jumlah individu polinator lebih tinggi pada perlakuan refugia mencapai 27 individu. Sebaliknya, perlakuan insektisida menyebabkan penurunan yang signifikan dalam jumlah dan keanekaragaman serangga polinator, yang mencerminkan dampak negatif insektisida terhadap organisme non-target.

4.2 Saran/Rekomendasi

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi lebih lanjut jenis-jenis tanaman refugia yang paling efektif dalam meningkatkan biodiversitas musuh alami serta dampaknya terhadap hasil panen tanaman cabai rawit. Selain itu, diperlukan penelitian jangka panjang untuk mengkaji stabilitas populasi musuh alami dalam ekosistem pertanian berbasis refugia. Analisis lebih mendalam mengenai interaksi antara serangga predator dan polinator dengan hama utama tanaman cabai juga penting untuk menentukan strategi pengendalian hama yang lebih berkelanjutan.

REFERENSI

- Andayani, S. A. (2016). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Cabai Merah. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 1(3), 261–268.
- Apalle, S., & Haryadi, N. T. (2023). Berkala Ilmiah Pertanian The Effectiveness Of A Combination Of Refugia Plants And Natural Pesticides In Suppressing The Population Of Thrips Pests (Thrips Sp). *Berkala Ilmiah Pertanian*, 6(4), 204–208.
- Asih Hestin Atas. (2019). *Dampak Penggunaan Pestisida Pada Tanaman Cabai (Capsicum Annum L.) Terhadap Keanekaragaman Arthropoda Tanah Pada Lahan Dengan Sistem Pertanian Semi Organik Dan Konvensional Di Kecamatan Dau Kabupaten Malang*. Universitas Brawijaya Malang.
- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (1966). *Buku Pengenalan Pelajaran Serangga*. Penerbit Gadjah Mada University Press.
- Buxton, R. T., Mckenna, M. F., Clapp, M., Meyer, E., Stabenau, E., Angeloni, L. M., Crooks, K., & Wittemyer, G. (2018). Efficacy Of Extracting Indices From Large-Scale Acoustic Recordings To Monitor Biodiversity. *Conservation Biology*, 32(5), 1174–1184.
- Haryadi, N. T., Muhlison, W., & Ashar, M. B. D. Al. (2022). Efektifitas Penanaman Refugia Terhadap Populasi Dan Intensitas Serangan Hama Kutu Kebul (Bemisia Tabaci) Pada Pertanaman Cabai Merah Besar (Capsicum Annum L.). *Jurnal Bioindustri*, 7(2), 2–4.
- Hidayah, L., & Haryadi, N. T. (2021). Pengaruh Beberapa Tanaman Berbunga Terhadap Keragaman Dan Populasi Hama Serta Musuh Alami Pada Pertanaman Cabai Rawit (Capsicum Frutescens). *Jurnal Pertanian Tropik*.
- Musa, N., & Lihawa, M. (2021). Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Penerapan Teknologi Pengendalian Hama Pada Tanaman Cabai Di Desa Hulawa Kecamatan Telaga Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Pada Masyarakat*, 5(2), 67–73.
- Nurdin. (2011). Teknologi Dan Perkembangan Agribisnis Cabai Di Kabupaten Boalemo Provinsi Gorontalo. *Jurnal Litbang Pertanian*, 30(2).
- Pohan, A. P., Lubis, A. D., Sumantri, B. F., Ardani, F., Syahrial, G., Juliana, Ai`In, N., Khoiriah, N., Ginting, M. R., Reda, M., Putri, S. D. R., & Mardiana, S. (2024). Indeks Ekologi Dan Kepadatan Komunitas Cerithidea Spp. Di Perairan Pengudang Dan Dompok. *Populer: Jurnal Penelitian Mahasiswa*, 3(2).
- Pratiwi, L., Anggraeni, & Apriyadi, R. (2023). Keanekaragaman Coccinellid Predator Sebagai Musuh Alami Hama Kutu-Kutuan Pada Ekosistem Pertanaman Cabai Merah Di Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka. *Jurnal Sumberdaya Hayati*, 9(3), 119–124.

- Prihatiningrum, C., Nafi'udin, A. F., & Habibullah, M. (2021). Identifikasi Teknik Pengendalian Hama Penyakit Tanaman Cabai Di Desa Kebonlegi Kecamatan Kaliangkrik Kabupaten Magelang. *Jurnal Pertanian Cemara*, 18(1), 19–24.
- Putra, I. N. W., Susila, I. W., & Bagus, I. G. N. (2019). Kelimpahan Spesies Lalat Buah (Diptera: Tephritidae) Dan Parasitoidnya Yang Berasosiasi Pada Tanaman Belimbing (*Averrhoa Carambola* L.) Di Kabupaten Gianyar. *Agrotrop : Journal On Agriculture Science*, 9(1), 1.
- Saranani, M. (2023). Pengendalian Hama Tanaman Cabai Rawit Dan Dampaknya Terhadap Pendapatan Petani Di Desa Lalopisi Kecamatan Meluhu. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman*, 2(2), 115–126.
- Saraswati, I. G. A. E., Pharmawati, M., & Junitha, I. K. (2012). Karakter Morfologi Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L.) Yang Dipengaruhi Sodium Azida Pada Fase Generatif Generasi M1. *Jurnal Biologi*, Xvi(1), 23–26.
- Sari, D. E., & Fitrianti. (2022). Perbandingan Jenis-Jenis Arthropoda Pada Lahan Yang Diaplikasikan Pestisida Nabati Dan Refugia. *Bioma : Jurnal Biologi Makassar*, 7(1), 68–75.
- Septariani, D. N., Herawati, A., & Mujiyo. (2019). Pemanfaatan Berbagai Tanaman Refugia Sebagai Pengendali Hama Alami Pada Tanaman Cabai (*Capsicum Annum* L.). *Prima: Journal Of Community Empowering And Services*.
- Setiawati, N., Sutrisno, & Purwanto, Y. A. (2020). Analisis Rantai Nilai Cabai Di Sentra Produksi Kabupaten Majalengka Jawa Barat. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, 3(2).
- Sijabat, O. S., Purba, E., Marheni, & Rahmawati, N. (2023). Ketertarikan Serangga Pada Tanaman Refugia Di Perkebunan Kelapa Sawit. In *Prosiding Seminar Nasional Pssh (Pendidikan, Saintek, Sosial Dan Hukum)*.
- Solihin, A. P., Lihawa, M., & Saputra, I. W. D. (2020). The Identifikasi Dan Preferensi Lalat Buah (*Bactrocera* Spp.) Terhadap Estrak Serai (*Andropogon Nardus*) Dan Warna Perangkap Pada Tanaman Cabai (*Capsicum Annum*). *Jurnal Agercolere*, 2(2), 53–58.
- Tangahu, I., Azis, M. A., & Jamin, F. S. (2022). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum Annum* L.) Terhadap Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Kandang Sapi. *Jurnal Agroteknotropika*, 11(1), 10–17.
- Teka, E. (2023). *Keanekaragaman Serangga Hama Dan Musuh Alami Pada Tanaman Buncis (Phaseolus Vulgaris L.) Di Desa Cumbi, Kecamatan Ruteng, Kabupaten Manggarai*. Universitas Nusa Cendana Fakultas.
- Wahyuningsih, F., Arthana, I. W., & Saraswati, S. A. (2020). Struktur Komunitas Echinodermata Di Area Padang Lamun Pantai Samuh, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung. *Current Trends In Aquatic Science*, 3(2), 52–58.
- Wandari, S. (2023). *Statistik Hortikultura Provinsi Gorontalo 2022 Volume 7,2023* (Vol. 7). Badan Pusat Statistik Provinsi Gorontalo.
- Wibowo. (2017). *Panduan Praktis Penggunaan Pupuk Dan Pestisida* (Penebar Swadaya Grup. (Ed.)).
- Zai, M. (2020). *Dampak Refugia Terhadap Kelimpahan Dan Keragaman Serangga Di Pertanaman Cabai Merah (Capsicum Annum L.)*.