

Pengaruh Penanaman Refugia terhadap Struktur Komunitas Musuh Alami pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

Fatihaturrizqi¹, Djuhari¹, Anita Qur'ania¹

¹ Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang,
Jalan MT. Haryono, No. 193, Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia
Email korespondensi : fatihahngali@gmail.com

Abstrak

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) rentan terhadap serangan hama yang mengancam produksi. Penanaman refugia merupakan strategi ekologis penting untuk mendukung musuh alami, tetapi pengaruh kombinasi warna refugia terhadap struktur komunitasnya belum banyak dikaji. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh kombinasi refugia terhadap kelimpahan, keanekaragaman (H'), kemerataan (E), kekayaan spesies (R), dan dominasi (D) musuh alami. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) sederhana dengan perlakuan tanpa refugia (R_0) serta variasi kombinasi marigold dan zinnia ($R_1 - R_9$). Hasil menunjukkan bahwa kombinasi marigold orange dan zinnia ungu (R_5) paling efektif meningkatkan kelimpahan dan struktur komunitas musuh alami dibandingkan R_0 . Keunggulan R_5 terbukti konsisten pada keempat indeks ekologi: indeks keanekaragaman (H') berada pada kategori sedang ($H' = 1 - 3$) sejak 21 HST, indeks kemerataan (E) paling seimbang pada 21 HST, skor kekayaan spesies (R) tertinggi, serta menekan dominansi (D) pada kategori rendah ($D < 0.50$) dibandingkan R_0 tergolong sedang ($0,5 - < 0,75$). Penanaman refugia kombinasi terbukti efektif meningkatkan keanekaragaman hayati dan stabilitas ekosistem bawang merah.

Kata kunci: Bawang Merah, Refugia, Musuh Alami, Struktur Komunitas

Abstract

Shallot (*Allium ascalonicum* L.) is vulnerable to insect pest infestations that threaten crop production. Refugia planting offers an essential ecological strategy to support natural enemies, yet the influence of refugia color combinations on their community structure remains understudied. This study aimed to analyze the effects of various refugia combinations on natural enemy abundance, diversity (H'), evenness (E), species richness (R), and dominance (D). The experiment utilized a simple Randomized Block Design (RBD) consisting of a control without refugia (R_0) and various marigold and zinnia combinations (R_1-R_9). Result indicated that the combination of orange marigolds and purple zinnians (R_5) was the most effective treatment in enhancing natural enemy abundance and community structure compared to R_0 . The superiority of R_5 was consistently demonstrated across all four ecological indices: maintaining a moderate diversity indeks ($H' = 1 - 3$) starting at 21 DAP, promoting the most balanced population evenness (E) at 21 DAP, recording the highest species richness score (R), and maintaining low dominance ($D < 0.50$) compared to the moderate dominance in R_0 ($0,5 - < 0,75$). Polyculture refugia planting effectively enhances biodiversity and ecosystem stability in shallot cultivation.

Keywords: Allium ascalonicum, Refugia, Natural Enemies, Community Structure

Pendahuluan

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan tanaman sayuran bernilai ekonomi tinggi di Indonesia, tetapi produksinya sering terancam oleh serangan ulat grayak (*Spodoptera exigua* Hubner). Ketergantungan yang tinggi pada insektisida sintesis dalam mengendalikan hama ini tidak hanya meningkatkan biaya operasional, tetapi juga merusak struktur komunitas musuh alami di agroekosistem. Salah satu pendekatan ekologis yang menjanjikan adalah pengelolaan habitat menggunakan refugia berbunga untuk mendukung keberlangsungan agen hayati secara alami. Ali *et al.* (2019) membuktikan bahwa tanaman berbunga menyediakan nutrisi esensial berupa nektar dan polen yang dapat meningkatkan kebugaran serta masa hidup musuh alami. Memperkuat temuan tersebut, pemodelan matematis oleh Lutfi *et al.* (2025) menegaskan bahwa menjaga rasio refugia terhadap tanaman utama sangat penting untuk mempertahankan populasi predator dan parasitoid di lahan.

Dalam konteks agroekosistem di Indonesia, Aldini *et al.* (2019) menunjukkan bahwa tanaman berbunga seperti *Tagetes erecta* dan *Zinnia elegans* mampu meningkatkan keanekaragaman serta kelimpahan musuh alami dari famili Mymaridae dan Syrphida, meskipun sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada ekosistem padi atau penanaman refugia secara tunggal. Masing-masing tanaman refugia ini memiliki mekanisme penarik tersendiri, *Tagetes erecta* (marigold) menghasilkan senyawa alami yang mampu mengusir serangga hama sekaligus menarik predator alami, sedangkan *Zinnia elegans* memiliki fase pembungaan yang panjang hingga 15 hari sehingga efektif menarik serangga penyerbuk serta musuh alami seperti *Menochilus sexmaculatus* yang memangsa kutu kebul, trips, dan tungau (Harahap *et al.*, 2021).

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan potensi marigold dan zinnia sebagai refugia, pengaruh spesifik dari variasi warna bunga dalam memikat dan membentuk struktur komunitas musuh alami pada agroekosistem bawang merah masih belum dieksplorasi secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penanaman refugia terhadap struktur komunitas musuh alami pada tanaman bawang merah. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh berbagai kombinasi variasi warna refugia terhadap kelimpahan, keanekaragaman (H'), kemerataan (E), kekayaan spesies (R), serta dominansi (D) musuh alami.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2025 pada lahan yang berlokasi di Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia, pada ketinggian 500-800 mdpl, curah hujan 400 mm, dan suhu harian 19-29°C.

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) Sederhana. Petak perlakuan terdiri dari sepuluh perlakuan yaitu, R0 (Kontrol/Tanpa refugia), R1 (Marigold Kuning + Zinnia Merah), R2 (Marigold Kuning + Zinnia Ungu), R3 (Marigold Kuning + Zinnia Pink), R4 (Marigold Orange + Zinnia Merah), R5 (Marigold Orange + Zinnia Ungu), R6 (Marigold Orange + Zinnia Pink), R7 (Marigold Putih + Zinnia Merah), R8 (Marigold Putih + Zinnia Ungu), R9 (Marigold Putih + Zinnia Pink). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga total petak perlakuan adalah 30 petak.

Identifikasi musuh alami menggunakan buku Identifikasi Serangga (Borror *et al.*, 1996). Selanjutnya analisis struktur komunitas musuh alami menggunakan rumus indeks sebagai berikut:

1. Indeks Keanekaragaman (H') Musuh Alami

$$H' = - \sum (p_i \ln p_i)$$

Dimana:

H' : Indeks Keanekaragaman Jenis

$\sum$: Jumlah Jenis

n_i : Jumlah Individu Tiap Jenis

N : Jumlah Total Semua Individu

Tabel 1. Skor Indeks Keanekaragaman (H') Musuh Alami

Skor Indeks	Kategori
H' < 1	Keanekaragaman Rendah
H' 1 – 3	Keanekaragaman Sedang
H' > 3	Keanekaragaman Tinggi

2. Indeks Kemerataan (E) Musuh Alami

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

Dimana:

E : Indeks kemerataan jenis

H' : Indeks keanekaragaman jenis

S : Jumlah jenis

Tabel 2. Skor Indeks Kemerataan (E) Musuh Alami

Skor Indeks	Kategori
0	Sebaran individu tidak merata
1	Sebaran individu antar spesies merata

3. Indeks Kekayaan Spesies (R) Musuh Alami

$$R = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

Dimana:

R : Indeks kekayaan spesies

S : Jumlah jenis spesies

N : Jumlah individu spesies

Tabel 3. Skor Indeks Kekayaan Spesies (R) Musuh Alami

Skor Indeks	Kategori
< 3,5	Kekayaan Jenis Rendah
3,5 – 5,0	Kekayaan Jenis Sedang
> 5,0	Kekayaan Jenis Tinggi

4. Indeks Dominansi Spesies (D) Musuh Alami

$$D = \sum (n_i / N)^2$$

Dimana:

D : Indeks dominansi

n_i : Jumlah individu tiap spesies

N : Jumlah individu seluruh spesies

Tabel 4. Skor Indeks Dominansi Spesies (D) Musuh Alami

Nilai Indeks	Kategori
< 0,5	Dominansi Spesies Rendah
0,5 – < 0,75	Dominansi Spesies Sedang
0,75 – ≤ 1	Dominansi Spesies Tinggi

Hasil dan Pembahasan

Musuh Alami

Berdasarkan hasil pengamatan musuh alami pada ekosistem bawang merah dengan berbagai perlakuan refugia ditemukan keanekaragaman predator dan parasitoid. Serangga-serangga ini tergolong ke dalam 13 famili dari 7 ordo, yaitu

Araneae, Odonata, Hymenoptera, Coleoptera, Orthoptera, Mantodea, dan Dermaptera. Di antara taksa yang teridentifikasi, famili Formicidae (Semut) dan Coccinellidae (kumbang koksi) merupakan kelompok paling dominan dalam hal kelimpahan populasi di seluruh perlakuan. Kelimpahan dari setiap famili musuh alami di seluruh perlakuan disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Kelimpahan Musuh Alami Pada Berbagai Perlakuan Refugia

No	Famili	Perlakuan									
		R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
PREDATOR											
Ordo Coleoptera											
1	Coccinellidae	15	27	55	23	41	66	40	21	32	29
Ordo Araneae											
2	Oxyopidae	1	11	31	23	40	52	14	5	20	19
3	Anyphaenidae	5	2	0	5	8	20	0	5	6	0
4	Lycosidae	1	29	8	20	16	21	16	12	10	8
Ordo Hymenoptera											
5	Sphecidae	0	0	0	8	4	23	2	1	4	9
6	Formicidae	112	101	187	132	164	223	162	90	165	110
7	Gasteruptiidae	0	11	0	0	8	12	5	0	2	0
Ordo Odonata											
8	Coenagrionidae	0	0	6	14	10	19	0	6	1	11
9	Libellulidae	4	12	19	42	18	47	12	16	21	22
Ordo Orthoptera											
10	Gryllidae	0	6	0	6	7	17	7	7	5	1
11	Tettigoniidae	0	2	0	8	16	5	14	3	0	12
Ordo Mantodea											
12	Mantidae	0	5	13	7	11	10	10	6	7	0
Ordo Dermaptera											
13	Forficulidae	1	5	5	2	15	17	10	6	3	0
Total Predator		139	211	324	290	358	532	292	178	276	221
PARASITOID											
Ordo Hymenoptera											
1	Braconidae	0	11	2	9	10	10	0	1	3	3
Total Parasitoid		0	11	2	9	10	10	0	1	3	3

Kelimpahan total musuh alami tertinggi dicatat pada perlakuan R5 dengan total 532 individu, diikuti oleh R4 dan R2. Temuan ini, jika dibandingkan dengan hasil penelitian Winarto *et al.* (2022), menunjukkan bahwa kombinasi tanaman refugia secara

signifikan lebih efektif dalam menarik musuh alami dibandingkan penanaman refugia secara tunggal. Ketika Winarto *et al.* (2022), mengamati bahwa monokultur marigold dan zinnia masing-masing hanya menarik 14 dan 10 individu Hymenoptera, penanaman kombinasi marigold orange dan zinnia ungu pada perlakuan R5 menghasilkan kelimpahan yang jauh lebih tinggi. Peningkatan signifikan ini membuktikan bahwa sinergi kombinasi refugia menyediakan habitat yang lebih ideal bagi predator maupun parasitoid. Sebagaimana dicatat oleh Martuti dan Rini (2022), parasitoid, terutama dari kelompok Hymenoptera merupakan agen pengendali hayati penting yang menyelesaikan siklus hidupnya dengan bertelur di dalam tubuh serangga inang. Kehadiran musuh alami spesialis ini, dipadukan dengan keanekaragaman predator generalis, berkontribusi pada sistem penekanan populasi hama pada pertanaman bawang merah.

Indeks Keanekaragaman (H') Musuh Alami

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA), indeks keanekaragaman (H') musuh alami menunjukkan terdapat pengaruh nyata pada umur 21 – 42 HST dan tidak berbeda nyata pada umur 14 HST dan 49 HST. Rata-rata indeks keanekaragaman (H') pada setiap perlakuan disajikan dalam tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis ANOVA Indeks Keanekaragaman (H') Musuh Alami

Perlakuan	Indeks Keanekaragaman (H')					
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST
R0	0.60 (R)	0.81 (R) a	0.69 (R) a	0.51 (R) a	0.42 (R) a	0.49 (R)
R1	0.68 (R)	0.81 (R) a	0.99 (R) a	1.24 (S) a	1.15 (S) a	1.06 (S)
R2	0.88 (R)	0.94 (R) a	1.03 (S) a	1.68 (S) a	1.08 (S) a	1.19 (S)
R3	0.66 (R)	1.26 (S) a	1.42 (S) a	1.89(S)a b	1.31 (S) a	1.22 (S)
R4	0.66 (R)	1.41(S)a b	1.18 (S) a	1.77 (S) a	1.50(S)ab	1.56 (S)
R5	0.68 (R)	1.62 (S) b	1.61 (S) b	2.03 (S) b	1.51 (S) b	1.42 (S)
R6	0.85 (R)	1.28 (S) a	1.46 (S) a	1.41 (S) a	1.12 (S) a	1.40 (S)
R7	0.85 (R)	1.28 (S) a	1.52(S)a b	1.40 (S) a	1.20 (S) a	1.24 (S)
R8	0.61 (R)	0.88 (R) a	1.50 (S) a	1.54 (S) a	1.11 (S) a	1.12 (S)
R9	0.66 (R)	1.01 (S) a	1.40 (S) a	1.61 (S) a	1.17 (S) a	1.18 (S)
BNJ 5%	TN	0.74	0.79	0.81	0.90	TN

Keterangan: Huruf dalam kurung menunjukkan skor Indeks Keanekaragaman, R: Rendah ($H' < 1$), S: Sedang ($H' 1 - 3$), T: Tinggi ($H' > 3$). Angka yang disertai dengan huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada pengujian BNJ 5%, TN: Tidak Nyata, HST: Hari Setelah Tanam

Hasil analisis terhadap indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') musuh alami menunjukkan bahwa perlakuan tanpa refugia (kontrol) secara konsisten berada pada kategori rendah ($H' < 1$) dari awal hingga akhir pengamatan, sedangkan petak dengan refugia mengalami peningkatan ke kategori sedang ($H' = 1-3$) sejak 21 HST. Perlakuan R5 secara konsisten menghasilkan tingkat keanekaragaman tertinggi dari minggu ke minggu (21–41 HST), meskipun pada umur pengamatan tertentu tidak berbeda nyata dengan R4 (21 HST dan 42 HST), R7 (28 HST), serta R3 (35 HST (Tabel 6). Tingginya keanekaragaman dan kesamaan komunitas serangga pada perlakuan refugia ini dipicu oleh kemiripan warna bunga serta jarak tanam yang berdekatan (Winarto *et al.*, 2022). Hal ini di dukung oleh tipe penglihatan serangga predator yang peka terhadap spektrum warna kuning cerah, hijau, dan merah muda (Sihombing *et al.*, 2013). Secara spesifik, marigold tidak hanya memikat musuh alami melalui warna cerah, dan aroma khasnya, sementara bunga zinnia yang berukuran besar dan melimpah menyediakan sumber pakan yang cukup bagi serangga. (Winarto *et al.*, 2022).

Indeks Kemerataan (E) Musuh Alami

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA), indeks kemerataan musuh alami menunjukkan perbedaan yang signifikan pada 21 HST, dan tidak berbeda nyata pada umur 14, 28, 35, 42 dan 49 HST. Rata-rata indeks kemerataan (E) musuh alami pada setiap perlakuan disajikan dalam tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis ANOVA Indeks Kemerataan (E) Musuh Alami

Perlakuan	Indeks Kemerataan (E)					
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST
R0	0.87 (T)	0.87 (T) a	0.67 (T)	0.73 (T)	0.73 (T)	0.71 (T)
R1	0.83 (T)	0.98(T)ab	0.95 (T)	0.86 (T)	0.92 (T)	0.88 (T)
R2	0.91 (T)	0.75 (T) a	0.82 (T)	0.89 (T)	0.93 (T)	0.76 (T)
R3	0.95 (T)	0.86 (T) a	0.95 (T)	0.90 (T)	0.91 (T)	0.89 (T)
R4	0.96 (T)	0.95 (T) a	0.84 (T)	0.87 (T)	0.92 (T)	0.94 (T)
R5	0.99 (T)	1.02 (M) b	0.84 (T)	0.94 (T)	0.94 (T)	0.91 (T)
R6	0.90 (T)	0.89 (T) a	0.88 (T)	0.87 (T)	0.82 (T)	0.84 (T)
R7	0.93 (T)	0.92 (T) a	0.88 (T)	0.91 (T)	0.82 (T)	0.91 (T)
R8	0.88 (T)	0.80 (T) a	0.87 (T)	0.87 (T)	0.78 (T)	0.87 (T)
R9	0.95 (T)	0.95 (T) a	0.87 (T)	0.85 (T)	0.88 (T)	0.92 (T)
BNJ 5%	TN	0.26	TN	TN	TN	TN

Keterangan: Huruf dalam kurung menunjukkan skor Indeks Kemerataan, T: Tidak merata (0), M: Merata (1). Angka yang disertai dengan huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada pengujian BNJ 5%, TN: Tidak Nyata, HST: Hari Setelah Tanam

Berdasarkan analisis kemerataan musuh alami pada 21 HST, perlakuan R5 menunjukkan indeks kemerataan tertinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa kombinasi marigold orange dan zinnia ungu mampu mendorong distribusi populasi musuh alami yang lebih seimbang dibandingkan perlakuan kontrol maupun perlakuan lainnya. Meski demikian, secara keseluruhan indeks kemerataan di seluruh petak perlakuan tergolong relatif rendah sepanjang periode pengamatan karena nilainya tidak mendekati angka 1. Temuan ini sejalan dengan Baderan *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa nilai indeks kemerataan Pielou yang mendekati 1 mencerminkan tingkat distribusi individu yang seimbang antar spesies dalam suatu komunitas. Sebaliknya, nilai kemerataan yang relatif rendah pada penelitian ini mengindikasikan adanya keberadaan spesies dominan atau sub dominan di dalam ekosistem pertanian bawang merah tersebut.

Indeks Kekayaan Spesies (R) Musuh Alami

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA), indeks kekayaan spesies (R) musuh alami menunjukkan perbedaan nyata pada 21, 28, dan 35 HST, sedangkan tidak ditemukan perbedaan nyata pada 14, 42, dan 49 HST. Rata-rata indeks kekayaan spesies (R) musuh alami pada setiap perlakuan disajikan dalam tabel 8.

Tabel 8. Hasil Analisis ANOVA Indeks Kekayaan Spesies (R) Musuh Alami

Perlakuan	Indeks Kekayaan Spesies (R)					
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST
R0	0.71 (R)	0.49 (R) a	0.55 (R) a	0.44 (R) a	0.49 (R)	0.54 (R)
R1	1.17 (R)	0.58 (R) a	0.96 (R) a	1.29 (R) a	1.00 (R)	0.95 (R)
R2	1.20 (R)	1.16 (R) a	1.06 (R) a	1.64 (R) a	0.75 (R)	1.20 (R)
R3	0.61 (R)	1.22 (R) a	1.43 (R) a	1.91 (R) b	1.05 (R)	1.19 (R)
R4	0.68 (R)	1.76(R)ab	1.24 (R) a	1.82(R)ab	1.23 (R)	1.30 (R)
R5	0.87 (R)	1.87 (R) b	2.02 (R) b	1.84 (R) b	1.18 (R)	1.29 (R)
R6	0.93 (R)	1.10 (R) a	1.64(R)ab	1.32 (R) a	1.15 (R)	1.20 (R)
R7	0.90 (R)	1.13 (R) a	1.22 (R) a	1.57 (R) a	1.26 (R)	1.37 (R)
R8	0.62 (R)	0.76 (R) a	1.62 (R) a	1.43 (R) a	1.08 (R)	1.12 (R)
R9	0.63 (R)	0.73 (R) a	1.34 (R) a	1.56 (R) a	1.26 (R)	1.28 (R)
BNJ 5%	TN	1.06	1.27	1.34	TN	TN

Keterangan: Huruf dalam kurung menunjukkan skor Indeks Kekayaan Spesies, R: Rendah (< 3.5), S: Sedang (3.5 – 5.0), T: Tinggi (> 5.0). Angka yang disertai dengan huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada pengujian BNJ 5%, TN: Tidak Nyata, HST: Hari Setelah Tanam

Analisis kekayaan spesies menunjukkan perlakuan R5 menghasilkan tingkat keanekaragaman musuh alami tertinggi. Meskipun indeks kekayaan spesies di seluruh petak masih tergolong rendah (< 3.5). Temuan ini sejalan dengan Ali *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa kelimpahan sumber daya bunga menyediakan nektar dan polen esensial yang mampu meningkatkan kebugaran serta keberlangsungan musuh alami di lahan. Kekayaan spesies yang lebih tinggi pada R5 juga mendukung model stabilitas populasi usulan Lutfi *et al.* (2025) yang menekankan pentingnya menjaga rasio refugia terhadap tanaman utama untuk mempertahankan populasi predator dan mencegah ledakan hama. Mengingat indeks kekayaan berbanding lurus dengan populasi spesies, rendahnya kekayaan spesies ini sebagaimana dicatat Adawiyah *et al.* (2020), umumnya dipicu oleh distribusi populasi yang tidak merata akibat kondisi lingkungan yang kurang optimal.

Indeks Dominansi Spesies (D) Musuh Alami

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA), indeks Dominansi Spesies (D) musuh alami menunjukkan perbedaan nyata pada umur 28, 35, dan 42 HST, sedangkan tidak ditemukan perbedaan nyata pada umur 14, 21, dan 49 HST. Rata-rata indeks Dominansi Spesies (D) musuh alami pada setiap perlakuan disajikan dalam tabel 9.

Tabel 9. Hasil Analisis ANOVA Indeks Dominansi Spesies (D) Musuh Alami

Perlakuan	Indeks Dominansi Spesies (D)					
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST	49 HST
R0	0.59 (S)	0.50 (S)	0.56 (S) b	0.56 (S) b	0.77 (S) b	0.69 (S)
R1	0.51 (S)	0.46 (R)	0.40 (R) a	0.35 (R) a	0.39 (R) a	0.40 (R)
R2	0.46 (R)	0.45 (R)	0.34 (R) a	0.21 (R) a	0.41 (R) a	1.00 (T)
R3	0.54 (S)	0.46 (R)	0.26 (R) a	0.18 (R) a	0.31 (R) a	0.35 (R)
R4	0.53 (S)	0.27 (R)	0.33 (R) a	0.21 (R) a	0.26 (R) a	0.23 (R)
R5	0.51 (S)	0.88 (T)	0.23 (R) a	0.15 (R) a	0.28 (R) a	0.28 (R)
R6	0.47 (R)	0.32 (R)	0.27 (R) a	0.30 (R) a	0.45 (R) a	0.32 (R)
R7	0.46 (R)	0.30 (R)	0.28 (R) a	0.30 (R) a	0.36 (R) a	0.32 (R)
R8	0.65 (S)	0.49 (R)	0.29 (R) a	0.26 (R) a	0.42 (R) a	0.37 (R)
R9	0.57 (S)	0.39 (R)	0.28 (R) a	0.25 (R) a	0.38 (R) a	0.35 (R)
BNJ 5%	TN	TN	0.28	0.26	0.38	TN

Keterangan: Huruf dalam kurung menunjukkan skor Indeks Dominansi Spesies, R : Rendah (< 0.50), S : Sedang ($0.50 - < 0.75$), T : Tinggi ($0.75 - \leq 1$). Angka yang disertai dengan huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada pengujian BNJ 5%, TN: Tidak Nyata, HST: Hari Setelah Tanam

Berdasarkan hasil analisis ragam, indeks dominansi musuh alami menunjukkan perbedaan nyata pada pengamatan 28, 35, dan 42 HST, sedangkan pada 14, 21, dan

49 HST tidak berbeda nyata. Hasil ini mengindikasikan tidak adanya spesies musuh alami yang mendominasi pada petak bawang merah yang dikelilingi refugia, dimana nilainya secara konsisten berada pada kategori dominansi rendah (< 50). Sebaliknya, perlakuan kontrol (R0) menunjukkan dominansi sedang ($0.50 - < 0,75$), yang mengindikasikan adanya spesies tertentu yang lebih unggul akibat ketiadaan refugia. Rendahnya indeks dominansi pada petak refugia berkaitan erat dengan ketersediaan sumber daya bunga yang beragam. Pada awal pengamatan, kerapatan bunga relatif rendah karena refugia masih berada pada fase awal pembungaan sehingga nektar yang dihasilkan terbatas. Namun, pembungaan meningkat signifikan sejak 21 HST hingga panen, menyediakan pasokan nektar dan polen secara konsisten. Sebagaimana dijelaskan oleh Kurniawati dan Martono (2015), kondisi lingkungan yang mendukung serta ketersediaan pakan dan tempat berlindung dari tanaman refugia ini mampu mencegah ledakan populasi tunggal, sehingga menjaga indeks dominansi tetap rendah dan struktur komunitas tetap seimbang.

Kesimpulan dan Saran

Penanaman kombinasi refugia marigold orange dan zinnia ungu (perlakuan R5) secara signifikan paling efektif dalam menarik dan mendukung populasi musuh alami, dengan total kelimpahan mencapai 532 individu dari 13 famili dan 7 ordo. Secara konsisten R5 menghasilkan indeks keanekaragaman (H') kategori sedang ($H' = 1 - 3$) sejak 21 HST, serta mendorong pemerataan populasi (E) yang seimbang pada 21 HST. Selain itu, R5 menunjukkan kecenderungan skor kekayaan spesies (R) terbaik di antara seluruh perlakuan, dan berhasil menekan indeks Dominansi spesies (D) pada kategori rendah ($D < 0.50$), berbeda dari kontrol yang mengalami dominansi sedang. Dengan demikian, penanaman kombinasi refugia terbukti mendukung stabilitas ekosistem dan penekanan hama secara alami.

Petani disarankan menerapkan penanaman refugia secara kombinasi (marigold dan zinnia) untuk menjaga ketersediaan pakan musuh alami secara berkelanjutan. Penelitian selanjutnya perlu mengkaji tingkat pemangsaan spesifik terhadap hama utama serta analisis efisiensi ekonomi terhadap penerapan refugia pada skala lahan yang lebih luas.

Daftar Pustaka

- Adawiyah, R., Aphroyanti, L. & Aidawati, N. 2020. The effect of refugia flower color on insect diversity in Tomato (*Solanum lycopersicum*) plants. *J. Proteksi Tanaman Tropika*. vol. 3, no. 2, pp. 194-199.

- Aldini, G.M., Martono, E. & Trisyono, Y.A. 2019. Diversity of natural enemies associated with refuge flowering plants of *Zinnia elegans*, *Cosmos sulphureus*, and *Tagetes erecta* in rice ecosystem. *J. Perlindungan Tanaman Indonesia*. vol. 23, no. 2, pp. 285-291.
- Ali, M.P., Bari, M.N., Haque, S.S., Kabir, M.M.M., Afrin, S., Nowrin, F., Islam, M.S. & Landis, D.A. 2019. Establishing next-generation pest control services in rice fields: eco-agriculture. *Sci. Rep.* 9, 10180.
- Baderan, D.W.K., Rahim, S., M. A.ngio & Salim, A.I.B. 2021. Plant species diversity, evenness, and richness of the otanaha fortress potential geosite as a pioneer for geopark development in Gorontalo Province. *Jurnal biologi*. vol. 14, no. 2, pp. 264-274.
- Borror, J. D., Triplehorn, A. C., Johnson, F. N. 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga Edisi VI*, Penerjemah drh. Soetiyono Partosoedjojo Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Harahap, W. U., Fadhillah, W., Intan, D. R. 2021. Fenologi Bunga *Zinnia* sp dan Potensinya Sebagai Refugia Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum*). *Journal of Biology and Applied Biology*. vol. 4, no. 2, hlm. 125-132.
- Kurniawati, N. & Martono, E. 2015. The Role of Flowering Plants as a Conservation Medium for Natural Enemy Arthropods. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. vol. 19, no. 2, hlm. 53-59.
- Lutfi, M., Suryanto, A., Darti, I. & Abdullah, F.A. 2025. Dynamics of pest control model using natural enemy and refugia plant. *Results Control Optim.* vol. 20, article 100607.
- Martuti, N. K. T., Rini, A. 2022. Keanekaragaman Serangga Parasitoid (Hymenoptera) di Perkebunan Jambu Biji Desa Kalipakis Sukorejo Kendal. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences* vol. 45, no. 1, hlm. 1-8.
- Sihombing, W S, Y Pangestiniingsih, dan M U Tarigan. 2013. Pengaruh perangkap warna berperekat terhadap hama capsid (*Cyrtopeltis tenuis* Reut) (Hemiptera Miridae) pada tanaman tembakau (*Nicotiana tabacum* L.). *Jurnal Online Agroekoteknologi*. vol. 1, no. 4.
- Winarto., Wilyus., Fuad, N. 2022. Karakteristik Komunitas Serangga Pengunjung Bunga Pada Beberapa Tanaman Refugia. *Jurnal Media Pertanian*. vol. 7, no. 2, hlm. 94-100.