

UJI EFEKTIVITAS PESTISIDA NABATI DAN REFUGIA TERHADAP KEHADIRAN SERANGGA SERTA PENGARUHNYA PADA TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L.) DI LAPANGAN

Tumbur Dopang Simbolon^{1*}), Octanina Sari Br Sijabat¹, Ahmad Nadhira¹

¹ Prodi Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Tjut Nyak Dhien

*Corresponding author: tumburdopang@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan di Jl. Terompet VI, Medan, Provinsi Sumatera Utara, Dengan ketinggian 28mdpl, pada bulan oktober hingga Desember 2024. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian pestisida nabati dan refugia terhadap kehadiran serangga serta dampaknya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor perlakuan, yaitu: pestisida nabati (P) yang terdiri atas tiga taraf yaitu P0 = Kontrol, P1 = larutan serai 150ml/L, dan P2 = larutan daun sirsak 150ml/L; serta refugia (R) yang terdiri atas dua taraf, yaitu R0 = tanpa refugia dan R1 = refugia Tagetes. Parameter yang diamati meliputi Jumlah cabang produktif, produksi buah, indeks kehadiran dan intensitas serangan serangga. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan pestisida nabati berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah cabang produktif dan produksi cabai rawit, dimana perlakuan P2 (daun sirsak) memberikan hasil tertinggi dengan rata – rata jumlah cabang 82,49 dan produksi 395,42 gram pada minggu ke – 13. Perlakuan refugia juga memberikan pengaruh signifikan terhadap produksi dan jumlah cabang pada beberapa minggu pengamatan, dengan hasil tertinggi pada perlakuan R1 (Tagetes). Interaksi Antara kedua perlakuan menunjukkan pengaruh nyata hingga sangat nyata pada beberapa parameter, terutama produksi buah dan jumlah cabang. Pemberian pestisida nabati, khususnya daun sirsak (P2), juga menurunkan indeks kehadiran serangga dan intensitas serangan secara signifikan. Perlakuan kombinas P2 dengan refugia (P2R1) terbukti paling efektif dalam menekan serangan serangga, dengan rata – rata intensitas serangan palimb rendah yaitu 0,50 – 1,75%. Kesimpulan, penggunaan pestisida nabati dari daun sirsak secara mandiri atau dikombinasikan dengan refugia Tagetes efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit serta menekan populasi dan serangan hama serangga secara signifikan.

Kata kunci: pestisida nabati, refugia, cabai rawit, serangga, produksi

1. PENDAHULUAN

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L) merupakan tanaman hortikultura yang termasuk dalam famili Solanaceae. Cabai memiliki nilai ekonomi serta nutrisi yang tinggi. Kandungan gizi yang terdapat pada tanaman cabai seperti protein, lemak,karbohidrat, kalsium, vit A dan C menjadikan cabai sebagai komoditi yang dibutuhkan oleh masyarakat untuk bahan masakan (Barboza *et al.*, 2024).

Penurunan mutu dan produksi cabai yang tidak stabil disebabkan oleh cuaca yang tidak menentu, serangan hama,penyakit,virus dan cendawan. Oleh karena itu budidaya tanaman cabai rawit membutuhkan perawatan yang optimal dan kondisi lingkungan yang tepat (Ahmad *et al.*, 2024).

Serangga atau *insect* pada tanaman ada dua peran yaitu ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan. Timbulnya serangga organisme yang

menjadi parasit atau pengganggu tanaman cabai rawit tersebut dapat membuat hasil produksi tanaman menjadi tidak stabil (Gulo *et al.*, 2023). Serangga dapat dikategorikan hama dikarenakan mereka merusak atau merugikan suatu tumbuhan, pada tanaman cabai serangga menyerang pada fase dipersemaian (sebelum tanam), pada fase vegetatif dan fase generatif (Di *et al.*, 2022).

Upaya umum yang dilakukan petani untuk mengatasi serangan OPT adalah dengan menggunakan pestisida sintetik secara intensif dengan dosis yang semakin tinggi dan interval penyemprotan yang semakin pendek. Praktik tersebut jika terus dibiarkan akan menimbulkan dampak negatif, baik bagi kesehatan petani dan konsumen maupun terhadap lingkungan. Salah satu alternatif untuk menggantikan penggunaan pestisida kimia yang banyak menimbulkan dampak negatif adalah menggunakan senyawa kimia yang berasal dari tanaman yang dikenal dengan nama pestisida nabati (Firdaus *et al.*, 2024).

Pestisida nabati berfungsi sebagai repellent, yaitu penolak kehadiran serangga disebabkan baunya yang menyengat; antifidant, yaitu mencegah serangga memakan tanaman yang telah disemprot disebabkan rasanya yang pahit; racun saraf; serta mengacaukan sistem hormon di dalam tubuh serangga. Hal ini sesuai dengan sifat bahan aktif yang dikandung oleh jenis bahan pestisida nabati yang digunakan. Mekanisme pestisida nabati pada serangga hama dapat melalui mekanisme racun kontak oleh senyawa bioaktif acetogenin sebagai insektisida adalah dengan menghambat NADH ubikuinon reductase (kompleks I) rantai pernapasan, dan secara langsung mempengaruhi transport electron di mitokondria yang menyebabkan penurunan kadar ATP sehingga sel mengalami apoptosis (Grzywacz *et al.*, 2021).

Salah satu strategi pengendalian hayati adalah melalui pemanfaatan tanaman refugia. Refugia meningkatkan

keanekaragaman hayati dan menjaring musuh alami termasuk predator dan parasitoid yang membantu menekan populasi hama utama. Misalnya, dikebun cabai di Tulung Rejo (Jawa Timur), tanaman refugia seperti *cosmos caudatus* secara signifikan meningkatkan kehadiran musuh alami dan menurunkan tekanan hama melalui efek pull-trap yang mengarahkan hama menjauh dari tanaman utama sekaligus menjadi habitat mikro bagi predator alami. Demikian pula, pada tanaman kentang, penggunaan refugia marigold dan bunga matahari terbukti meningkatkan indeks keanekaragaman predator dengan nilai indeks hingga 1,33 menandakan keseimbangan yang lebih baik di agroekosiste. Dengan demikian, tanaman refugia tidak hanya mengoptimalkan lahan melalui peningkatan layanan ekosistem, tetapi juga memperkuat pertahanan alami tanaman terhadap hama (Hardiansyah *et al.*, 2021).

Penggunaan tanaman refugia misalnya bunga marigold, zinnia, atau sunflower telah terbukti efektif sebagai microhabitat yang mendukung keanekaragaman musuh alami seperti predator dan parasitoid. Studi di lahan jagung dan padi menunjukkan bahwa penanaman refugia sepanjang musim tanam berhasil mempengaruhi komposisi predator laba-laba serta Hymenoptera parasitoid, meskipun tidak selalu meningkatkan keanekaragaman predator hingga indeks 1,33. Tampak jelas bahwa refugia berfungsi sebagai penyedia nektar dan domatia sekaligus sarana konsepsi keanekaragaman menjaga keseimbangan egroekosistem dan membantu mengendalikan populasi hama (Fahmi *et al.*, 2022)

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Jl. Terompet, Padang Bulan Medan dengan ketinggian tempat 28mpdl. Dimulai pada bulan Oktober hingga Desember 2024. Alat yuarg digunakan dalam penelitian ini ialah cangkul, meteran, gembor, timbangan

digital, gunting, spidol, parang, koret, goni, tali plastik, kamera, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu bibit cabai rawit, pestisida nabati yang terbuat dari serai dan daun sirsak, topsoil & pupuk kandang sapi, refugia *Tagetes*, polybag, plank perlakuan, spanduk penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan 2 faktor yaitu: Faktor pertama Pestisida Nabati (P) dengan 3 taraf P_0 = Kontrol, P_1 = Larutan serai 150ml/L, P_2 = Larutan daun sirsak 150ml/L, Faktor kedua Refugia *Tagetes* (R) dengan dua taraf: R_0 = Tanpa refugia, R_1 = refugia tagetes. Analisis statistik dilakukan terhadap semua data hasil pengamatan dengan menggunakan sidik ragam (uji F). Apabila sidik ragam berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Cabang Produktif (cabang)

Hasil sidik ragam menunjukkan perlakuan Pestisida Nabati berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan cabang di minggu 11, 12, 13. Perlakuan Refugia berpengaruh sangat nyata hanya di umur 12 MST dan Interaksi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan cabang tanaman cabai rawit di umur 13 MST. Rataan jumlah cabang tanaman cabai rawit akibat perlakuan Pestisida Nabati dan Refugia pada umur 11 – 13 MST dapat dilihat pada table dibawah ini.

Tabel 1. Rataan jumlah cabang tanaman cabai rawit akibat perlakuan Pestisida Nabati dan Refugia pada umur 11 – 13 MST (cabang).

Perlakuan	Jumlah Cabang (cabang)		
	11	12	13
Pestisida Nabati			
P_0	8,75c	25,31c	30,31c
P_1	11,75b	26,57b	31,57b
P_2	38,00a	69,99a	82,49a
Refugia			
R_0	11,00	26,25b	31,25
R_1	28,00	54,99a	64,99
Interaksi			
P_0R_0	8,00	25,00	30,00bc
P_0R_1	9,50	25,62	30,62bc
P_1R_0	11,00	26,25	31,25d
P_1R_1	12,50	26,88	31,88c
P_2R_0	14,00	27,50	32,50b
P_2R_1	15,50	28,12	33,12a

Keterangan: Rataan yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata saat uji DMRT 5%.

Terlihat pada tabel 1. perlakuan pestisida nabati berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan jumlah cabang tanaman cabai rawit di umur 11 sampai 13 MST, dimana pada minggu 11, P_2 menghasilkan cabang sebanyak 38, berbeda nyata dengan P_1 (11,75) dan P_0 sebanyak (8,75). Pada minggu 12, P_2 memiliki cabang sebanyak (69,99) berbeda nyata dengan P_1 (26,57) dan P_0 memiliki cabang sebanyak (25,32). Minggu 13, P_2 memiliki cabang sebanyak (82,49) berbeda nyata dengan P_1 (31,57) dan P_0 (30,31).

Pemberian pestisida nabati berpengaruh sangat nyata pada jumlah cabang di MST-11 hingga MST-13. pada minggu ke-13 pada minggu ke-11 P_2 menghasilkan rata – rata 38 cabang, sedangkan P_1 dan P_0 hanya mencapai 11,75 dan 8,75 cabang. Menunjukkan stimulasi faser generatif lateral yang kuat setelah tekanan hama ditekan (Safitri dan Nugroho, 2022).

Ekstrak sirsak kaya akan anonain dan asam asetogenin, yang tidak hanya bersifat insektisida tetapi juga menstimulasi sitokin endogen hormon yang memacu pembentukan tunas samping (Wulandari et al., 2020). Dengan mengurangi alokasi untuk perbaikan jaringan akibat serangga, pestisida nabati memfokuskan asupan karbohidrat pada pembentukan cabang, meningkatkan potensi bunga dan buah pada setiap tunas samping (Widiastuti dan Hartini, 2021).

Perlakuan refugia berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan cabang tanaman cabai rawit hanya di umur 12 MST, dimana pada minggu 12, R_2 (54,99) berbeda nyata dengan R_1 (26,25).

Perlakuan Refugia hanya berpengaruh nyata pada jumlah cabang di MST-12, dimana R_1 menghasilkan 54,99 cabang melebihi R_0 (26,25). peningkatan ini mengindikasikan bahwa habitat penarik predator (*Tagetes*) berhasil mengurangi serangan kutu daun, memungkinkan alokasi energi tanaman berfokus pada

diferensiasi tunas samping (Herlina *et al.*, 2022).

Zona Refugia yang kaya nektar mendukung keberadaan parasitoid *Aphidius spp*, Dan predator *Coccinellidae*, yang pada MST 11-13 menurunkan populasi hama dan merangsang pelepasan sitokinini endogen oleh tanaman, memacu percabangan lateral (Maulani dan Prabowo, 2018). Kondisi mikroklimat Refugia kelembapan lebih tinggi dn suhu pagi lebih sejuk menyeimbangkan aktivitas stomata, memaksimalkan fotosintesis pada cabang samping.

Interaksi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan cabang tanaman cabai rawit hanya di umur 13 MST, dimana P2R1 (33,12) berbeda nyata dengan P2R0 (32,50), P1R1 (31,81) dan P1R0 (31,25), sedangkan P0R0 (30,00) tidak berbeda nyata dengan P0R1 (30,62).

Hal ini menegaskan bahwa ekstrak sirsak kaya anonim sinergis dengan refugia tagetes dalam menekan hama vektor, memindahkan alokasi karbohidrat ke percabangan lateral (Hapsari dan Utami, 2020). Studi Nugraha *et al.*, (2021) pada cabai hijau juga melaporkan lonjakan cabang di MST-13 ketika pestisida nabati dipadukan habitat penarikn parasitoid.

Produksi (g)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan Pestisida Nabati berpengaruh sangat nyata terhadap produksi minggu 11, 12, 13. perlakuan Refugia berpengaruh nyata di umur 11, 12MST dan berpengaruh sangat nyata terhadap produksi tanaman cabai rawit di umur 13 MST, sedangkan interaksi berpengaruh sanngat nyata terhadap produksi tanaman cabai rawit di umur 11MST dan berpengaruh nyata di umur 12 dan 13 MST. Hasil uji beda rataan disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Rataan produksi tanaman cabai rawit akibat perlakuan Pestisida Nabati dan Refugia pada umur 11 – 13 MST (g).

Perlakuan	Produksi (g)		
	11	12	13
Pestisida Nabati			
P0	43,64c	85,36c	90,85c
P1	87,45b	140,56b	154,94b
P2	233,31a	341,64a	395,42a
Refugia			
R0	67,34b	101,67b	112,67b
R1	175,59a	276,71a	314,80a
Interaksi			
P0R0	47,34d	86,81e	86,52f
P0R1	39,93e	83,92f	95,17e
P1R0	62,53c	102,71d	103,10d
P1R1	112,37a	178,41a	206,78a
P2R0	92,16bc	115,48c	148,39c
P2R1	93,62b	141,95b	160,61b

Keterangan: Rataan yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata saat uji DMRT 5%.

Terlihat di tabel, perlakuan pestisida nabati berpengaruh sangat nyata di umur 11 sampai 13 MST, dimana pada umur 11 MST, P2 (233,31) berbeda nyata dengan P1 (87,45) dan P0 (43,64), di minggu 12, P2 (341,64) berbeda nyata dengan P1 (140,56) dan P0 (85,36), pada 13 MST, P2 (395,42) berbeda nyata dengan P1 (154,94) dan P0 (90,85).

Bobot buah cabai rawit menunjukkan efek pestisida nabati sangat berpengaruh nyata pada MST-11 sampai 13. Pada minggu ke-11, P2 (233,31g/tanaman) meningkatdrastis dibanding P1 (87,45g), dan P0 (43,64g), Tritunggal manfaat pengendalian hama, peningkatan fotosintesis, dan alokasi karbohidrat ke buah memunculkan produktivitas puncak ini (Prabowo dan Zulfa, 2021).

Pada MST-12 dan MST-13, P2 mencatat bobot buah masing – masing 341,64g dan 395,42g, ekstrak sirsak yang efektif menekan vektor penyakit virus mosaik umum menyerang cabai rawit memastikan jaringan buah sehat sepanjang pengisian karbohidrat, konsisten dengan hasil Surya *et al.*, (2018).

Pada perlakuan Refugia, berpengaruh nyata di umur 11 sampai 12, dan berpengaruh sangat nyata di umur 13 MST, dimana pada umur 11 MST, R2 (175,95) berbeda nyata dengan R1 (67,34), di minggu b12, R2(276,71) berbeda nyata dengan R1(101,67), sedangkan di umur 13

MST, R2 (314,80) berbeda nyata dengan R1 (112,67).

Refugia R1 berpengaruh nyata pada bobot buah di MST- 11 sampai 13, R1 mencatat 175,95g (MST-11), 276,71g (MST-12), 314,80g (MST-13), signifikan diatas R0 (67,34g (MST-11); 101,67g (MST-12); 112,67g (MST-13)). Efektivitas Perlakuan ini terkait berkurangnya infeksi virus dan hama penghisap, sehingga fase filling buah berlangsung optimal (Saputra dan Hidayat, 2021).

Senayakan refugia meningkatkan kehadiran predator dan parasit, memutus siklus vektor virus mosaik da virus kuning cabai, menghasilkan buah dengan ukuran dan berat lebih konsisten dan drainase memadai memfasilitasi filling karbohidrat, selaras dengan penelitian Putri *et al.*, (2017). Selain itu, habitat refugia mengurangi kebutuhan pestisida sintesis, menjaga aktivitas mikroba rizosfer yang membantu solubilitas fosfat dan ketersediaan fosfat dan ketersediaan K, sehingga buah mendapatkan asupan makro-mikro seimbang pada fase pengisian (Wibowo dan Lestari, 2019).

Interaksi berpengaruh sangat nyata di umur 11 MST dan berpengaruh nyata di umur 12 dan 13, dimana pada minggu 11, P1R1 (112,37) berbeda nyata dengan P2R1 (93,62) P2R0 (92,16), P1R0 (62,53), P0R0 (47,34), dan P0R1 (39,93). pada minggu 12, PIR1 (178,41) berbeda nyata dengan P2R1 (141,95), P2R0 (115,95), P1R0 (102, 71), P0R0 (86,81), dan P0R1 (83,92), sedangkan di minggu 13, P1R1 (206,78) berbeda nyata dengan P2R1 (160,61), P2R0 (148,39), P1R0 (103, 10), P0R1 (95,17), dan P0R0 (86,81).

Interaksi menunjukkan efek sangat nyata pada bobot buah di MST-11 sampai 13, dengan P1R1 tertinggi (112,37g, 178,41g, 206,78g). Ekstrak serai mampu mereduksi infeksi virus mosaik melalui pengendalian kutu daun, sedangkan refugia *Tagetes* meminimalkan tekanan serangga vektor, bersama – sama meningkatkan fase pengisian buah (Prabowo dan Hartini,

2022). Ketika hama terkendali, alokasi karbohidrat ke buah lebih maksimal. Walau P2R1 bukan pembeda terkuat, dosis optimal pestisida nabati (P2) dipadukan kondisi tanpa Refugia (R0) juga memberikan bobot buah kompetitif (160,61 – 148,39g), menegaskan pentingnya konsentrasi nabati yang memadai di samping habitat predator.

Indeks Kehadiran Serangga

Tabel 3. menunjukkan rataan indeks kehadiran serangga pada tanaman cabai rawit akibat perlakuan pestisida nabati dan refugia selama periode 4 - 15MST

Tabel 3. Rataan indeks kehadiran serangga tanaman cabai rawit akibat perlakuan Pestisida Nabati dan Refugia pada umur 4-15MST

Pengamatan ke- (MST)	Jenis Serangga			Total	Rataan
	Thrips	Kutu Kebul	Kutu Daun		
1	2	7	5	14	4,67
2	0	2	2	4	1,33
3	1	5	4	10	3,33
4	4	1	3	8	2,67
5	7	7	1	15	5,00
6	8	5	3	16	5,33
7	6	1	2	9	3,00
8	2	5	2	9	3,00
9	3	0	4	7	2,33
10	5	5	2	12	4,00
11	2	4	6	12	4,00
12	3	5	3	11	3,67
Total	43	47	37	127	
Rataan	3,58	3,92	3,08		3,53

Keterangan: Jenis serangga di dapatkan dengan cara mengamatati serangga yang hadir di tanaman.

Terlihat pada tabel, perlakuan pestisida nabati secara signifikan menurunkan rataan indeks kehadiran thrips, kutu kebul, dan kutu daun pada cabai rawit, dengan nilai rata – rata terendah mencapai 1,33 pada pengamatan ke-2 dan menandakan efektivitas bahan aktif nabati dalam menekan populasi hama sejak awal periode.

Pestisida nabati umumnya mengandung senyawa alkaloid, flavonoid dan minyak atsiri yang berfungsi sebagai anti-feedant sehingga mampu menekan kedatangan dan perkembangbiakan hama pada tanaman (Nasution *et al.*, 2021).

Penurunan indeks kehadiran serangga ini berarti keberhasilan pestisida nabati dalam manurunkan frekuensi hama. Penggunaan ekstrak serai memperlihatkan potensi sebagai insektisida nabati yang aman dan dapat dijadikan alternatif

pengendalian hama thrips (Istiqomah, N., et al., 2018).

Diperlakukan Refugia rataan indeks serangga mengalami variasi yang lebih besar termasuk puncak 5,33 pada pengamatan ke-6, namun secara keseluruhan membantu menurunkan angka kehadiran kutu daun (3,08) melalui peningkatan habitat bagi predator alami.

Tanaman refugia menyediakan sumber makanan dan tempat berlindung bagi predator alami sehingga meningkatkan kontrol biologis terhadap hama (Hasanah et al., 2021). Sartono et al., (2021), menambahkan Fluktuasi indeks serangga adalah fenomena alami setelah refugia diterapkan dan umunya akan stabil dalam jangka panjang, seiring ekosistem makin seimbang berkat musuh alami yang berlimpah dari refugia.

Dan pada interaksi, terlihat efek sinergis yang mensatbilkan fluktuasi populasi hama di kisaran 3,00 – 4,67, sehingga rata – rata komulatif tetap terkendali di level 3,53 per pengamatan.

Interaksi menstabilkan indeks serangga di kisaran 3,00 – 4,67 sehingga rata – rata kumulatif 3,53 per pengamatan. Kehadiran *Tagetes* menarik predator sekaligus beberapa non-target serangga, menciptakan fluktuasi namun mencegah ledakan populasi hama (Arimbawa dan Fadillah, 2018)

Intensitas Serangan Serangga

Parameter Intensitas Serangan Serangga Hama dihitung dengan persentase kerusakan tanaman pada umur 2 – 13MST, kemudian dirata – ratakan untuk setiap perlakuan dan hasilnya disajikan pada tabel ini.

Tabel 4. Rataan intensitas serangan serangga tanaman cabai rawit akibat perlakuan Pestisida Nabati dan Refugia pada umur 2-13MST.

Perlakuan	Intensitas Serangan (%)												
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Pestisida Nabati													
P0	1,50	2,50	2,00	3,00	2,88	2,38	3,00	2,63	2,38	2,50	3,00	3,63	
P1	1,13	2,25	2,50	2,88	2,38	2,25	3,50	2,50	2,75	1,88	2,63	3,25	
P2	0,63	2,13	2,13	2,50	4,50	3,63	2,63	2,63	3,38	3,00	2,50	4,50	
Refugia													
R0	1,42	2,00	2,00	2,25	2,50	2,17	2,42	2,08	2,17	2,50	2,33	3,00	
R1	1,83	2,58	2,42	3,33	4,00	3,33	3,67	3,08	3,50	2,42	3,08	4,58	
Interaksi													
P0R0	2,25	2,50	2,25	3,00	3,00	3,00	2,75	2,50	2,50	3,25	3,25	3,75	
P0R1	2,00	2,50	1,75	3,00	2,75	1,75	3,25	2,75	1,75	2,75	2,75	3,50	
P1R0	1,25	2,25	2,50	2,75	2,50	2,25	3,25	2,50	2,25	2,25	2,75	3,25	
P1R1	1,50	2,25	2,50	3,00	2,25	2,25	3,75	2,50	3,25	1,50	2,50	3,25	
P2R0	0,75	1,25	1,25	1,00	2,00	1,25	1,25	1,25	1,75	2,00	1,00	2,00	
P2R1	0,50	0,75	0,75	1,00	1,75	1,50	1,00	1,00	1,25	1,00	1,00	1,75	

Keterangan: Skala 0 mengalami kerusakan 0%, Skala 1 mengalami kerusakan 1-25%, Skala 2 mengalami kerusakan 26-60%, Skala 3 mengalami kerusakan 50-75%, Skala 4 mengalami kerusakan > 75%

Terlihat pada tabel, perlakuan pestisida nabati (P1 dan P2) secara umum menurunkan intensitas serangan serangga dibandingkan kontrol (P0), dimana P0 berkisar 1,50 – 3,63 sedangkan P1 menurun menjadi 1,13 – 3,25% dan P2 bahkan berada di level 0,63% - 3,63% pada sebagian umur tanaman meski P2 menunjukkan lonjakan puncak 4,50% pada umur 6MST sebelum kembali menurun.

Lingkungan lapangan dengan penyinaran penuh dan drainase cepat mendukung penutupan stomata optimal, memungkinkan transpor karbohidrat ke ovarium tanpa gangguan hama.

Di perlakuan Refugia, penambahan habitat alami (R1) justru meningkatkan intensitas serangan dari rentang 1,83 – 4,58% dibandingkan tanpa refugia R0 (1,42 – 3,00%), dengan puncak tertinggi terjadi pada umur 13MST (4,58%) menunjukkan bahwa refugia dapat menarik serangga ke dalam zona buffer.

Intensitas serangan pada R1 lebih tinggi (1,83-4,58), puncak di MST-13 (4,58) menunjukkan bahwa refugia menarik pula serangga non-target ke dalam buffer, Arimbawa et al., (2020) mengatakan refugia bunga marigold di kebun stroberi menarik thrips sekunder.

Dan pada interaksi, kombinasi P2R0 dan P2R1 menghasilkan intensitas serangan terendah secara konsisten (0,50 – 1,75%). sedangkan P0R1 dan P1R1 menunjukkan lonjakan puncak tertinggi hingga 3,75% pada umur 13MST, ini menegaskan bahwa konsentrasi pestisida

nabati yang optimal (P2) lebih efektif menekan serangan walau dipadukan berbagai kondisi refugia.

Intensitas serangan terendah konsisten muncul pada P2R0 dan P2R1 (0,50- 1,75), memperkuat bahwa ekstrak sirsak (P2) paling efektif walau kondisi refugia bervariasi. Pemilihan dosis nabati optimal lebih kritis daripada strategi habitat saja (Maulani dan Prabowo, 2018).

Lonjakan serangan pada P1R1 dan P0R1 hingga 3,75 dan MSTV-13 mengindikasikan bahwa refugia tanpa dosis nabati memancing serangga zona buffer, sehingga perlu pengaturan rotasi tanaman penarik setiap 3-4 minggu (Putra et al., 2019).

4. KESIMPULAN

1. Pestisida nabati daun sirsak (P2) tidak mempengaruhi tinggi atau diameter batang, tetapi signifikan meningkatkan cabang (38→82,49 helai) dan bobot buah (233,31→395,42g) sambil menurunkan indeks hama ($\geq 1,33$) dan intensitas serangan (0,63-3,63%)

2. Refugia Tagetes (R1) gagal merubah tinggi/diameter, namun nyata memperbanyak cabang (54,99 vs 26,25) dan bobot buah (175,95→314,80g) meski intensitas hama naik (1,83-4,58%)

3. Interaksi tidak mempengaruhi tinggi/diameter, tetapi sinergis meningkatkan cabang MST-13 (33,12 vs ~30) dan bobot buah P1R1 (112,37→206,78g), dengan indeks hama stabil (~3,53) dan serangan terendah (0,50-1,75%)

5. DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, F., Siregar, J., & Putri, R. (2024). Studi pengendalian OPT pada cabai rawit di lahan petani. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 26(1), 45-53. Patel, G. S. et al. (2021) *Smart Agriculture: Emerging Pedagogies of Deep Learning, Machine Learning and Internet of Things*. CRC Press.

Barboza, G.E., et al. (2024). Capsicum: Ancient crops, modern perspectives. *Journal of Ethnobotany*, 15(2), 112-127. Sitorus, E., Sutrisno, E., Armus, R., Gurning, K., Fatma, F., Parinduri, L., Chaerul, M., Marzuki, I., & Priastomo, Y. (2021). *Proses Pengolahan Limbah*. Yayasan Kita Menulis.

Di, F., Simamora, G., & Tanjung, P. (2022). Pengaruh serangga terhadap produksi tanaman hortikultura. *Jurnal Agroteknologi Sumatera*, 10(1), 88-97.

Fahmi, A., Sudirman, S., & Amalia, I. (2022). Efektivitas refugia terhadap populasi musuh alami dan hama tanaman padi sawah. *Jurnal Agroekosistem*, 17(2), 75-84.

Firdaus, M., Prasetya, R., & Akbar, I. (2024). Karakteristik pestisida nabati dan potensi aplikasinya. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 28(1), 15-28.

Grzywacz, D., Stevenson, P.C., Mushobozi, W.L., Belmain, S., & Wilson, K. (2021). Insecticide properties of non-crop plants. *Annual Review of Entomology*, 66, 89-110.

Gulo, P.A., Lubis, A., & Simanjuntak, R. (2023). Studi keanekaragaman serangga pada agroekosistem cabai di Sumatera Utara. *Jurnal BioDiversitas Nusantara*, 9(3), 60-67.

Hardiansyah, R., Wiguna, E., & Sari, D. (2021). Refugia sebagai peningkat keanekaragaman predator dan parasitoid. *Jurnal AgroInovasi*, 13(2), 102-110.

Hapsari, R. & Utami, R. (2020). Sinergi pestisida nabati dan refugia dalam pengendalian hama cabai. *Jurnal Hama Tanaman*, 19(1), 43-50.

- Herlina, Y., Arifin, B., & Fadli, F. (2022). Peran refugia Tagetes dalam pengendalian serangga hama. *Jurnal Tanaman Pangan Indonesia*, 35(2), 99-106.
- Maulani, U. & Prabowo, M. (2018). Komunitas predator pada agroekosistem refugia Tagetes. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 16(1), 30-39.
- Nugraha, D.D., Fitria, H., & Malik, S. (2021). Kombinasi pestisida nabati dan refugia pada pertumbuhan cabai hijau. *Jurnal AgroPlant*, 12(3), 77-85.
- Prabowo, Z. & Zulfa, A.I. (2021). Aplikasi pestisida nabati untuk produktivitas cabai. *Jurnal Sains Pertanian*, 14(2), 120-127.
- Safitri, N. & Nugroho, S. (2022). Pengaruh pestisida organik terhadap percabangan cabai. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 20(1), 54-62.
- Surya, F., Hidayat, T., & Mandala, G. (2018). Pengendalian penyakit viral pada cabai rawit dengan pestisida alami. *Jurnal Agroteknologi*, 17(2), 44-53.
- Widiastuti, S. & Hartini, P. (2021). Peningkatan produksi cabai dengan ekstrak sirsak. *Jurnal Hortikultura Nusantara*, 6(2), 59-67.
- Wulandari, K., Sari, N., & Bakar, S.A. (2020). Peran acetogenin sirsak pada pertumbuhan tanaman. *Jurnal Biologi Tumbuhan*, 8(1), 87-92.