

## Pengelolaan Populasi Hama *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera; Noctuidae) dengan Tanaman Refugia pada Tanaman Bawang Merah

Tri Yaninta Ginting<sup>1\*</sup>, Andi Setiawan<sup>2</sup>, Muhammad Farhan Abdul Aziz<sup>3</sup>,  
Muhammad Hafiq Aezad<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Jl. Jenderal Gatot Subroto km. 4.5, Simpang Tanjung, Medan Sunggal, Medan, Sumatera Utara.

\*Corresponding author, email: triyanintaginting@dosen.pancabudi.ac.id

### ABSTRACT

*This study aims to manage the population of Spodoptera exigua pests using refuge plants in onion crops. The research employed a non-factorial randomized complete block design with 4 treatments, namely P0 (red onion without refuge plants/ control), P1 (red onion intercropped with Marigold), P2 (red onion intercropped with Zinnia), and P3 (red onion intercropped with combination both Marigold and Zinnia), with each treatment being replicated 6 times. The study comprised 24 experimental units, with each unit containing 4 plants, resulting in a total of 96 plants. The results revealed that the highest population density occurred in treatment P0 (red onion without refuge plants/ control) with a percentage of 0.55 %, while the lowest population density was observed in treatment P3 (red onion intercropped with combination both Marigold and Zinnia) with a percentage of  $2.1 \times 10^{-17}$  %. The analysis indicated significant differences between treatments P0 and P3. The conclusion drawn from this study is that treatment P3, involving the combination of Marigold and zinnia, yielded the most effective results for managing the population of S. exigua pests in red onion cultivation.*

**Keywords:** red onion, population, refuge plants, S. exigua

### ABSTRAK

*Penelitian ini bertujuan untuk mengelola populasi hama Spodoptera exigua dengan menggunakan tanaman refugia pada tanaman bawang. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok non faktorial dengan 4 perlakuan yaitu P0 (tanaman bawang merah tanpa tanaman refugia/ kontrol), P1 (tanaman bawang merah tumpang sari Marigold), P2 (tanaman bawang merah tumpang sari Zinnia), dan P3 (tanaman bawang merah tumpang sari kombinasi Marigold dan Zinnia), dengan setiap perlakuan diulang sebanyak 6 ulangan. Pada penelitian ini terdapat 24 unit percobaan dengan setiap unit percobaan terdapat 4 tanaman sehingga total jumlah tanaman keseluruhan ada 96 tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan populasi tertinggi terjadi pada perlakuan P0 (tanaman bawang merah tanpa tanaman refugia/ kontrol) dengan persentase sebesar 0,55 %, sementara kepadatan populasi terendah terdapat pada perlakuan P3 (tanaman bawang merah tumpang sari kombinasi Marigold dan Zinnia) dengan persentase sebesar  $2.1 \times 10^{-17}$  %. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan P0 dan P3 memiliki perbedaan nyata sangat signifikan. Kesimpulan yang diperoleh yaitu perlakuan P3 yaitu kombinasi Marigold dengan Zinnia memberikan hasil pengaruh yang terbaik untuk pengelolaan populasi hama S. exigua pada budidaya tanaman bawang merah.*

**Kata kunci:** bawang merah, populasi, refugia, *S. exigua*

## PENDAHULUAN

*Spodoptera exigua* Hübner, yang dikenal dengan nama ulat grayak bawang, merupakan salah satu hama yang sering menyerang tanaman bawang merah dan menyebabkan kerugian yang signifikan bagi petani (Lubis et al. 2022). Pengelolaan spesies hama ini merupakan tantangan bagi petani karena reproduksi yang cepat serta distribusi yang luas. Metode pengendalian hama tradisional seringkali bergantung pada pestisida sintetis, yang tidak hanya berisiko bagi kesehatan manusia dan lingkungan, tetapi juga berkontribusi pada perkembangan resistensi dalam populasi hama (Luta 2022). Dalam beberapa tahun terakhir, terdapat minat yang meningkat dalam mengeksplorasi pendekatan alternatif dan berkelanjutan dalam pengelolaan hama, dengan fokus khusus pada pemanfaatan tanaman refugia (Ma et al. 2019).

Tanaman refugia, juga dikenal sebagai tanaman perangkap atau tanaman pendamping, memainkan peran penting dalam strategi pengelolaan hama terpadu (PHT) dengan menyediakan habitat yang menguntungkan bagi musuh alami hama serta berfungsi sebagai pengalih perhatian atau penolak bagi spesies hama yang dituju (Sembiring dan Sebayang 2019). Di antara berbagai jenis tanaman refugia, Marigold (*Tagetes* spp.) dan Zinnia (*Zinnia* spp.) telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam mengelola populasi *S. exigua* pada tanaman bawang merah (Sitepu dan Refnizuida 2023).

Marigold (*Tagetes* spp.) adalah tanaman refugia yang terkenal yang mengeluarkan senyawa volatil tertentu yang dikenal dapat menghalau atau mencegah serangan hama. Senyawa-senyawa ini, seperti limonen dan oksimen, bertindak sebagai penghalau serangga alami, mengganggu perilaku pencarian inang dari hama seperti *S. exigua* (Liu et al. 2018). Selain itu, bunga Marigold menghasilkan nektar yang menarik bagi serangga-serangga yang menguntungkan, termasuk parasitoid dan predator, yang berkontribusi pada pengendalian biologis populasi hama (Landis et al. 2000). Penelitian telah menunjukkan efektivitas intercropping bawang merah dengan Marigold dalam mengurangi insiden infestasi *S. exigua* dan meminimalkan kerusakan tanaman (Ma et al. 2019).

Demikian pula, Zinnia (*Zinnia* spp.) juga telah diteliti sebagai tanaman refugia potensial untuk mengelola populasi *S. exigua* pada tanaman bawang merah. Tanaman Zinnia memiliki karakteristik tertentu yang membuatnya menarik bagi hama, sehingga mengalihkan perhatian mereka dari tanaman utama. Studi telah menunjukkan bahwa keberadaan tanaman Zinnia dalam ladang bawang merah dapat mengurangi kerusakan oleh hama dengan berfungsi sebagai umpan bagi *S. exigua*, sehingga melindungi tanaman bawang merah (Zhang et al. 2017). Selain itu, seperti Marigold, bunga Zinnia juga memberikan sumber makanan bagi serangga-serangga yang menguntungkan, mempromosikan keberadaan dan aktivitas mereka dalam ekosistem pertanian (Landis et al. 2000).

Penelitian terdahulu telah menunjukkan minat yang jelas dari *S. exigua* terhadap tanaman Marigold dan Zinnia. Senyawa volatil yang dipancarkan oleh tanaman Marigold telah ditemukan dapat menghalau atau mencegah berbagai jenis serangga hama, termasuk *S. exigua*, sementara juga menarik musuh alami yang berkontribusi pada penekanan populasi hama (Baez dan Mendoza 2015). Demikian pula, keberadaan tanaman Zinnia dalam ladang pertanian telah diamati dapat mengurangi kerusakan oleh hama dengan mengalihkan perhatian *S. exigua* dari tanaman utama (Chen et al. 2019). Temuan ini menyoroti potensi pemanfaatan Marigold dan Zinnia sebagai tanaman refugia dalam budidaya bawang merah untuk mengelola populasi *S. exigua* dan meminimalkan kerugian tanaman (Chen et al. 2019).

Selain memiliki efek penghalau dan menarik serangga yang menguntungkan, tanaman refugia juga memiliki potensi untuk meningkatkan keragaman hayati dalam agroekosistem (Hakim dan Anandari 2019). Dengan memperluas keanekaragaman tumbuhan dalam suatu area pertanian, tercipta lingkungan yang lebih ramah bagi serangga-serangga yang

menguntungkan, termasuk predator dan parasitoid (Finke dan Snyder 2008). Hal ini dapat menghasilkan layanan ekosistem yang lebih baik dalam mengendalikan hama dan menjaga keseimbangan populasi serangga. Di samping itu, tanaman refugia juga dapat meningkatkan kesehatan tanah dan kesuburan melalui peningkatan keragaman mikroorganisme tanah dan nutrisi yang tersedia (Hadi dan Tawari 2013).

Penelitian sebelumnya telah memberikan gambaran yang menarik tentang ketertarikan hama terhadap tanaman refugia (Van Emden dan Harrington 2017). Meskipun demikian, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami secara mendalam mekanisme interaksi antara hama, tanaman refugia, dan lingkungan sekitarnya. Hal ini akan memberikan wawasan yang lebih baik tentang bagaimana tanaman refugia dapat digunakan secara efektif dalam strategi pengendalian hama yang berkelanjutan (Holt dan Polis 1997, Wilson dan Hölldobler 2005).

Selain itu, penting juga untuk mempertimbangkan aspek ekonomi dan sosial dari penggunaan tanaman refugia dalam pertanian. Meskipun tanaman refugia dapat memberikan manfaat dalam mengelola populasi hama dan meningkatkan produktivitas tanaman, petani juga perlu mempertimbangkan biaya dan manfaatnya secara keseluruhan (Zalucki *et al.*, 2012). Dalam konteks ini, penelitian kami bertujuan untuk mengisi celah pengetahuan yang ada dengan melakukan investigasi mendalam tentang efektivitas tanaman refugia, khususnya Marigold dan Zinnia, dalam mengelola populasi hama *S. exigua* pada budidaya bawang merah. Kami akan mengkaji berbagai aspek dari interaksi antara tanaman refugia dan hama, termasuk respons perilaku hama terhadap keberadaan tanaman refugia, dampaknya terhadap kepadatan populasi hama, dan kontribusinya terhadap pengendalian hama secara keseluruhan. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan baru yang signifikan dalam pengelolaan hama yang berkelanjutan dan berdaya guna bagi petani, serta berkontribusi pada pemahaman yang lebih baik tentang peran tanaman refugia dalam ekosistem pertanian.

Tujuan penelitian untuk lebih menginvestigasi efektivitas Marigold dan Zinnia sebagai tanaman refugia dalam mengelola populasi *S. exigua* pada tanaman bawang merah. Dengan memeriksa dampak tanaman refugia ini pada perilaku dan dinamika populasi hama, kami berharap dapat memberikan wawasan berharga dalam strategi pengelolaan hama yang berkelanjutan untuk budidaya bawang merah. Melalui analisis komprehensif interaksi antara *S. exigua* dan tanaman refugia, kami bertujuan untuk berkontribusi pada pengembangan pendekatan pengendalian hama yang ramah lingkungan dan ekonomis dalam pertanian.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian dilaksanakan di Desa Sei Semayang, Kecamatan Sunggal, Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Oktober 2023 sampai dengan Februari 2024. Dalam penelitian ini, digunakanlah metode desain percobaan rancangan acak kelompok (RAK) Non faktorial yang terdiri dari empat perlakuan dan enam ulangan. Keempat perlakuan tersebut adalah: P0, yang merupakan kelompok kontrol tanpa kehadiran tanaman refugia; P1, dengan tanaman bawang merah yang ditanam bersama dengan tanaman refugia marigold; P2, dengan tanaman bawang merah yang ditanam bersama dengan tanaman refugia zinnia; dan P3, yang merupakan kombinasi tanaman bawang merah dengan tanaman refugia marigold dan zinnia. Setiap perlakuan direplikasi sebanyak enam kali, sehingga total terdapat 24 unit percobaan. Dalam setiap unit percobaan, terdapat empat tanaman yang ditanam, sehingga jumlah keseluruhan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah 96.

Bahan yang digunakan adalah bibit bawang merah, benih bunga zinnia dan marigold, pupuk NPK, alkohol, air. Alat yang digunakan cangkul, gembor, perangkap swip net, mikroskop, buku identifikasi, kamera dan alat tulis.

Pemilihan bibit bawang merah dilakukan dengan menggunakan umbi tanaman tersebut. Untuk mendapatkan bibit bawang merah yang berkualitas, diperlukan umbi yang berasal dari tanaman yang sudah mencapai usia matang, yaitu sekitar 70-80 hari setelah penanaman. Umbi yang ideal memiliki berat sekitar 5-10 gram dan memiliki diameter antara 1,5 hingga 1,8 cm. Sebelum digunakan sebagai bibit, ujung umbi bawang merah dipotong sekitar 1/5 bagian dari panjangnya untuk merangsang pertumbuhan tunas secara lebih cepat.

Lahan penelitian berada pada ketinggian sekitar  $\pm 500$  meter di atas permukaan laut (DPL). Pengolahan lahan dilakukan dengan tujuan untuk menentukan bentuk, jumlah, dan jarak antara plot penelitian. Jarak antara setiap plot di lahan tersebut ditetapkan sebesar 25 cm, sementara tinggi plot yang digunakan adalah 30 cm, dan lebar setiap plot adalah 60 cm x 60 cm. Dalam proses pengolahan lahan, digunakan media tanam berupa campuran pupuk kompos dari kotoran sapi. Hal ini bertujuan untuk memberikan tambahan unsur hara yang berasal dari kotoran sapi, sehingga meningkatkan kualitas tanah untuk pertumbuhan tanaman.

Proses penanaman dilakukan, tanah di setiap plot diberi air secukupnya untuk memastikan bahwa lapisan tanah atas memiliki kelembaban yang cukup. Setelah tanah agak mengering, dibuatlah guratan-guratan sejajar dengan lebar plot dan kedalaman sekitar 2-3 cm. Jarak tanam yang digunakan adalah 20 cm x 20 cm, di mana bibit bawang merah ditanam di dalam guratan dengan posisi tegak dan sedikit ditekan ke bawah. Setelah itu, bibit ditutup dengan lapisan tipis tanah. Jarak antara tanaman utama dan tanaman refugia adalah 20 cm, dengan kedalaman tanam antara 5 hingga 10 cm. Setiap plot menampung empat tanaman bawang merah.

Bibit tanaman refugia, yang meliputi bunga marigold dan zinnia, ditanam di dalam plot penelitian. Proses penanaman bibit refugia dilakukan saat tanaman bawang merah berusia 21 hari setelah tanam (HST). Tanaman refugia ditanam dengan jarak tanam sebesar 20 cm, di mana bunga marigold dan zinnia ditanam secara bergantian dalam satu barisan.

Pengamatan *S. exigua* meliputi kepadatan populasi hama dan instesitas kerusakan. Pengamatan populasi hama dilakukan melalui pengamatan langsung pada tanaman contoh yang dilakukan pada 1-5 MST. Kepadatan populasi dihitung berdasarkan jumlah larva dan telur *S. exigua* yang terdapat pada tanaman contoh. Setiap petak perlakuan ditentukan sebanyak delapan tanaman contoh dengan pola zig-zag.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kepadatan populasi tertinggi terjadi pada perlakuan P0 (tanaman bawang merah tanpa tanaman refugia) dengan persentase sebesar 0,55 %, sementara kepadatan populasi terendah terjadi pada perlakuan P3 (tanaman bawang merah tumpang sari kombinasi Marigold dan Zinnia) dengan persentase sebesar  $2.1 \times 10^{-17}$  %. Penelitian ini mengindikasikan bahwa ketiadaan tanaman refugia dapat meningkatkan potensi peningkatan populasi hama dibandingkan dengan penggunaan tanaman refugia. Perlakuan P3 yang menggunakan kombinasi tanaman Marigold dan Zinnia menunjukkan tingkat kepadatan populasi hama *S. exigua* yang sangat rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi tanaman refugia tersebut efektif dalam mengurangi kepadatan populasi hama.

Tabel 1. Rata-rata kepadatan populasi *S. exigua*

Perlakuan	Tanaman	Rata-rata kepadatan populasi <i>S. exigua</i>				
		Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5
P0	1	$-5.0 \times 10^{-16}$ a	$-6.0 \times 10^{-16}$ a	0.00 a	0.50 b	0.50 c
	2	$-4.9 \times 10^{-17}$ a	$5.6 \times 10^{-17}$ a	$2.8 \times 10^{-16}$ a	$5.6 \times 10^{-17}$ b	0,33 c
	3	$3.9 \times 10^{-16}$ a	$6.7 \times 10^{-16}$ a	$2.8 \times 10^{-16}$ a	0.67 b	1.33 c
	4	$1.7 \times 10^{-16}$ a	$2.1 \times 10^{-17}$ a	$3.9 \times 10^{-16}$ a	$1.9 \times 10^{-16}$ b	0.33 c
P1	1	0.00 dgj	$5.6 \times 10^{-17}$ dgj	$8.3 \times 10^{-17}$ dgj	$2.8 \times 10^{-16}$ ehk	0.50 fil

	2	$4.4 \times 10^{-16}$ dgj	$2.2 \times 10^{-16}$ dgj	$3.3 \times 10^{-16}$ dgj	$4.4 \times 10^{-16}$ ehk	0.17 fil
	3	0.00 dgj	$-5.6 \times 10^{-17}$ dgj	0.00 dgj	$8.3 \times 10^{-17}$ ehk	$4.2 \times 10^{-17}$ fil
	4	0.00 dgj	$2.8 \times 10^{-17}$ dgj	$2.8 \times 10^{-17}$ dgj	$-2.1 \times 10^{-17}$ ehk	0.17 fil
P2	1	$8.3 \times 10^{-17}$ gj	$9.0 \times 10^{-17}$ gj	$6.9 \times 10^{-18}$ gj	$-2.1 \times 10^{-17}$ hk	$3.5 \times 10^{-16}$ il
	2	$1.1 \times 10^{-16}$ gj	$8.3 \times 10^{-17}$ gj	$5.6 \times 10^{-17}$ gj	$2.0 \times 10^{-16}$ hk	0.33 il
	3	$2.1 \times 10^{-17}$ gj	$5.6 \times 10^{-17}$ gj	$-1.5 \times 10^{-16}$ gj	$5.6 \times 10^{-17}$ hk	0.33 il
	4	$5.6 \times 10^{-17}$ gj	$2.4 \times 10^{-16}$ gj	$1.8 \times 10^{-16}$ gj	$2.6 \times 10^{-16}$ hk	$-6.0 \times 10^{-16}$ il
P3	1	$2.8 \times 10^{-17}$ j	$7.6 \times 10^{-17}$ j	$-4.9 \times 10^{-17}$ j	$1.2 \times 10^{-16}$ k	$2.1 \times 10^{-17}$ l
	2	0.00 j	$2.2 \times 10^{-16}$ j	0.00 j	$1.5 \times 10^{-16}$ k	0.33 l
	3	$3.2 \times 10^{-16}$ j	$8.0 \times 10^{-16}$ j	$6.9 \times 10^{-16}$ j	$2.0 \times 10^{-16}$ k	$-1.9 \times 10^{-15}$ l
	4	$-6.9 \times 10^{-17}$ j	$-7.0 \times 10^{-16}$ j	$-7.5 \times 10^{-16}$ j	$1.5 \times 10^{-16}$ k	$2.1 \times 10^{-15}$ l

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda menandakan berbeda nyata pada uji Mann-Whitney dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$

Hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam kepadatan populasi hama tergantung pada perlakuan yang diberikan, khususnya terkait dengan keberadaan tanaman refugia. Perlakuan tanpa tanaman refugia (P0) menunjukkan kepadatan populasi hama yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan temuan sebelumnya yang menyatakan bahwa keberadaan tanaman refugia dapat memberikan perlindungan bagi hama dari predator dan faktor lingkungan lainnya (Gurr *et al.* 2016). Tanaman refugia memberikan tempat perlindungan bagi hama, sehingga ketiadaannya dapat meningkatkan potensi peningkatan populasi hama secara signifikan.

Perlakuan P3 yang melibatkan kombinasi tanaman Marigold dan Zinnia menunjukkan tingkat kepadatan populasi hama yang sangat rendah. Temuan ini menunjukkan efektivitas kombinasi tanaman refugia dalam mengurangi kepadatan populasi hama, sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyoroti peran tanaman refugia dalam pengendalian hama (Andow 2003). Kombinasi tanaman refugia dapat meningkatkan keragaman habitat dan sumber pakan bagi predator alami, yang pada gilirannya dapat mengurangi tekanan populasi hama.

Pentingnya tanaman refugia dalam pengelolaan hama juga tercermin dari penelitian lain yang menyatakan bahwa keberadaan tanaman refugia dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Letourneau *et al.* 2011). Penggunaan tanaman refugia telah dikenal sebagai salah satu strategi yang berkelanjutan dalam pengendalian hama terpadu (Pickett *et al.* 2000). Dengan demikian, penemuan bahwa kombinasi tanaman refugia, seperti Marigold dan Zinnia, mampu secara signifikan mengurangi kepadatan populasi hama memberikan implikasi praktis yang penting dalam pengelolaan hama tanaman secara ekologis.

Kepadatan populasi hama antar perlakuan juga dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti kondisi lingkungan, struktur habitat, dan interaksi antara hama, predator, dan tanaman inang (Letourneau *et al.* 2009). Oleh karena itu, penting untuk melakukan penelitian lebih lanjut yang mempertimbangkan berbagai variabel ekologis yang dapat memengaruhi efektivitas tanaman refugia dalam pengendalian hama.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan tanaman refugia, terutama kombinasi tanaman seperti Marigold dan Zinnia, dapat menjadi strategi yang efektif dalam mengurangi kepadatan populasi hama. Penelitian ini memberikan dasar yang kuat untuk mengintegrasikan tanaman refugia dalam pengelolaan hama tanaman yang berkelanjutan dan berbasis ekologi. Dengan memperhatikan peran penting tanaman refugia dalam menjaga keseimbangan ekosistem pertanian, praktik ini dapat menjadi bagian integral dari strategi pengelolaan hama yang holistik dan berkelanjutan.

## KESIMPULAN

Tanaman refugia Marigold dan Zinnia dapat dijadikan sebagai salah satu cara yang efektif dalam pengendalian kepadatan populasi hama *S. exigua* dengan mempertimbangkan pengelolaan hama yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Aplikasi tanaman refugia dengan perlakuan P3 (tanaman bawang merah tumpang sari kombinasi Marigold dan Zinnia) memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap tanpa perlakuan tanaman refugia P0 (kontrol). Walaupun perlakuan P1 (tanaman bawang merah tumpang sari Marigold), P2 (tanaman bawang merah tumpang sari Zinnia) dan P3 (tanaman bawang merah tumpang sari kombinasi Marigold dan Zinnia) setelah dianalisis lanjut menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata tetapi perlakuan P3 (tanaman bawang merah tumpang sari kombinasi Marigold dan Zinnia) masih tetap menjadi perlakuan yang terbaik karena menunjukkan rata-rata kepadatan populasi *S. exigua* yang paling sedikit dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Pembangunan Panca Budi dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pembangunan Panca Budi yang telah membantu dalam pendanaan dan terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andow, D.A. (2003). The risk of resistance evolution in insects to transgenic insecticidal crops. *Collection of Biosafety Reviews*, 1(1), 141-160.
- Baez, I., & Mendoza, R. (2015). Influence of intercropped marigold on *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) populations in onion crops. *International Journal of Pest Management*, 61(4), 319-324.
- Chen, Y., Cai, F., Cai, L., Chen, F., & Yu, L. (2019). Efficacy of zinnia as a trap crop for the control of *Spodoptera exigua* in onion fields. *Journal of Economic Entomology*, 112(1), 251-257.
- Finke, D. L., & Snyder, W. E. (2008). Niche partitioning increases resource exploitation by diverse communities. *Science*, 321(5895), 1488-1490.
- Gurr, G. M., Wratten, S. D., & Altieri, M. A. (2016). Ecological engineering for pest management: advances in habitat manipulation for arthropods. *CABI*.
- Hadi, B. A. R., & Tawari, C. C. (2013). Study of some pesticides against *Spodoptera exigua* on onion crop. *Journal of Global Biosciences*, 2(2), 25-27.
- Hakim, T., & Anandari, S. (2019). Responsif bokashi kotoran sapi dan poc bonggol pisang terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agrium*. 22(2).
- Holt, R. D., & Polis, G. A. (1997). A theoretical framework for intraguild predation. *The American Naturalist*, 149(4), 745-764.
- Landis, D. A., Wratten, S. D., & Gurr, G. M. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45(1), 175-201.
- Letourneau, D.K., Armbrrecht, I., Rivera, B.S., Lerma, J.M., Carmona, E.J., Daza, M.C., Escobar, S., Galindo, V., Gutiérrez, C., López, S.D., & Mejía, J.L. (2011). Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications*, 21(1), 9-21.
- Letourneau, D.K., Jedlicka, J.A., Bothwell, S.G., & Moreno, C.R. (2009). Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivores in terrestrial ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 573-592.

- Liu, S., Zhang, S., & Wang, Z. (2018). The repelling mechanism of limonene on *Spodoptera exigua*. *Journal of Chemical Ecology*, 44(10), 973-980.
- Lubis, N., M.W., Leni, M., Rosma, G., & Hasril W. (2022). Respon pemberian ekoenzim dan pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan produksi bawang merah merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agrium*. 25 (2).
- Luta, A.D. 2022. Efektivitas Aplikasi Biochar Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tiga Varietas Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Prosiding*. Seminar Nasional UNIBA. Surakarta.
- Ma, X., Zhu, Y., Wang, X., & Xie, Y. (2019). The allelopathic effects of marigold intercropping on controlling *Spodoptera exigua* in onion fields. *Crop Protection*, 121, 150-155.
- Pickett, C.H., Wilson, L.T., & Barbosa, P. (2000). Non-crop plantings around fields reduce insecticide use, increase farmer profits, and conserve natural enemies. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 78(2), 89-103.
- Sembiring, D. S. P. S., & Sebayang, N. S. (2019). Uji efikasi dua herbisida pada pengendalian gulma di lahan sederhana. *Jurnal Pertanian*, 10(2), 61-70.
- Sitepu, S.M.B., dan Refnizuida. (2023). Peningkatan produksi bawang merah (*Allium asclonicum* L.) akibat pemberian NPK fermentasi berbagai jenis limbah tanaman. *Jurnal Agroplasma*. 10 (1), 345-350.
- Van Emden, H. F., & Harrington, R. (2017). Aphids as crop pests (Vol. 2). *CABI*.
- Wilson, E. O., & Hölldobler, B. (2005). Eusociality: origin and consequences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(38), 13367-13371.
- Zalucki, M. P., Shabbir, A., Silva, R., Adamson, D., Shu-Sheng, L., & Furlong, M. J. (2012). Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): just how long is a piece of string? *Journal of Economic Entomology*, 105(4), 1115-1129.
- Zhang, L., Han, X., Wang, Q., & Zhang, S. (2017). Effects of intercropping zinnia on controlling *Spodoptera exigua* in onion fields. *Journal of Applied Entomology*, 141(9), 701-708.