

Inventory and Analysis of Diversity of Insect on Shallot Cultivation in Saruran Hamlet, Enrekang Regency

Nani Kurnia¹ & Hamka Lodang^{1*}

¹Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia;

Article History

Received : April 28th, 2024

Revised : May 01th, 2024

Accepted : June 01th, 2024

*Corresponding Author: **Nani Kurnia**, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia;
Email: nanikumia@unm.ac.id

Abstract: Shallots (*Allium ascalonicum* L.) are a highly popular plant both as a culinary spice and herbal medicine. Due to their economic benefits, many farmers cultivate them. Saruran Hamlet, located in Anggareja District, Enrekang Regency, is one of the areas where shallots are intensively cultivated. Farmers face a significant problem with high pest infestation rates. To manage this, chemical pest control using insecticides is employed. However, insecticides are toxic and increasingly expensive. To reduce pesticide use, pest control using light traps was implemented through the "electricity to the fields" program by the local PLN. The use of light traps is suspected to have a negative impact on the balance of biotic ecosystem components, thus necessitating a study on this matter. Therefore, the aim of this study is to inventory and analyze the diversity of insect species in shallot cultivation areas in Saruran Hamlet, Enrekang Regency. This research employed a survey method by collecting insects trapped in farmers' light traps. The identification and counting of insect species were conducted in the FMIPA UNM Laboratory. Based on the collected data, the Shannon-Wiener diversity index (H') was analyzed. The results showed that the total number of trapped insect individuals was 1,332, consisting of 27 species from 8 orders. The Shannon-Wiener diversity index (H') was found to be 2.20, which falls into the moderate category.

Keywords: *Allium ascalonicum* L., insect diversity, light trap.

Pendahuluan

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L) salah satu produk unggulan hortikultura jenis tanaman sayuran salah satu prioritas produk pertanian di Indonesia. Komoditas ini dikonsumsi mayoritas masyarakat sebagai bumbu dapur, pelengkap makanan dan obat herbal (Aryanta, 2019). Penanaman komoditas ini menyebar di seluruh Indonesia, utamanya di Jawa Tengah, Jawa Timur, Nusa Tenggara Barat, Jawa Barat, Sumatera Barat dan Sulawesi Selatan (Atman, 2021). Secara khusus Tahun 2022, berdasarkan (Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan, 2022) diketahui penghasil utama dengan produksi lebih dari 1,2 juta ton atau sekitar 70% dari total produksi di Sulawesi Selatan dihasilkan Kabupaten Enrekang.

Budidaya bawang merah di Enrekang pun menghadapi berbagai masalah, salah satunya

serangan organisme pengganggu tanaman terutama yang berasal dari kelompok serangga. Umumnya para petani menggunakan insektisida sebagai cara kimiawi utama untuk mengendalikan serangga hama, namun biasanya hal ini kurang efektif sehingga masih perlu dikombinasikan dengan metode lain secara fisik. Salah satu metode pengendalian fisik yang telah dilakukan oleh para petani bawang merah adalah penggunaan *light trap* (perangkap cahaya) (Andani & Nasirudin, 2021).

Light trap adalah teknik perangkap lampu dengan cara menarik serangga ke arah sumber cahaya, yang digunakan pada malam hari. Prinsip kerjanya didasarkan pada perilaku serangga yang bersifat fototaksis atau bereaksi terhadap cahaya, meskipun tiap serangga mempunyai respon berbeda terhadap beberapa spektrum cahaya. Umumnya serangga memiliki sensitivitas pada spektrum visual berkisar antara

253 - 700 nm yang lebih panjang dibandingkan dengan penglihatan manusia (Pan *et al.*, 2021). Serangga memiliki tiga jenis fotoreseptor peka terhadap spektrum cahaya dengan gelombang pendek, seperti UV, biru, dan hijau (Liu *et al.*, 2018).

Sebenarnya, metode ini digunakan dalam monitoring komunitas dan populasi serangga dan sering digunakan dalam berbagai penelitian ekologi, namun karena metode ini cukup efektif mengurangi jumlah serangga, *light trap* sering digunakan untuk tujuan pengendalian hama serangga di berbagai budidaya pertanian. Tingkat efisiensi dan efektifitas *light trap* sangat bervariasi, dipengaruhi oleh desain, panjang gelombang atau warna sumber cahaya, tinggi sumber cahaya serta berbagai faktor lingkungan (Sheikh *et al.*, 2016).

Demikian halnya dengan para petani bawang merah di Kabupaten Enrekang, banyak petani telah menggunakan *light trap* melalui program “listrik masuk kebun”. Dengan menggunakan sumber cahaya dari lampu LED dan lampu neon, mereka merasa pengendalian serangga hama menjadi lebih efektif dan mengurangi penggunaan insektisida. Namun demikian, tanpa disadari *light trap* sebenarnya telah memerangkap bukan hanya serangga hama, tapi juga serangga lain lainnya yang penting bagi ekosistem. (Briolat *et al.*, 2021), menduga bahwa cahaya buatan di malam hari dapat memengaruhi interaksi spesifik dan intraspesifik berbagai jenis organisme. Secara spesifik (Macgregor *et al.*, 2015), menyatakan cahaya buatan pada malam hari dapat mengganggu aktifitas serangga polinator malam. Penggunaan lampu perangkap mampu menangkap predator dan parasitoid dengan jumlah banyak yang memungkinkan merupakan predator dan parasitoid bermanfaat pada tanaman bawang merah (Pratama, 2018).

Mengacu pada pemaparan di atas, perlu adanya evaluasi *penggunaan light trap* demi menjaga keseimbangan ekosistem pada lahan budidaya bawang merah. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan inventarisasi dan keanekaragaman jenis (spesies diversity) serangga yang terperangkap *light trap* pada area budidaya tanaman bawang merah di Dusun Saruran, Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan.

Bahan dan Metode

Cara kerja

Pengamatan dilakukan pada saat bawang merah memasuki umur 20 hari setelah tanam (HST) dan belum berbunga. Area pengamatan adalah enam petak kebun bawang merah dengan sepuluh titik *light trap*, sehingga didapatkan tiga puluh sampel. Pemilahan dan pengawetan serangga dilakukan secara langsung dilapangan mengikuti prosedur (Borror *et al.*, 1989).

Perangkap *Light trap* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan perangkap yang tersedia di lapangan dan merupakan milik pribadi para petani, sehingga bentuknya beraneka ragam, baik dari segi desain, warna, ketinggian, jenis lampu sebagai sumber cahaya dan insektisida yang digunakan, salah satunya dapat dilihat pada Gambar 1. Secara umum *light trap* memiliki 2 komponen utama yaitu sumber cahaya dan *collective jar* yang dalam hal ini berupa wadah sederhana yang biasa digunakan untuk keperluan rumah tangga. Adapun sumber cahaya lampu yang digunakan adalah mayoritas lampu neon dan lampu LED dengan sumber energi listrik dari PLN.



Gambar 1. *Light Trap* pada Lahan Budidaya Bawang Merah Desa Anggareja, Kabupaten Enrekang.

Collective jar berisi cairan untuk memerangkap serangga yang datang karena tertarik cahaya. Dalam penelitian ini, cairan diberikan beberapa tetes insektisida oleh para petani. Cairan tersebut digunakan berulang-ulang selama volume cairan masih dianggap memadai.

Pada saat dilakukan penelitian tidak ada pergantian cairan dalam *collective jar*. Pengambilan sampel serangga dilakukan selama tiga hari berturut-turut 1-3 Juni 2023 dengan cara memisahkan sampel serangga yang mati dalam cairan *collective jar* dengan menggunakan saringan kasmenggunakan saringan dengan kain kasa.

Serangga yang telah dipisahkan dari cairan dalam *collective jar*, selanjutnya dipisahkan sesuai ordo atau famili atau genus, dalam stoples dengan alkohol 70% untuk keperluan identifikasi di Laboratorium. Melakukan proses identifikasi di Laboratorium Jurusan Biologi Universitas Negeri Makassar berdasarkan (CSIRO, 2020), Borror et.al (1989) dan Picture Insect, 2020). Dokumentasi foto serangga dilakukan menggunakan camera Nikon D7000.

Analisis data

Mengidentifikasi serangga yang ditemukan pada tingkat spesies, kemudian membandingkan dengan gambar dan uraian pada buku identifikasi. Melakukan analisis kuantitatif pada komunitas serangga dengan cara menghitung indeks kelimpahan (P_i) dan indeks keanekaragaman jenis Shannon – Wiener (H'). Indeks kelimpahan dihitung menggunakan persamaan 1.

$$P_i = \frac{\sum \text{serangga spesies } i}{\sum \text{total serangga ditemukan}} \quad (1)$$

Keterangan : P_i = Nilai kelimpahan

Indeksn keanekaragaman spesies diketahui dengan melakukan pengukuran indeks keanekaragaman Shannon – Wiener pada persamaan 2.

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$
$$p_i = \frac{n_i}{N} \quad (2)$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman Shannon - Wiener

n_i = Jumlah spesies ke- i

N = Jumlah total individu

p_i = Proporsi jumlah individu ke- i dengan jumlah total individu

Hasil dan Pembahasan

Jenis serangga

Hasil penelitian ditemukan sebanyak 1332 individu serangga dari 28 jenis spesies. meliputi delapan ordo, yakni Ordo Coleoptera (Gambar 2), Ordo Lepidoptera (Gambar 3), Ordo Hymenoptera (Gambar 4), Ordo Hemiptera (Gambar 5), Ordo Dermaptera (Gambar 6), Ordo Diptera (Gambar 7), Ordo Orthoptera (Gambar 8) dan Ordo Mantodea (Gambar 9). Serangga ini tergabung kedalam 22 family, diantaranya family *Coccinelidae*, *Chrysomelidae*, *Geometridae*, *Erebidae*, *Staphylinidae*, *Psychidae*, *Anisolabididae*, *Bolboceratidae*, *Carabidae*, *Crambidae*, *Apidae*, *Noctuidae*, *Pentatomidae*, *Arctiidae*, *Muscidae*, *Ichneumonidae*, *Gryllotalpidae*, *Sphingidae*, *Formicidae*, *Saturnidae*, *Scarabaeidae* dan *Mantidae*. Berbagai jenis dan jumlah total tiap spesies yang ditemukan disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis ndeks keanekaragaman Shannon – Wiener, didapatkan nilai H' sebesar 2,20.

Indeks keanekaragaman jenis

Indeks keanekaragaman spesies (H') dapat dipahami sebagai gambaran struktur komunitas yang dapat memudahkan analisis informasi tentang jenis dan jumlah organisme. Meskipun nilai ini sangat bergantung pada jumlah individu dari masing-masing spesies, Wilhm & Dorris (1968) menyatakan bahwa semakin banyak jumlah spesies yang ditemukan maka semakin besar pula keanekaragamannya. Penilaian ini juga didukung oleh (Krebs, 2009) yang menyatakan bahwa semakin besar jumlah individu individu dan tersebar secara seragam, maka semakin menonjol pula daftar keanekaragamannya.

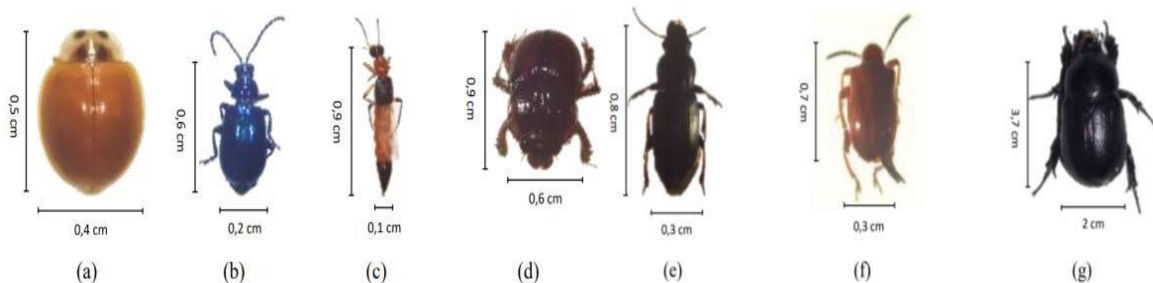
Indeks keanekaragaman jenis (H') adalah suatu angka yang tidak mempunyai satuan dengan kisaran $H' \geq 7$ (Odum, 2017; Barbour *et al.*, 1987). Jika nilai H' mendekati 3 maka keanekaragamannya tinggi, hal ini menunjukkan bahwa lahan pertanian dalam keadaan baik. Sebaliknya, ketika nilai H' mendekati nol, keanekaragaman menjadi rendah dan kondisi lahan pertanian kurang baik. Catatan keragaman dapat digunakan untuk menggambarkan hubungan kelompok-kelompok sortir secara lokal. Hasil analisis indeks keanekaragaman didapatkan nilai H' sebesar 2,20 (Tabel 1) yang

menandakan bahwa keanekaragaman serangga di lahan pertanian bawang merah Dusun Saruran Desa Saruran Kecamatan Anggeraja Kabupaten Enrekang kategori ‘sedang’ dikarenakan nilai $H' \leq 3$. Kriteria indeks keanekaragaman dibagi dalam 3 kategori yaitu :

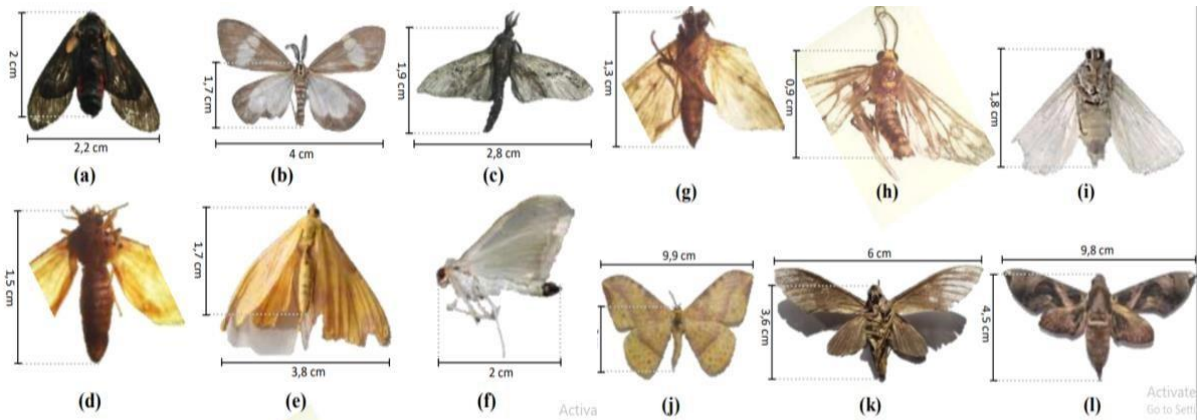
(1) Jika $H' < 1$ maka keanekaragaman jenis rendah, (2) Jika $1 < H' < 3$ maka keanekaragaman jenis sedang, (3) Jika $H' \geq 3$ maka keanekaragaman jenis tinggi (Wilhm & Dorris, 1968).

Tabel 1. Data Jumlah Temuan dan Indeks Keanekaragaman Jenis (P_i) Jenis Serangga

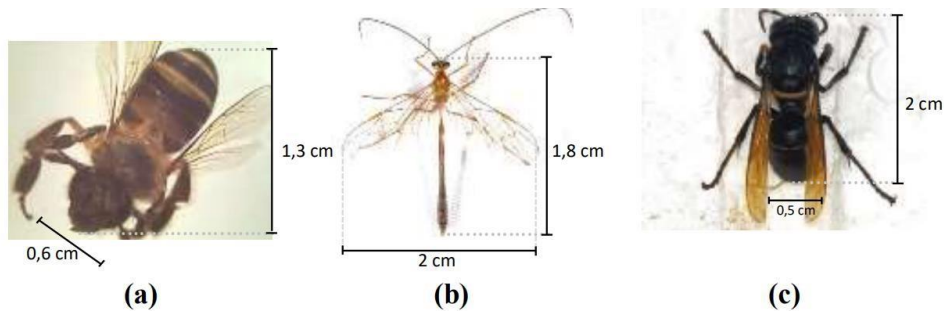
No	Ordo	Jenis	Jumlah	H' jenis
1		<i>Milionia sp.</i>	6	0,0243
2		<i>Hipoepa sp.</i>	21	0,0654
3		<i>Nyctemera sp.</i>	13	0,0452
4		<i>Eumelea sp.</i>	4	0,0174
5		<i>Cryptothelea</i>	441	0,3660
6	Lepidoptera	<i>Pachynoa sp.</i>	45	0,1145
7		<i>Eacles sp.</i>	13	0,0452
8		<i>Cocytius</i>	7	0,0276
9		<i>Daphnis sp.</i>	8	0,0308
10		<i>Palpita sp.</i>	100	0,1950
11		<i>Eressa sp.</i>	24	0,0724
12		<i>Chasmina sp.</i>	387	0,3591
13		<i>Aulacophora sp.</i>	16	0,0531
14		<i>Odonteus sp.</i>	9	0,0338
15		Coleoptera	<i>Anisodactylus sp.</i>	24
16	<i>Paederus sp.</i>		31	0,0875
17	<i>Micraspis sp.</i>		16	0,0531
18	<i>Agelastica sp.</i>		12	0,0424
19		<i>Enicospilu sp.</i>	44	0,0424
20	Hymenoptera	<i>Apis sp.</i>	11	0,0396
21		<i>Parancistrocerus sp.</i>	8	0,0307
22	Hemiptera	<i>Podisus sp.</i>	6	0,0243
23		<i>Nezara sp.</i>	13	0,04558
24	Orthoptera	<i>Gryllotalpa sp.</i>	12	0,0424
25	Dermaptera	<i>Euborellia sp.</i>	14	0,0479
26	Diptera	<i>Musca domestica</i>	30	0,0854
27	Mantodea	<i>Statilia sp.</i>	7	0,0276
Total Jumlah Individu			1322	
Indeks Keanekaragam Shannon Wiener H'				2,09



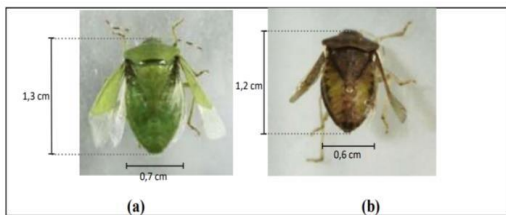
Gambar 2. Ordo Coleoptera (a) Family *Coccinellidae*, (b) dan (f) family *Chrysomelidae*, (c) family *Staphylinidae*, (d) family *Bolboceratidae*, (e) family *Carabidae*, (g) family *Scarabaeidae*



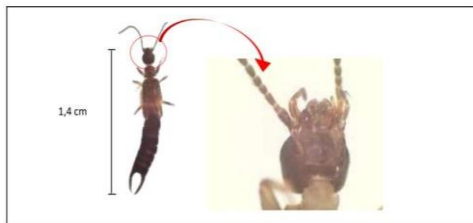
Gambar 3. Ordo Lepidoptera (a) dan (e) family *Geometridae*, (b) dan (h) family *Erebidae*, (c) family *Psychidae*, (d) dan (f) family *Crambidae*, (g) dan (i) family *Noctuidae*, (j) family *Saturniidae*, (k) dan (l) family *Sphingidae*.



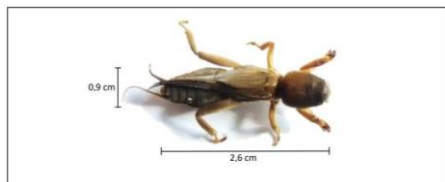
Gambar 4. Ordo Hymenoptera Gambar (a) family *Apidae*, gambar (b) family *Ichneumonidae*, gambar (c) family *Eumenidae*



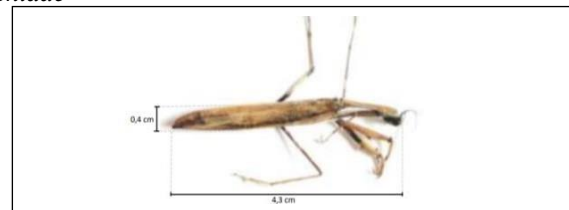
Gambar 5. Ordo Hemiptera Family *Pentatomidae*, (a) genus *Nezara*, (b) genus *Podisus*



Gambar 6. Ordo *Dermaptera*



Gambar 8. Ordo *Orthoptera*



Gambar 9. Ordo *Mantodea*

Hasil penelitian pada lahan pertanian bawang merah di Dusun Saruran Desa Saruran Kecamatan Anggeraja Kabupaten Enrekang, serangga pengunjung tanaman bawang sudah bisa terlihat sejak tanaman bawang berumur 2 sampai 3 pekan, namun berdasarkan informasi dari petani serangga akan semakin banyak saat usia bawang memasuki masa pertumbuhan menjelang panen yaitu sekitar usia bawang sebulan lebih (30-36 hari). Menurut Amanda dan Silvia (2020) bawang merah sudah mulai berbunga pada umur 31-34 hari dan umumnya sudah dapat dipanen setelah umurnya cukup tua yaitu umur 70-80 hari.

Penelitian sejenis telah dilakukan oleh (Dharma *et al.*, 2018) pada pertanaman bawang merah dengan sistem semi-organik dan

konvensional. Hasil analisis ditemukan indeks keanekaragaman serangga Shanon-Weiner untuk kedua tipe pertanaman bawang berturut-turut adalah 2,83 dan 2,64. Jika dibandingkan dengan penelitian ini jelas bahwa indeks keanekaragaman serangga di kebun bawang Dusun Saruran lebih rendah. Hal ini dapat terjadi karena di Dusun Saruran *light trap* dipasang setiap hari dan terus menerus selama musim budidaya bawang merah. Alasan kedua adalah di Dusun Saruran bawang masih berumur 20 HST dan belum berbunga. Alasan ketiga adalah penggunaan insektisida kimia yang digunakan di Dusun Saruran.

Hasil penelitian sebelumnya Kaleb *et al.*, (2017) melakukan kajian serupa menggunakan metode *sweep net* dan *pitfall trap*, menemukan komunitas serangga yang berperan sebagai musuh alami memiliki index keanekaragaman jenis lebih tinggi pada pertanaman bawang merah yang menggunakan bioinsektisida dibandingkan dengan komunitas serangga pada pertanaman bawang konvensional. Secara umum (Astari *et al.*, 2019) menduga bahwa indeks keanekaragaman komunitas seragam pada bawang merah dapat dipengaruhi kehadiran jenis insektisida. Hasil penelitian Astari *et al.*, (2019) didapatkan pertanaman secara semi organik memiliki indeks keanekaragaman sebesar 2,277 dan konvensional sebesar 2,332, dengan kategori sedang.

Lebih spesifik (Jasril *et al.*, 2016) mengungkapkan keanekaragaman spesies dapat dipengaruhi oleh ketinggian tempat dan fase pertumbuhan tanaman. Meskipun penelitiannya dilakukan pada tanam padi, berdasarkan penelitiannya dapat disimpulkan indeks keanekaragaman Hymenoptera parasitoid paling tinggi pada dataran tinggi 3,198 dibandingkan dataran rendah 3,029. Hymenoptera parasitoid memiliki jumlah individu lebih banyak pada fase generatif dibandingkan fase vegetatif tanaman padi.

Kesimpulan

Penelitian inventarisasi dan keanekaragaman jenis serangga di Lahan Lahan pertanian Bawang Merah Dusun Saruran Desa Saruran Kecamatan Anggeraja Kabupaten Enrekang, ditemukan sebanyak 1332 individu serangga, 28 jenis spesies dari 8 ordo dan 22 famili. Indeks keanekaragaman serangga di

lokasi penelitian sebesar 2,20 dengan kategori sedang.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti ucapkan terima kasih kepada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar dan petanian budidaya tanaman bawang merah di Dusun Saruran, Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

- Andani, N. F., & Nasirudin, M. (2021). Efektifitas Warna Light Trap Bersumber Listrik Panel Surya di Tanaman Bawang Merah. *Exact Papers in Compilation (EPiC)*, 3(2), 319-324.
- Aryanta, I. W. R. (2019). Bawang Merah dan Manfaatnya Bagi Kesehatan. *Widya Kesehatan*, 1(1), 29–35. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v1i1.280>
- Astari, I., Sitepu, S. F., Lisnawita, & Girsang, S. S. (2019). Keanekaragaman Serangga Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* Linn) dengan Budidaya Secara Semi Organik dan Konvensional Di Kabupaten Simalungun: Diversity of insects on shallot crops (*Allium ascalonicum* Linn) with semi organic and conventional farming system in Simalungun district. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 7(2), 390-399. <https://doi.org/10.32734/joa.v7i2.2463>
- Atman, A. (2021). Teknologi Budidaya Bawang Merah Asal Biji (Shallot Cultivation Technology from True Shallot Seed). *Jurnal Sains Agro*, 6(1), 11–21. <https://doi.org/10.36355/jsa.v6i1.497>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Selatan. (n.d.). Retrieved June 6, 2024, from <https://sulsel.bps.go.id/>
- Barbour, M. G., Burk, J. H., & Pitts, W. D. (1987). *Terrestrial Plant Ecology*. Benjamin/Cummings Publishing Company.

- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (1989). *Introduction to the Study of Insects, 6th Edition*. Saunders College Pub.
- Briolat, E. S., Gaston, K. J., Bennie, J., Rosenfeld, E. J., & Troschianko, J. (2021). Artificial Nighttime Lighting Impacts Visual Ecology Links Between Flowers, Pollinators and Predators. *Nature Communications*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-24394-0>
- CSIRO. (2020). *Identification resources online*. CSIRO. <https://www.csiro.au/en/research/animals/insects/ID-Resources>
- Dharma, T. A., Sitepu, S. F., Lubis, L., & Girsang, S. S. B. (2018). Kelimpahan Serangga Penghuni Tajuk pada Pertanaman Bawang Merah Semi Organik dan Konvensional. *Jurnal Online Pertanian Tropik*, 5(2), 268-275. <https://doi.org/10.32734/jpt.v5i2.3012>
- Jasril, D., Hidrayani, & Ikhsan, Z. (2016). Keanekaragaman Hymenoptera Parasitoid pada Pertanaman Padi di Dataran Rendah dan Dataran Tinggi Sumatera Barat. *Jurnal Agro Indragiri*, 1(1), 13–24.
- Kaleb, R., Pasaru, F., & Khasanah, N. (2017). Keanekaragaman Serangga Musuh Alami pada Pertanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L) yang Diaplikasi dengan Bioinsektisida *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. *Agroland: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 22(2), 114-122.
- Krebs, C. (2009). *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance* (5th Edition). Benjamin Cummings.
- Liu, Y.-J., Yan, S., Shen, Z.-J., Li, Z., Zhang, X.-F., Liu, X.-M., Zhang, Q.-W., & Liu, X.-X. (2018). The Expression of Three Opsin Genes and Phototactic Behavior of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae): Evidence for Visual Function of Opsin in Phototaxis. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 96, 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2018.03.006>
- Macgregor, C. J., Pocock, M. J. O., Fox, R., & Evans, D. M. (2015). Pollination by nocturnal Lepidoptera, and the effects of light pollution: A review. *Ecological Entomology*, 40(3), 187–198. <https://doi.org/10.1111/een.12174>
- Odum, E. (2017). *Fundamentals of Ecology* (3rd ed). W.B. Saunders company.
- Pan, H., Liang, G., & Lu, Y. (2021). Response of Different Insect Groups to Various Wavelengths of Light under Field Conditions. *Insects*, 12(5), 427. <https://doi.org/10.3390/insects12050427>
- Picture, I. (2020). *Picture Insect—Online insect encyclopedia and insect identifier*. Picture Insect. <https://pictureinsect.com/>
- Pratama, Y. (2018). *Dampak Penerapan Lampu Perangkap Terhadap Predator dan Parasitoid pada Tanaman Bawang Merah* [Skripsi]. Universitas Brawijaya.
- Sheikh, A. H., Thomas, M., Bhandari, R., & Bunkar, K. (2016). Research Article Light Trap and Insect Sampling: An Overview. *International Journal of Current Research*, 8(11), 40865–40873.
- Wilhm, J., & Dorris, T. (1968). Biological Parameters for Water Quality Criteria. *BioScience*, 18(6), 477–481. <https://doi.org/10.2307/1294272>