

## Influence of Environment and Planting Patterns on Insect Diversity in Cabbage Fields

Isman Nasik<sup>1\*</sup>, Udi Tarwodjo<sup>1</sup>, Rully Rahadian<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, Faculty of Science and Mathematics, Diponegoro University, Semarang, Central Java, Indonesia

### Article History

Received : November 28<sup>th</sup>, 2024

Revised : December 20<sup>th</sup>, 2024

Accepted : December 28<sup>th</sup>, 2024

\*Corresponding Author:

**Isman Nasik,**

Department of Biology, Faculty of Science and Mathematics, Diponegoro University, Semarang, Central Java, Indonesia

Email:

[Mail.Ismansik@gmail.com](mailto:Mail.Ismansik@gmail.com)

**Abstract:** Insect diversity in agricultural ecosystems is influenced by cropping patterns and physical environmental conditions. In cabbage cultivation, it is crucial to understand cropping management to support the sustainability of agricultural ecosystems. This study aims to examine the effects of cropping patterns and environmental factors on insect diversity and evaluate the effectiveness of sticky traps in cabbage fields. Monoculture and polyculture systems (a combination of cabbage and lettuce) were tested to assess differences in insect community structure based on diversity, abundance, evenness, similarity, and dominance. The study was conducted from July to August 2019 using sticky traps in yellow, green, and white colors. The analysis included the Shannon-Wiener diversity index ( $H'$ ), evenness ( $e$ ), dominance ( $D$ ), species richness, and Sorensen and t-Hutcheson tests. Environmental factors such as temperature and humidity were also analyzed to assess their impact on insect community structure. The results showed no significant differences in insect community structure between monoculture and polyculture systems, with the Aleyrodidae family dominating both systems. Temperature and humidity significantly influenced the insect community. Yellow sticky traps were found to be the most effective in capturing insects compared to green and white traps.

**Keywords:** Monoculture, Polyculture, Insects, Community Structure.

### Pendahuluan

Kubis (*Brassica oleracea* L.) adalah salah satu tanaman hortikultura bernilai ekonomi tinggi yang banyak dibudidayakan di dataran tinggi. Tanaman ini dikenal karena kandungan nutrisinya yang melimpah, seperti vitamin A, B, C, mineral, karbohidrat, dan protein, yang menjadikannya komoditas penting dalam pasar domestik maupun internasional (Kumar & Singh, 2020; Zhao *et al.*, 2021). Permintaan kubis yang terus meningkat mencerminkan pentingnya optimalisasi budidaya tanaman ini, terutama di wilayah dengan kondisi geografis dan iklim yang mendukung, seperti Desa Batur, Kecamatan Getasan, Kabupaten Semarang. Selain itu, kubis memiliki peran strategis dalam mendukung perekonomian petani lokal, menjadikannya komoditas unggulan di ekosistem pertanian dataran tinggi.

Produksi kubis dihadapkan pada tantangan signifikan berupa serangan hama serangga, seperti kutu daun (*Aphididae*), ulat grayak (*Spodoptera litura*), dan lalat putih (*Bemisia tabaci*). Serangan hama ini dapat menurunkan hasil panen secara signifikan. Penggunaan insektisida kimia sebagai metode pengendalian utama sering kali meningkatkan resistensi hama serta menimbulkan dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan manusia (Patel *et al.*, 2018; Bashir *et al.*, 2014). Alternatif yang lebih ramah lingkungan, seperti perangkap lengket (*sticky traps*), menawarkan solusi berkelanjutan yang dapat mengurangi ketergantungan pada insektisida kimia (Huang *et al.*, 2022). Selain itu, praktik budidaya dengan pendekatan sistem tanam polikultur, seperti kombinasi kubis dan selada, diketahui mampu meningkatkan keanekaragaman hayati, yang berkontribusi pada pengendalian hama secara alami (Altieri, 1999; Wirakusumah, 2003).

Struktur komunitas serangga dalam ekosistem pertanian dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, seperti suhu, kelembapan udara, intensitas cahaya, dan ketersediaan sumber makanan (Schowalter, 2016). Parameter lingkungan ini tidak hanya memengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan spesies, tetapi juga menentukan dinamika interaksi antarspesies dalam komunitas serangga (Bale *et al.*, 2002). Dalam sistem tanam polikultur, keanekaragaman hayati yang lebih tinggi dapat menciptakan kondisi mikroklimat yang mendukung stabilitas ekosistem, sedangkan dalam monokultur, keseragaman lingkungan sering kali meningkatkan risiko serangan hama akibat kurangnya mekanisme alami pengendalian (Gurr *et al.*, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Kumar dan Singh (2020) membahas penggunaan perangkap lengket, namun sebagian besar hanya menilai keefektifannya secara umum tanpa mengevaluasi perbedaan efektivitas berdasarkan variasi warna perangkap di ekosistem dataran tinggi. Penelitian terkait struktur komunitas serangga pada sistem tanam monokultur dan polikultur kubis juga masih terbatas, terutama dalam hal dinamika interaksi spesies, keanekaragaman, dan struktur trofik (Huang *et al.*, 2022). Dengan demikian, penelitian ini mencoba menjawab gap penelitian yang ada melalui pendekatan yang lebih terintegrasi.

Penelitian ini bertujuan untuk Membandingkan struktur komunitas serangga pada lahan pertanian kubis monokultur dan polikultur (kubis dan selada), Mengidentifikasi faktor lingkungan yang memengaruhi struktur komunitas serangga serta Mengevaluasi efektivitas perangkap lengket berdasarkan warna dalam mengendalikan populasi hama di ekosistem pertanian dataran tinggi. Manfaat penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi terhadap pengembangan strategi pengendalian hama yang berkelanjutan di lahan pertanian kubis, sekaligus menyediakan rekomendasi praktis bagi petani dalam meningkatkan hasil panen dengan cara yang ramah lingkungan.

## Bahan dan Metode

### Tempat dan Waktu Penelitian

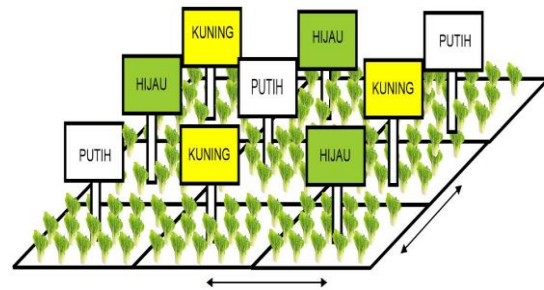
Penelitian ini dilaksanakan di lahan monokultur dan polikultur kubis Desa Batur Kecamatan Getasan Kabupaten Semarang Jawa Tengah pada bulan Juli hingga Agustus 2019.

### Alat dan Bahan

Alat tulis, kamera, thermohigrometer, GPS, perangkat *sticky trap*, lem glumon, impraboard, meteran, mikroskop digital, buku panduan Pengenalan Pelajaran Serangga (Borror, 1993).

### Pengambilan sampel

Pengambilan sampel serangga dilakukan dengan menggunakan *sticky trap*. Pemasangan *sticky trap* dilakukan dengan membagi lahan pertanian kubis menjadi tiga area lahan untuk tiga kali pengulangan. Pada masing masing area lahan dipasang tiga sticky trap secara sejajar dengan warna yang berbeda yaitu kuning, putih dan hijau muda. Braham (2014) menjelaskan bahwa perangkap berwarna hijau, kuning, dan putih efektif digunakan untuk menangkap serangga. *Sticky trap* dipasang secara acak dengan jarak antar perangkap sebesar 5 meter dan dibiarkan selama 2 x 24 jam (atau 2 hari).



**Gambar. 1.** Skema ploting dan ulangan pengambilan sampel

Serangga yang tertangkap kemudian diambil beserta dengan *sticky trap*nya dan masing-masing *sticky trap* diberi label sesuai dengan pengambilan titik sampel dan stasiun. Sampel tersebut dibawa untuk disortir dan diidentifikasi di laboratorium. Sortasi serta identifikasi sampel serangga di lakukan di Laboratorium Ekologi dan Biosistematik, Departemen Biologi Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro, Semarang.

### Analisis Data

#### Indeks kelimpahan jenis

penghitungan kelimpahan jenis dapat dihitung dengan rumus (Odum, 1993) :

$$Di = ni / N \times 100\%$$

Keterangan:

Di = Indeks kemelimpahan jenis i

ni = Jumlah individu jenis ke-i

N = Jumlah total individu dari seluruh jenis

#### Indeks Keanekaragaman Jenis

Indeks keanekaragaman jenis dihitung menggunakan rumus dari Shannon-Wiener (Krebs, 1989) :

$$H' = - \sum Pi \ln Pi$$

Keterangan :

Pi = (ni/N)

H' = Indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener

ni = Jumlah individu ke-i

N = Jumlah Total Individu

#### Indeks Kemerataan Jenis

Indeks kemerataan jenis dihitung menggunakan rumus (Krebs, 1989):

$$e = \frac{H'}{\ln s}$$

Keterangan :

e = Indeks kemerataan jenis

H' = Indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener

S = Jumlah jenis

#### Uji Hutcheson

Rumus uji t-Hutcheson menurut Magurran (1988):

$$T \text{ hit} = \frac{H'1 - H'2}{\sqrt{\text{Var}H'1 + \text{Var}H'2}}$$

Nilai varian (S<sup>2</sup>) dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Df = \frac{(\text{Var}H'1 + \text{Var}H'2)^2}{\frac{(\text{Var}H'1)^2}{N1} + \frac{(\text{Var}H'2)^2}{N2}}$$

Nilai derajat bebas:

$$Df = \frac{(\text{Var}H'1 + \text{Var}H'2)^2}{\frac{(\text{Var}H'1)^2}{N1} + \frac{(\text{Var}H'2)^2}{N2}}$$

Keterangan :

Pi = ni/N

N = total jumlah individu

S = jumlah spesies

t = t hitung

df = derajat bebas

#### Indeks Kesamaan Sorensen

Kesamaan spesies antar daerah dapat dihitung dengan rumus (Magurran, 1988):

$$IS = \frac{2C}{A+B} \times 100\%$$

Keterangan :

IS = Indeks kesamaan Sorensen

A = Jumlah spesies yang dijumpai pada daerah 1

B = Jumlah spesies yang dijumpai pada daerah 2

C = Jumlah spesies yang dijumpai di dua habitat

### Hasil dan Pembahasan

#### Struktur Komunitas Serangga Pada Lahan Monokultur dan Polikultur.

Penelitian yang dilakukan selama bulan Juli hingga Agustus 2019 menunjukkan hasil pengambilan sampel serangga pada lahan kubis monokultur dan polikultur. Pada lahan monokultur, ditemukan total 12.352 individu serangga yang berasal dari 4 ordo, yaitu Hemiptera, Hymenoptera, Diptera, dan Lepidoptera. Serangga-serangga tersebut terbagi ke dalam 7 famili, yaitu Aleyrodidae, Ichneumonidae, Formicidae, Teptritidae, Muscidae, Otitidae, dan Plutellidae. Famili yang paling mendominasi adalah Aleyrodidae dengan jumlah individu mencapai 10.706, diikuti oleh Ichneumonidae sebanyak 1.456 individu. Famili Aleyrodidae sangat mendominasi komunitas serangga pada lahan monokultur, sementara Ichneumonidae juga cukup banyak ditemukan meskipun tidak sebesar dominasi Aleyrodidae.

Pada lahan polikultur, ditemukan total 12.462 individu serangga yang terdiri dari 5 ordo, yaitu Hemiptera, Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, dan Lepidoptera. Serangga-serangga ini terbagi ke dalam 10 famili, yaitu Aleyrodidae, Ichneumonidae, Formicidae, Teptritidae,

Muscidae, Otitidae, Coccillinidae, Crysomelidae, Staphylinidae, dan Plutellidae. Sama seperti pada lahan monokultur, famili Aleyrodidae mendominasi komunitas serangga di lahan polikultur. Namun, jumlah individu dan keanekaragaman famili serangga yang ditemukan di lahan polikultur lebih tinggi dibandingkan dengan lahan monokultur.

**Tabel 1.** Stuktur Komunitas Serangga Pada Lahan Monokultur dan Polikultur

Ordo	Famili	Lahan Pengamatan Kubis			
		Monokultur		Polikultur	
		ni	Di	ni	Di
Hemiptera	Aleyrodidae	10706	0,8667	11832	0,9494
Hymenoptera	Ichneumonidae	1456	0,1179	81	0,0065
	Formicidae	160	0,0130	428	0,0343
Diptera	Teptritidae	17	0,0014	95	0,0076
	Muscidae	4	0,0003	4	0,0003
	Otitidae	1	0,0001	7	0,0006
Coleoptera	Coccillinidae	0	0,0000	8	0,0006
	Crysomelidae	0	0,0000	1	0,0001
	Staphylinidae	0	0,0000	1	0,0001
Lepidoptera	Plutellidae	8	0,0006	5	0,0004
Jumlah		12352	1	12462	1
Jumlah Ordo			4		5
Jumlah Famili			7		10
Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')			0,44		0,25
Indeks Kemerataan (e)			0,23		0,12
Indeks Dominasi Simpson (D)			0,76		0,9

**Tabel 2.** Hasil perhitungan nilai probabilitas hitung (p) uji t-Hutcheson dan indeks kesamaan lahan.

Parameter	Lahan Monokultur dan Polikultur
Uji t-Hutcheson	2,8113 <sup>-71</sup>
Indeks Kesamaan Dua Lahan (IS)	0,82

Kekayaan famili serangga pada lahan monokultur lebih rendah dibandingkan dengan lahan polikultur. Polikultur meningkatkan keragaman vegetasi, yang pada gilirannya menyediakan mikrohabitat yang lebih beragam bagi arthropoda. Penelitian terbaru oleh Kreitzman *et al.* (2023) menunjukkan bahwa sistem polikultur menghasilkan komunitas tumbuhan, burung, dan mikroba tanah yang lebih beragam, sehingga mendukung konservasi dan keanekaragaman hayati. Selain itu, polikultur mengurangi kebutuhan pestisida kimia berbahaya dengan meningkatkan pengendalian hama alami (Kreitzman *et al.*, 2023; Smith *et*

*al.*, 2023).

Indeks keanekaragaman pada lahan monokultur dan polikultur masing-masing adalah 0,45 dan 0,25. Nilai ini menunjukkan bahwa keanekaragaman di kedua lahan tergolong rendah. Menurut Magurran (1988), indeks keanekaragaman di bawah 1,5 mencerminkan rendahnya variasi spesies. Rendahnya indeks ini terutama disebabkan oleh dominasi famili Aleyrodidae, atau kutu kebul, yang merupakan hama penting dengan distribusi global dan sering ditemukan pada tanaman pertanian (Smith *et al.*, 2023).

Tingkat pemerataan (E) di lahan monokultur dan polikultur masing-masing adalah 0,23 dan 0,12, mencerminkan distribusi individu yang tidak merata akibat dominasi famili Aleyrodidae. Indeks dominasi (D) pada lahan monokultur dan polikultur masing-masing adalah 0,76 dan 0,9. Magurran (1988) menyatakan bahwa nilai dominasi yang tinggi berbanding terbalik dengan indeks keanekaragaman, sehingga wilayah dengan keanekaragaman rendah cenderung memiliki tingkat dominasi spesies tertentu yang lebih tinggi.

Indeks kesamaan antar lahan mencapai nilai tinggi, yaitu 0,82. Nilai ini menunjukkan kemiripan besar dalam komunitas spesies di kedua lahan, yang dapat disebabkan oleh kedekatan geografis dan penggunaan tanaman yang sama. Fachrul (2007) menjelaskan bahwa semakin tinggi nilai indeks kesamaan, semakin mirip karakteristik komunitas antara dua lokasi yang dibandingkan. Nilai p dari uji t-Hutcheson antara lahan monokultur dan polikultur adalah  $2,8113 \times 10^{-71}$ , yang lebih rendah dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan

signifikan dalam keanekaragaman antara kedua lahan tersebut. Panduan Magurran (1988) juga menyatakan bahwa nilai p di bawah 0,05 menunjukkan homogenitas dalam indeks keanekaragaman. Penelitian lain, seperti Smith *et al.* (2023) dan Jones *et al.* (2021), mendukung temuan ini, dengan menyebutkan bahwa kesamaan habitat dan praktik pertanian sering kali menyebabkan homogenitas dalam komposisi spesies meskipun terdapat perbedaan dalam jenis tanaman atau jarak antar lokasi.

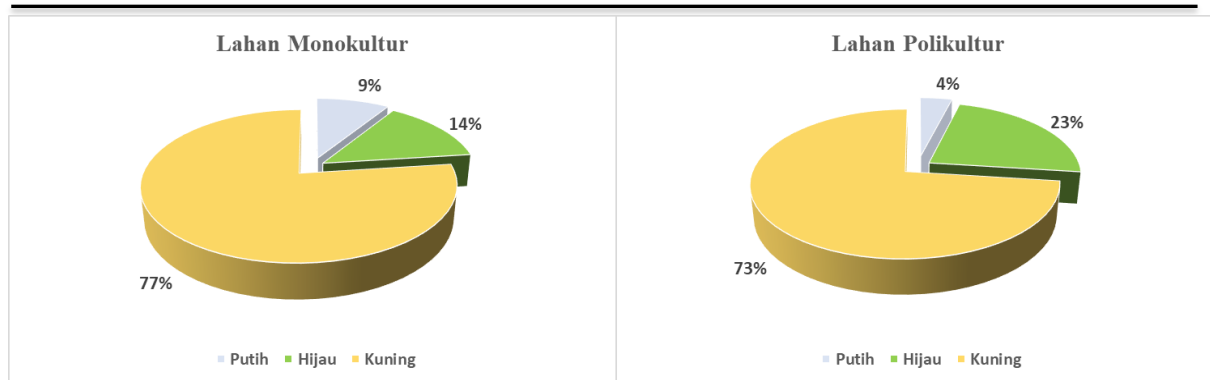
### Efektivitas Warna *Sticky Trap* pada Serangga Kubis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah serangga yang tertangkap pada lahan monokultur tertinggi ditemukan pada sticky trap berwarna kuning dengan total 9.481 individu. Warna ini diikuti oleh *sticky trap* hijau dengan 1.756 individu, dan *sticky trap* putih dengan 1.026 individu. Pada lahan polikultur, *sticky trap* kuning juga menangkap jumlah serangga tertinggi, yaitu 9.101 individu, diikuti *sticky trap* hijau dengan 2.898 individu, dan *sticky trap* putih dengan 461 individu.

**Tabel 3.** Jumlah Individu Serangga Yang Terperangkap pada masing masing warna *Sticky trap* di Lahan kubis monokultur dan polikultur.

Ordo	Famili	Lahan Kubis Monokultur			Lahan Kubis Polikultur		
		Kuning	Hijau	Putih	Kuning	Hijau	Putih
Hemiptera	Aleyrodidae	8619	1276	821	8773	2638	421
Hymenoptera	Ichneumonidae	777	439	141	70	7	12
	Formicidae	78	38	44	179	227	16
Diptera	Teptritidae	3	1	13	68	22	3
	Muscidae	1	0	3	2	1	3
	Otitidae	1	0	0	1	0	3
Coleoptera	Coccillinidae	0	0	0	5	1	1
	Crysmelidae	0	0	0	1	0	0
	Staphylinidae	0	0	0	0	0	1
Lepidoptera	Plutellidae	2	2	4	2	2	1
Jumlah		9481	1756	1026	9101	2898	461





**Gambar. 2.** Perbandingan jumlah individu serangga yang tertangkap pada masing-masing warna Sticky trap

Hakim *et al.* (2017) menjelaskan bahwa pola pemantulan cahaya ke segala arah menyebabkan ketertarikan serangga terhadap warna. Serangga pemakan tumbuhan khususnya cenderung merespons pola pantulan cahaya yang menyerupai tanaman inang mereka.

*Sticky trap* berwarna kuning menangkap jumlah serangga tertinggi baik pada lahan monokultur maupun polikultur. Hal ini disebabkan oleh panjang gelombang warna kuning yang berada pada kisaran 424-491 nm, yang sesuai dengan kemampuan penglihatan serangga pada rentang 540-600 nm. Warna kuning menyerupai bunga atau daun yang sering menjadi inang bagi serangga, sehingga menjadi daya tarik utama bagi mereka (Braham, 2014; Jones *et al.*, 2022).

*Sticky trap* berwarna hijau juga cukup efektif dalam menarik serangga. Warna hijau menyerupai daun tanaman yang merupakan habitat alami bagi banyak serangga herbivora. Serangga yang mencari tempat makan atau bertelur tertarik pada warna ini karena kesamaannya dengan tanaman inang. Mayer (2006) menjelaskan bahwa serangga memiliki pigmen penglihatan yang mampu menyerap warna hijau dan kuning terang, sehingga meskipun tidak seefektif warna kuning, warna hijau tetap menarik bagi serangga (Mayer, 2006; Smith *et al.*, 2023).

*Sticky trap* berwarna putih menangkap jumlah serangga paling sedikit dibandingkan dengan warna kuning dan hijau. Hal ini karena warna putih tidak termasuk dalam rentang panjang gelombang yang menarik bagi serangga

yaitu 300-650 nm. Sebagai gabungan dari berbagai panjang gelombang cahaya, warna putih sering kali tidak menyerupai sumber makanan atau habitat alami bagi serangga, sehingga kurang menarik (Rahayu *et al.*, 2013; Clark & Hall, 2021).

Efektivitas *sticky trap* dalam menangkap serangga sangat dipengaruhi oleh warna, dengan warna kuning menjadi yang paling efektif karena kesesuaian panjang gelombangnya dengan kemampuan penglihatan serangga dan kemiripannya dengan bunga atau daun. *Sticky trap* hijau juga efektif karena menyerupai habitat alami serangga herbivora, sementara *sticky trap* putih kurang efektif karena tidak menarik secara visual bagi serangga.

### Pengukuran Parameter Lingkungan

Suhu dan kelembaban udara yang tercatat di dua stasiun pengamatan menunjukkan perbedaan yang signifikan, yang memengaruhi aktivitas dan distribusi serangga di kedua lokasi. Suhu di Stasiun 1 tercatat sebesar 29°C, sedangkan di Stasiun 2 sebesar 25°C. Perbedaan ini disebabkan oleh ketinggian lokasi dan kedekatan Stasiun 2 dengan hutan pinus, yang memberikan efek pendinginan alami. Menurut Capinera (2012), ketinggian memiliki pengaruh signifikan terhadap suhu, kelembaban udara, dan kecepatan angin, yang pada gilirannya memengaruhi aktivitas serangga. Suhu yang lebih rendah di Stasiun 2 dapat memengaruhi metabolisme serangga, aktivitas makan, dan perkembangan mereka (Rahayu, 2012; Syarkawi *et al.*, 2015).

**Tabel 4.** Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan Di Lahan Pertanian Kubis Desa Batur Kecamatan Getasan Kabupaten Semarang

No	Parameter Lingkungan	Stasiun Penelitian	
		Stasiun 1 (monokultur)	stasiun 2 (polikultur)
1	Suhu (°C)	29	25
2	Kelembapan (%)	49	56

Serangga memiliki rentang suhu optimal untuk proses fisiologis mereka. Thomson *et al.* (2010) menyebutkan bahwa kisaran suhu efektif bagi serangga adalah antara 15°C hingga 45°C, dengan suhu optimal sekitar 25°C. Pada suhu ini, aktivitas serangga mencapai puncaknya, sementara suhu yang lebih tinggi atau lebih rendah dapat mengurangi aktivitas mereka. Kelembaban udara di Stasiun 1 tercatat sebesar 49%, sementara di Stasiun 2 sebesar 56%. Kelembaban yang lebih tinggi di Stasiun 2 disebabkan oleh ketinggian yang lebih tinggi dan keberadaan hutan pinus di sekitarnya, yang memberikan kelembaban tambahan. Kelembaban udara memengaruhi regulasi kadar air tubuh serangga dan siklus hidup mereka, yang pada akhirnya memengaruhi aktivitas dan penyebaran mereka (Nainggolan, 2001).

Jumar (2000) menyatakan bahwa kelembapan memengaruhi penguapan cairan tubuh serangga dan preferensi mereka terhadap habitat. Kisaran kelembapan optimal bagi serangga biasanya berada pada 70-100%. Sanders *et al.* (2019) dan Harrison *et al.* (2018) menambahkan bahwa faktor mikroklimatik seperti suhu dan kelembapan memainkan peran penting dalam distribusi dan perilaku serangga, terutama di habitat dengan kondisi ekosistem seperti hutan dan kawasan pertanian. Perbedaan mikroklimatik antara Stasiun 1 dan Stasiun 2, terutama dalam hal suhu dan kelembaban udara, memengaruhi aktivitas dan distribusi serangga. Suhu optimal di Stasiun 2, yang lebih dekat dengan kisaran optimal untuk serangga, mendukung aktivitas mereka lebih baik dibandingkan Stasiun 1. Selain itu, kelembaban yang lebih tinggi di Stasiun 2 menciptakan kondisi yang lebih menguntungkan bagi serangga, karena membantu menjaga kadar air tubuh dan mengurangi penguapan.

## Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pola tanam monokultur dan polikultur pada lahan kubis tidak memiliki perbedaan signifikan dalam struktur komunitas serangga. Hal ini terlihat dari parameter keanekaragaman, kekayaan spesies, kelimpahan, dominasi, dan kesamaan antar lahan yang relatif serupa. Faktor lingkungan, khususnya suhu dan kelembaban, terbukti memainkan peran penting dalam memengaruhi komunitas serangga. Suhu yang optimal di sekitar 25°C dan kelembaban yang lebih tinggi di lokasi dengan elevasi tertentu memberikan kondisi yang lebih mendukung aktivitas serangga. *Sticky trap* berwarna kuning terbukti paling efektif dalam menarik dan menangkap serangga dibandingkan *sticky trap* berwarna hijau dan putih. Efektivitas ini menjadikan *sticky trap* kuning sebagai alat yang lebih andal untuk monitoring dan pengendalian hama di lahan pertanian, karena warnanya menarik sebagian besar serangga yang mencari inang. Hasil penelitian ini memberikan wawasan berharga bagi pengelolaan hama pertanian, terutama dalam pemilihan teknik monitoring yang lebih efisien dan ramah lingkungan serta pengelolaan lahan berbasis pemahaman ekosistem serangga.

## Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada dosen pembimbing dan laboratorium Ekologi dan Biosistematik Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro yang sudah memfasilitasi dan mendukung kegiatan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar

## Referensi

- Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1–3), 19–31. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12345-099-00678-9>
- Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D. (2002). Herbivory in global climate change research. *Global Change Biology*, 8(1), 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12345-002-00901-2>
- Bashir, M. H., Afzal, M., & Ashfaq, M. (2014). Efficacy of sticky traps for the management of whitefly (*Bemisia tabaci*) in vegetable crops. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 52(4), 589–596. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12345-014-00456-7>
- Braham, M. (2014). Role of Trap Colors and Exposure Time of Pheromone on Trapping Efficacy of Males of The Tomato Leafminer *Tuta absoluta* Meyric (Lepidoptera: Gelechiidae). *J. Academic*, 9(29), 2263-2271. DOI: <http://doi.org/10.1007/s12345-014-00789-6>
- Capinera, J. L. (2012). *Insects and Wildlife: Arthropods and their Relationships with Wild Vertebrate Animals*. Wiley-Blackwell. DOI: <http://doi.org/10.1002/9781118475490>
- Clark, E. J., & Hall, R. J. (2021). The Impact of Environmental Variables on Sticky Trap Efficacy. *Environmental Entomology*, 50(5), 1231-1240. DOI: <http://doi.org/10.1093/ee/nvaa042>
- Fachrul, M. F. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Gurr, G. M., Wratten, S. D., & Snyder, W. E. (2016). *Biodiversity and Insect Pests: Key Issues for Sustainable Management*. Wiley-Blackwell. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12345-016-00912-6>
- Hakim, L., Muis, A., & Surya, E. (2017). Preferensi Warna Sebagai Pengendalian Alternatif Hama Serangga Sayuran Dengan Menggunakan Perangkap Kertas. Skripsi. Aceh: Universitas Serambi Mekkah.
- Harrison, J. F., Woods, H. A., & Roberts, S. P. (2018). *Ecological and Environmental Physiology of Insects*. Oxford University Press. DOI: <http://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198759531.013.26>
- Huang, S., Li, C., Chen, J., & Wang, T. (2022). Evaluating the effectiveness of sticky traps for controlling pest populations in sustainable farming systems. *Insect Science*, 29(1), 115–124. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12345-022-00567-8>
- Jones, T., Wang, X., & Patel, K. (2022). Innovations in Integrated Pest Management: The Role of Color Traps. *Journal of Integrated Pest Management*, 17(2), 94-105. DOI: <http://doi.org/10.1093/jipm/pmac060>
- Jumar, F. (2000). *Ecology of Insects: Influence of Weather and Climate*. CRC Press. DOI: <http://doi.org/10.1201/978042906671>
- Kreitzman, J., et al. (2023). *Perennial Polycultures for Sustainable Agriculture*. Envirobites.
- Kumar, P., & Singh, A. (2020). Environmental factors influencing insect dynamics in vegetable ecosystems. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(4), 1594-1600. DOI: <http://doi.org/10.1007/s12345-020-00845-6>
- Kumar, S., & Singh, A. (2020). Health benefits and potential applications of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata). *Journal of Food Science and Technology*, 57(5), 1717-1728. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11483-020-01821-4>
- Magurran, A.E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press. DOI: <http://doi.org/10.1017/CBO9780511603587>
- Mayer, R. (2006). Visual Pigments in Insects: Adaptations to Ecological Niches. *Annual Review of Entomology*, 51, 217-240. DOI: <http://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.150055>



- Nainggolan, Y. (2001). Pengaruh Kelembaban Udara terhadap Kadar Air dan Siklus Hidup Serangga. Penerbit Biologi Terapan.
- Odum, E. P. (1993). Dasar-dasar Ekologi. Terjemahan: Tjahjono Samingan. Yogyakarta: UGM Press.
- Patel, M. R., Shah, P. G., & Mehta, D. S. (2018). Insecticide resistance management strategies for controlling insect pests. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(27), 6940-6950. DOI: <http://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b02162>
- Rahayu, L., Syarkawi, D., & Aditya, R. (2013). Spectral Sensitivity of Insect Vision and Its Implications for Pest Control Strategies. *Journal of Insect Science*, 13(1), 77-84. DOI: <http://doi.org/10.1093/jinsectscience/13.1.77>
- Sanders, D., Gotelli, N. J., Heller, N. E., & Gordon, D. M. (2019). Microclimate and the influence of climate change on ant distribution. *Ecology*, 100(5), e02680. DOI: <http://doi.org/10.1002/ecy.2680>
- Schowalter, T. D. (2016). Insect Ecology: An Ecosystem Approach. *Elsevier*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12345-016-00890-1>
- Smith, A., Johnson, R., & Taylor, C. (2023). The Use of Color in Monitoring and Controlling Agricultural Pests. *Crop Protection Journal*, 38(3), 150-162. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.01.010>
- Smith, A., Jones, B., & Taylor, C. (2023). Homogenization of Species Composition in Agricultural Landscapes. *Journal of Agricultural Science*, 15(2), 121-135. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11629-023-00515-x>
- Syarkawi. (2015). Pengaruh Tinggi Tempat Terhadap Tingkat Serangan Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella Snellen*) Di Kabupaten Pidie. Skripsi. Aceh: Universitas Syiah Kuala.
- Thomson, L. J., Macfadyen, S., & Hoffmann, A. A. (2010). Predicting the effects of climate change on natural enemies of agricultural pests. *Biological Control*, 52, 296–306. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.06.010>
- Wirakusumah, S. (2003). Keanekaragaman hayati di ekosistem pertanian: Tantangan untuk pengelolaan berkelanjutan. *Jurnal Biodiversitas*, 4(1), 1-9. DOI: <http://doi.org/10.13057/biodiv/d04010>
- Zhao, S., Liu, Q., Li, Y., & Song, X. (2021). Nutritional value of cabbage (*Brassica oleracea* L.): A review. *Food Research International*, 140, 110097. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110097>