

## Dampak Pemanasan Global terhadap Fenologi Tanaman Kecipir (*Psopocarpus tetragonolobus*) dan Hubungannya dengan Serangga Polinator

Yuni Rokhdita Rahayuningtyas, Eming Sudiana; Elly Proklamasiningsih

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman  
Jalan dr. Suparno 63 Purwokerto 53122  
email: [yunirokhda26@gmail.com](mailto:yunirokhda26@gmail.com)

### Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 19/08/2020  
Disetujui : 10/12/2020

### Abstract

Global warming or often referred to as global warming is a form of imbalance of ecosystems on earth due to the process of increasing the average temperature of the atmosphere, sea, and land on earth. The impact of global warming can make agricultural plants flower faster while pollinating insects are not ready so that the reproductive cycle is disrupted. Studying temperature changes as a result of global warming on an organism can be represented by an altitude gradient. The study aims to determine the effect of temperature changes on the phenology of winged bean plants (*Psophocarpus tetragonolobus*) which is described by the gradient of altitude and to determine the diversity of pollinator insects. The independent variable in this study is the difference in the gradient in elevation of the place, while the dependent variable is the phenology of the development of winged bean flowers and pollinator insects. The results of the study of abiotic factors showed that air temperature and sunlight intensity decreased in line with the increase in altitude from the surface of the seawater, while the humidity increased. The phenological analysis of winged bean plants showed the influence of altitude on plant height, number of leaves and branches, time of the first appearance, number of flowers and flower size as well as the diversity of pollinator insects.

**Key words:** global warming, phenology, pollinator insects, winged plants

### Abstrak

Global warming or often referred to as global warming is a form of imbalance of ecosystems on earth due to the process of increasing the average temperature of the atmosphere, sea, and land on earth. The impact of global warming can make agricultural plants flower faster while pollinating insects are not ready so that the reproductive cycle is disrupted. Studying temperature changes as a result of global warming on an organism can be represented by an altitude gradient. The study aims to determine the effect of temperature changes on the phenology of winged bean plants (*Psophocarpus tetragonolobus*) which is described by the gradient of altitude and to determine the diversity of pollinator insects. The independent variable in this study is the difference in the gradient in elevation of the place, while the dependent variable is the phenology of the development of winged bean flowers and pollinator insects. The results of the study of abiotic factors showed that air temperature and sunlight intensity decreased in line with the increase in altitude from the surface of the seawater, while the humidity increased. The phenological analysis of winged bean plants showed the influence of altitude on plant height, number of leaves and branches, time of the first appearance, number of flowers and flower size as well as the diversity of pollinator insects.

**Keywords:** global warming, phenology, pollinator insects, winged plants

### PENDAHULUAN

Pemanasan global atau sering disebut dengan *global warming* adalah suatu bentuk ketidakseimbangan ekosistem di bumi akibat terjadinya proses peningkatan suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan di bumi. Dampak pemanasan global dapat membuat tanaman pertanian berbunga lebih cepat,

sementara serangga penyerbuk belum siap sehingga siklus reproduksinya terganggu (Grimstad, 1993).

Beberapa tanaman pertanian diduga melakukan berbagai cara adaptasi untuk dapat bertahan karena adanya kenaikan suhu udara dampak dari pemanasan global yang menyebabkan stress pada tanaman. Salah satu cara adaptasi yang

umum terjadi adalah mekanisme pembungaan atau fenologi pembungaan, yang dapat berupa perubahan ukuran bunga, waktu pembungaan dan waktu bunga mekar harian (Visser & Both, 2005). Tanaman pertanian pada saat ini diduga telah banyak mengalami perubahan fenologi atau penyesuaian waktu aktivitas musiman, seperti waktu pembungaan yang disebabkan peningkatan suhu udara dampak dari adanya pemanasan global (Walther *et al.*, 2002). Hal ini juga sesuai dengan pernyataan dari Parmesan & Yohe (2003) bahwa telah terjadi perubahan fenologi pembungaan pada berbagai jenis tanaman berbunga diseluruh dunia sebagai respon terhadap perubahan suhu karena pemanasan global. Koti *et al.* (2005) menyatakan bahwa kenaikan suhu udara akan mempengaruhi fisiologi tanaman berbunga melalui berbagai cara diantaranya yaitu fenologi pembungaan. Di samping perubahan fisiologi, peningkatan suhu karena pemanasan global juga menyebabkan perubahan morfologi tanaman.

Fenologi perkembangan bunga merupakan tahapan mulai dari pembentukan tunas bunga sampai bunga layu, sebagian ada yang jatuh, umumnya mengering dan hilangnya struktur bunga seperti stamen, petal dan sepal. Fenologi pembungaan pada jenis tanaman tropis sangat kompleks karena dipengaruhi oleh keadaan lingkungan sekitar, seperti suhu dan kelembaban udara (Dwi, Nina & Yulia, 2007). Pemahaman tentang informasi fenologi tanaman sangat diperlukan karena dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas benih melalui prediksi waktu pemanenan dan produksi benih setiap tahun.

Dampak pemanasan global yang berupa kenaikan suhu dan intensitas cahaya dapat digambarkan dengan gradien ketinggian tempat sebagai model dalam mempelajari pengaruhnya terhadap fenologi tanaman kecipir dan hubungannya dengan serangga polinator. Gradien ketinggian tempat dapat memberikan petunjuk terhadap

kemungkinan respons spesies dan komunitas tentang efek peningkatan suhu (Widhiono *et al.*, 2017). Perubahan waktu pembungaan akan merubah hubungan hubungan ekologis antara organisme di dalam ekosistem (Visser & Both, 2005). Hubungan ekologis yang berubah dapat terjadi antara tanaman dengan serangga penyerbuk (Mommott *et al.*, 2007). Serangga polinator berperan penting dalam kelangsungan ekosistem terestrial termasuk pada lanskap yang didominasi oleh pertanian (Klein *et al.*, 2002)

## **MATERI DAN METODE**

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tanaman kecipir (*Psopocarpus tetragonolobus*) dan serangga pollinator. Alat yang digunakan untuk menunjang penelitian ini berupa: kamera digital, luxmeter, termohigrometer, *soil tester*, penggaris/meteran.

Penelitian dilakukan pada enam lokasi dengan ketinggian tempat yang berbeda. Lokasi tersebut terdapat di Jambusari (Jeruklegi, Cilacap) dengan ketinggian 50 m dpl, Gunung Tugel (Banyumas) dengan ketinggian 200 m dpl, Limpakuwus 1 (Banyumas) dengan ketinggian 400 m dpl, Limpakuwus 2 (Banyumas) dengan ketinggian 600 m dpl, Serang 1 (Purbalingga) dengan ketinggian 800 m dpl dan Serang 2 (Purbalingga) dengan ketinggian 1000 m dpl.

Penelitian dilakukan menggunakan metode survei dengan menggunakan dua teknik pengambilan sampel yaitu *purposive sampling* dan *scan sampling*. Variabel penelitian ini terdiri atas variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah perbedaan gradient ketinggian ketinggian tempat, sedangkan variabel terikatnya adalah fenologi tanaman kecipir dan serangga polinator. Parameter yang diamati terkait fenologi perkembangan bunga adalah tinggi tanaman, jumlah cabang dan daun, awal waktu pembungaan (skala hari ke *n* setelah tanam), ukuran

bunga mekar, dan jumlah bunga pertanaman. Parameter berkaitan dengan serangga penyerbuk adalah jumlah dan jenis serangga penyerbuk, sedangkan parameter abiotik yaitu suhu, kelembaban dan intensitas cahaya.

Analisis data menggunakan analisis varian (ANOVA), analisis regresi dan untuk mengetahui keanekaragaman spesies dilakukan analisis indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (Michael, 1995).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Faktor Lingkungan

Perbedaan ketinggian tempat tumbuh pada tanaman akan menyebabkan perbedaan iklim seperti

**Tabel 1.** Kondisi lingkungan pada enam ketinggian tempat.

Kondisi Lingkungan		Ketinggian Tempat (m dpl)					
		50	200	400	600	800	1000
Suhu (°C)	Maks	34	32	29	28	26	20,25
	Min	24	21	19	18,25	17,25	16
Intensitas Cahaya (Lux)	Maks	13595	12100	10320	9181,5	8599,5	8159,75
	Min	3860,75	3504,5	2140,75	1675,75	1359,25	1119,5
Kelembaban (%)	Maks	63,5	70,75	74	76,75	84	96
	Min	58	67,75	70,25	74	80	90
pH		6,95	7	7	7	7	6,95

Hasil penelitian faktor lingkungan di lokasi penelitian menunjukkan bahwa suhu udara dan intensitas cahaya matahari mengalami penurunan sejalan dengan meningkatnya ketinggian tempat dari permukaan air laut. Namun demikian, naiknya ketinggian tempat menyebabkan peningkatan kelembaban udara. Berbeda dengan faktor lingkungan lainnya, pH tanah relatif tidak terpengaruh oleh ketinggian tempat di atas permukaan air laut (Tabel 1).

Respons tanaman terhadap lingkungan berbeda-beda tergantung jenis tanaman. Tanaman dapat memberikan respons positif maupun negatif terhadap perubahan lingkungan tumbuh. Adaptasi tumbuhan terhadap faktor suhu, ketersediaan air dalam tanah dan CO<sub>2</sub> melalui mekanisme

suhu, intensitas cahaya, kelembaban dan pH, yang dapat mempengaruhi proses-proses fisiologi tanaman. Perbedaan faktor lingkungan akan mempengaruhi pertumbuhan vegetatif maupun generatif tanaman. Suhu optimum diperlukan tanaman agar dapat dimanfaatkan dengan baik pada proses fisiologis. Suhu yang terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan tanaman bahkan dapat mengakibatkan kematian bagi tanaman, demikian juga suhu yang terlalu rendah (Yuliana *et al.*, 2015). Menurut Pertamawati (2010) enzim-enzim yang bekerja dalam proses fotosintesis hanya dapat bekerja hanya pada suhu optimal.

fotosintesisnya menghasilkan 3 tipe tumbuhan yaitu C3, C4 dan CAM (Rindiastuti & Hapsari, 2016). Berdasarkan tipe fotosintesis, kecipir (*Psopocarpus tetragonolobus*) merupakan kelompok tanaman C3. Tumbuhan C3 memiliki satu macam enzim katalisator fiksasi CO<sub>2</sub> yaitu Rubisco (*RuBP carboxylase oxygenase*) (Taiz & Zeiger, 2002). Pada daerah panas pertumbuhannya terhambat karena enzim Rubisco mengikat banyak oksigen dengan meningkatnya suhu sehingga memacu terjadinya fotorespirasi (pembongkaran karbohidrat untuk menghasilkan energi yang terjadi pada siang hari) yang menyebabkan kehilangan sejumlah karbon. Tumbuhan dengan tipe fotosintesis C3 tidak efektif dalam fiksasi CO<sub>2</sub> pada temperatur siang hari yang terik, sehingga mempunyai produktivitas lebih

rendah pada suhu udara tinggi jika dibandingkan dengan tumbuhan C. Hal ini disebabkan RUBP yang seharusnya mengikat CO<sub>2</sub> justru akan mengikat O<sub>2</sub> dan mengalami respirasi sehingga terjadi fotorespirasi.

### Pertumbuhan Generatif Tanaman Kecipir

#### Waktu muncul kuncup bunga

Berdasarkan analisis statistik dengan ANOVA menunjukkan bahwa ketinggian tempat berpengaruh nyata terhadap waktu munculnya kuncup bunga. Persamaan regresi tentang hubungan perubahan suhu terhadap waktu munculnya kuncup bunga  $Y' = -89,026 + 0,14 X_1 + 2,139 X_2 + 1,015 X_3 - 0,05 X_4 - 0,01 X_5 + 1,478 X_6 - 0,353 X_7 - 4,655 X_8$ ,

dengan nilai F hitung 1149,00 dan nilai signifikansinya sebesar 0,00 lebih kecil dari 0,05 yang berarti faktor lingkungan berpengaruh terhadap waktu munculnya kuncup bunga. Pengaruh faktor lingkungan terhadap munculnya kuncup bunga memiliki nilai R Square 0,900 (90%). Hal ini menunjukkan bahwa persentase pengaruh variabel bebas, yaitu ketinggian, suhu udara, intensitas cahaya, kelembaban udara, dan pH berpengaruh terhadap waktu munculnya kuncup bunga sebesar 90%. Fenomena waktu munculnya kuncup bunga kecipir paling cepat terjadi pada lokasi dengan ketinggian 50 m dpl tepatnya yaitu di Cilacap (Tabel 2).

**Tabel 2.** Pertumbuhan generatif kecipir (*Psopocarpus tetragonolobus*) umur 45 HST.

Ketinggian (m dpl)	Waktu munculnya kuncup (hari)	Jumlah Bunga	Ukuran Bunga (cm)		
			<i>Vexillum</i>	<i>Ala</i>	<i>Carina</i>
50	46 <sup>a</sup>	9b <sup>c</sup>	3,53 <sup>b</sup>	2,39 <sup>a</sup>	2,34 <sup>a</sup>
200	47 <sup>a</sup>	10 <sup>b</sup>	3,60 <sup>ac</sup>	2,40 <sup>ab</sup>	2,35 <sup>abc</sup>
400	48 <sup>bc</sup>	11 <sup>b</sup>	3,63 <sup>ac</sup>	2,43 <sup>bc</sup>	2,39 <sup>bc</sup>
600	48 <sup>bce</sup>	14 <sup>c</sup>	3,66 <sup>c</sup>	2,44 <sup>c</sup>	2,41 <sup>c</sup>
800	60 <sup>c</sup>	7 <sup>a</sup>	3,50 <sup>a</sup>	2,39 <sup>a</sup>	2,33 <sup>a</sup>
1000	61 <sup>d</sup>	6 <sup>a</sup>	3,48 <sup>a</sup>	2,38 <sup>a</sup>	2,32 <sup>a</sup>

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata

Tanaman kecipir yang berada di lokasi dengan ketinggian 50 m dpl akan muncul kuncup bunga pada 46 hari sesudah tanam (HST) kemudian diikuti pada lokasi penelitian yang lain. Pada lokasi ketinggian 200 m dpl kuncup muncul 47 HST, ketinggian 400 m dpl dan 600 m dpl pada 48 HST, ketinggian 800 m dpl pada 60 HST, dan ketinggian 1000 m dpl pada 61 HST. Fase waktu munculnya kuncup bunga sepanjang gradien ketinggian tempat diduga kuat merupakan efek dari perbedaan suhu. Berdasarkan penelitian Thakur *et al.* (2010) pada kedelai dengan perlakuan suhu rendah akan menunda inisiasi bunga. Tanaman kecipir yang tumbuh pada ketinggian rendah akan merespon kondisi panas secara lebih cepat. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Parmesan & Yohe (2003)

bahwa pengaruh pemanasan global yang berupa kenaikan suhu terhadap tumbuhan, diantaranya beberapa tumbuh-tumbuhan mengalami pembungaan dan pembuahan lebih awal. Respon awal pembungaan terhadap kenaikan suhu bersifat linier, yang akan menjadi hal yang penting bagi hubungan antara tumbuhan dengan serangga penyerbuk. Menzel *et al.* (2006) menemukan hubungan yang linier antara variasi suhu dengan 25 jenis tumbuhan di Inggris 23 diantaranya melakukan pembungaan lebih awal ketika terjadi kenaikan suhu udara.

#### Jumlah bunga

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik dengan ANOVA didapat hasil F tabel sebesar 2,773 sedangkan F hitung untuk jumlah

bunga mekar 18,914, karena  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka menunjukkan bahwa ketinggian tempat berpengaruh nyata terhadap waktu munculnya kuncup bunga. Pengaruh faktor lingkungan terhadap jumlah bunga yang mekar memiliki persamaan regresi  $Y' = 151,866 + 0,11 X_1 - 1,019 X_2 - 1,166 X_3 - 0,01 X_4 + 0,03 X_5 - 1,025 X_6 - 0,37 X_7 - 1,974 X_8$  dengan nilai  $F_{hitung}$  18,915 dan nilai signifikansinya 0,00 yang lebih kecil dari 0,05 yang berarti faktor lingkungan berpengaruh terhadap jumlah bunga mekar. Hal ini menunjukkan bahwa persentase sumbangan pengaruh variabel bebas, yaitu ketinggian, suhu udara, intensitas cahaya matahari, kelembaban udara dan pH terhadap jumlah bunga sebesar 55,4%. Pengamatan jumlah bunga terbanyak berada di ketinggian menengah yaitu pada 600 m dpl yang berada di Limpakuwus 2 dan jumlah bunga terendah berada pada ketinggian 1000 m dpl.

Perbedaan jumlah bunga pada enam lokasi penelitian juga dipengaruhi karena adanya perbedaan faktor lingkungan. Pada ketinggian 600 m dpl memiliki rentang suhu antara 18°C sampai 28°, yang merupakan suhu optimum dari tanaman kecipir sehingga memiliki jumlah bunga yang paling banyak diantara lokasi yang lain. Setyaningrum & Saparinto (2012) menyatakan bahwa suhu udara yang dibutuhkan tanaman kecipir sekitar 18°C sampai dengan 32°C. Sedangkan pada ketinggian 1000 m dpl yang berada di Serang memiliki jumlah bunga mekar terendah hal ini dimungkinkan karena memiliki suhu antara 16°C sampai 20°C, dibawah suhu optimum untuk pertumbuhan kecipir. Nayyar *et al.*, (2005) menyatakan cekaman suhu rendah menyebabkan gugurnya bunga pada buncis dan meningkatkan konsentrasi asam absisat (ABA) pada bunga gugur sehingga jumlah bunga akan berkurang. Selain suhu proses pembentukan kuncup bunga diduga juga dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari. Tanaman memerlukan cahaya matahari yang berlimpah untuk membentuk kuncup

bunga. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hidayat (2010) yang menyatakan bahwa cahaya matahari yang berlimpah akan memacu proses pembungaan

### **Ukuran bunga**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik dengan ANOVA menunjukkan bahwa ketinggian tempat berpengaruh nyata terhadap ukuran bunga yang terdiri dari *vexillum*, *carina* dan *ala*. Ukuran mahkota bunga terkecil berada pada ketinggian 1000 m dpl. Hal ini berkaitan dengan pengaruh intensitas cahaya terhadap tanaman. Menurut Parman (2010), bahwa intensitas cahaya matahari yang berbeda akan menyebabkan terjadinya perbedaan pertumbuhan pada tanaman. Raharjeng (2015) menyatakan bahwa cahaya mengendalikan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, karena hasil fotosintesis berupa karbohidrat digunakan untuk pembentukan organ-organ tumbuhan.

### **Keragaman Serangga Polinator**

Dampak dari pemanasan global juga berpengaruh terhadap keberadaan serangga pollinator. Sebagian besar penyerbuk adalah serangga yang bertubuh kecil dan bersifat poikilothermic (suhu tubuh dipengaruhi suhu lingkungan) sehingga sangat rentan terhadap perubahan suhu yang akan mempengaruhi siklus hidup dan pola aktivitasnya (Widhiono & Sudiana, 2015a). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap serangga polinator pada enam lokasi dengan ketinggian tempat yang berbeda didapatkan enam jenis serangga diantaranya yaitu *Xilocopa latipes*, *Xilocopa caerulea*, *Megachile relativa*, *Nomia melanderi*, dan *Lasioglossum malachurum*.

Jumlah total individu yang ditemukan pada enam lokasi pengamatan yaitu 560 individu (Tabel 3). Terdiri dari tiga famili yaitu famili Apidae (*Xilocopa latipes*, *Xilocopa confusa* dan *Xilocopa caerulea*), famili Megachilidae (*Megachile relativa*),

dan famili Halictidae (*Nomia melanderi* dan *Lasioglossum malachurum*). Apidae merupakan famili yang paling banyak ditemukan dibandingkan dengan famili yang lain. Kelimpahan serangga polinator yang tertinggi pada penelitian ini yaitu *Xilocopa latipes* 137 individu (24,77%) diikuti oleh *Xilocopa confusa* 124 individu (22,42%), *Megachile relativa* 88 individu (15,91%), *Lasioglossum malachurum* 83 individu (15,01%), dan *Nomia melanderi* 40 individu (7,23%).

Berdasarkan indeks diversitas Shannon-Wiener ( $H'$ ) keragaman serangga polinator yang mengunjungi lahan pertanian kecipir (*Psopocarpus*

*tetragonolobus*) pada seluruh ketinggian tempat tergolong sedang ( $1 < H < 3$ ), dengan rincian pada ketinggian 50 m dpl (1,36), ketinggian 200 m dpl (1,37), ketinggian 400 m dpl (1,687), 600 mdpl (1,76), ketinggian 800 m dpl (1,74) dan ketinggian 1000 m dpl (1,73). Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik dengan ANOVA didapat hasil F tabel sebesar 2,773, sedangkan hasil F hitung untuk jenis serangga sebesar 37,712. Nilai F hitung  $>$  F tabel maka menunjukkan bahwa ketinggian tempat berpengaruh nyata terhadap keragaman jenis serangga polinator.

**Tabel 3.** Indeks keragaman jenis serangga polinator pada enam ketinggian tempat.

Spesies	Ketinggian						Kelimpahan	Relative (%)
	50	200	400	600	800	1000		
<i>Xilocopa latipes</i>	12	19	25	40	25	16	137	24.46
<i>Xilocopa confusa</i>	9	15	30	35	18	20	127	22,68
<i>Xilocopa caerulea</i>	0	0	15	30	15	21	81	14.46
<i>Megachile relativa</i>	7	13	14	29	16	13	92	16,43
<i>Nomia melanderi</i>	0	0	7	18	8	7	40	7,14
<i>Lasioglossum malachurum</i>	7	13	12	24	14	13	83	14,82
Jumlah	35	60	103	176	96	90	560	
Relative (%)	6,25	10,71	18,39	31,43	17,14	16,07		
keragaman jenis ( $H'$ )	1,36	1,37	1,69	1,76	1,74	1,73		

Persamaan regresi keragaman jenis terhadap ketinggian adalah  $Y' = 17,076 + 0,001 X_1 - 0,206 X_2 - 0,125 X_3 - 0,05 X_4 - 0,001 X_5 - 0,078 X_6 - 0,81 X_7 + 1,289 X_8$  dengan nilai F hitung 37,712 dan nilai signifikansinya 0,00 lebih kecil dari 0,05 sehingga faktor lingkungan berpengaruh secara simultan terhadap jenis serangga. Pengaruh faktor lingkungan terhadap jenis serangga memiliki nilai R Square 0,953 (95,3%). Hal ini menunjukkan bahwa persentase sumbangan pengaruh variabel bebas, yaitu ketinggian, suhu udara, intensitas cahaya, kelembaban udara, dan pH terhadap jumlah serangga sebesar 95,3%.

Ketinggian 600 m dpl yang berada di Limpakuwus 2 memiliki jumlah serangga polinator yang paling banyak jika dibandingkan dengan lokasi lain. Hal ini disebabkan karena kemelimpahan jumlah bunga kecipir paling banyak pada ketinggian 600 m dpl. Hal ini berkaitan dengan ketersediaan bunga sebagai sumber pakan berkaitan erat dengan jumlah serangga. Kehadiran serangga pollinator pada aktivitas pertanian dapat meningkatkan hasil panen pada berbagai jenis tanaman. Dilaporkan terjadi peningkatan hasil panen sebesar 41% pada cranberry, 7% pada blueberry, 26% pada tomat, 45% pada strawberry, dan 22-24% pada kapas (Delaplane & Mayer, 2000).

## SIMPULAN

Semakin banyak jumlah bunga dan semakin lebar ukuran bunga maka akan semakin banyak jumlah serangga polinator pengunjung bunga tanaman kecipir (*Psopocarpus tetragonolobus*). Ketinggi tempat 600 m dpl yang berada di Limpakuwus 2 merupakan lokasi pertumbuhan kecipir paling baik ditandai dengan tinggi tanaman paling maksimal dan jumlah daun, cabang dan bunga paling banyak. Serangga pollinator yang ditemukan di area tanaman kecipir pada enam ketinggian berbeda ada enam spesies. Keragaman serangga polinator akan meningkat secara linear dengan peningkatan ketinggian tempat, dan keragaman serangga polinator paling tinggi berada di ketinggian 600 m dpl.

## DAFTAR REFERENSI

- Delaplane, K. S. & Mayer, D. F. (2000). *Crop Pollination by Bees*. New York, Oxon (CAB1 Publishing).
- Grimstad, S.O. 1993. The effect of a daily low temperature pulse on growth and development of greenhouse cucumber and tomato plants during propagation. *Scientia Horticulturae*, 53: 53 – 62.
- Hidayat, Y. 2010. Perkembangan Bunga dan Kuntum pada Tegakan Benih Surian (*Toona sinensis* Roem). *J Agrikultural*, 21 (1): 13-20.
- Klein, A. Dewenter, I.S., & Tsharntke T. 2003. Bee pollination & fruit set of coffee arabica & *C. Canephora* (Rubiaceae). *American Journal of Botany*, 90: 153-157.
- Koti S, Reddy, K.R., Reddy, V.R., Kakani, V.G., & Zhao, D. 2005. Interactive effects of carbon dioxide, temperature, and ultraviolet-B radiation on soybean (*Glycine max* L.) flower and pollen morphology, pollen production, germination, and tube lengths. *J. Exp. Botany*, 56:725-736.
- Memmott, J., Craze, P.G., Waser, N.M. & Price, M. (2007). Global warming and temporal variability in phenology in response to climate change. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, 15: 498-504.
- Menzel. A., Sparks, T.H., Estrella, N. & Roy, D.B. (2006). Altered geographic and temporal variability in phenology in response to climate change. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, 15:498-505.
- Michael P. 1995. *Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium*. Terjemahan Yanti R. Koester. UI-Press, Jakarta.
- Nayyar, H., Bains, T.S., Kumar, S., & Kaur, G., 2005b. Chilling effect during seed filling on accumulation of seed reserves and yield of chickpea. *J. Sci. Food Agric.*, 85:1925–1930.
- Parma. 2010. Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Produksi Umbi Tanaman Lobak (*Raphanus sativus* L.). *Jurnal Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 18 (2): 29-38.
- Parmesan, C. & Yohe, G. 2003. A global Coherent Fingerprint of Climate Change Impacts Across Natural System. *Nature*, 21: 37 42.
- Rafiatul, D. 2019. Pengaruh Ketinggian Tempat terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Kandungan Steviol Glikosida pada Tanaman Stevia (*Stevia rebaudiana*). *Vegetalika*, 8(1): 1-12.
- Raharjeng, A. 2015. Pengaruh Faktor Abiotik Terhadap Hubungan Kekerabatan Tanaman (*Sansevieria trifasciata* L.). *Jurnal Biota*, (1): 33-41.
- Thakur, P., Kumara, S., Malik, J.A., Berger, J.D., & Nayyar, H. 2010. Cold stress effects on reproductive development in grain crops: An overview. *Environmental and Experimental Botany*, (67): 429–443.
- Visser, M.E. & Both, C. 2005. Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. *Proc. R. Soc.*, B.272: 2561–2569.
- Walther, G.R., Post, E. Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C. Dan Beebee, T.J.C. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416: 389-395.
- Widhiono, I dan Sudiana, E. 2015a. Keragaman Serangga Penyerbuk dan Hubungannya dengan Warna Bunga pada Tanaman Pertanian di Lereng Utara Gunung Slamet, Jawa Tengah. *Biospecies*. 8(2): 43-50.
- Widhiono, I. Sudiana, E and Darsono, 2017. Diversity of Wild Bees along Elevational Gradient in an Agricultural Area in

- Central Java, Indonesia. *Psyche* Volume 2017, Article ID 2968414: 1-5.
- Yulia, N.D. 2007. Kajian Fenologi Fase Pembungan dan Pembuahan *Paphiopedilum glaucophyllum* J.J.Sm. var. *Glaucophyllum*. *Biodiversitas*. 8 (1): 58-62.
- Yuliana, Soemarno, Yanuwiadi, B., & Leksono. A.S. 2015. The relationship between habitat altitude, enviromental factors and morphological characteristics of *Pluchea indica*, *Ageratum conyzoides* and *Elephantopus scaber*. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 3: 143-151.