

## **Dampak Perubahan Iklim Terhadap Fenologi *Phaseolus vulgaris* L Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman**

### **Impact of Climate Change on the Phenology of *Phaseolus vulgaris* L Faculty of Biology, Jenderal Sudirman University**

**Khusnul khotimah, Eming Suidiana dan Hery Pratiknya**

Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman  
Corresponding Author ; syifazahro1904@gmail.com

#### **Abstract**

Climate change is a condition characterized by changing world climate patterns which results in erratic weather phenomena. Altitude is one of the climate control factors that have a strong influence on air temperature. There is a correlation between changes in air temperature and altitude in Indonesia. The increase in altitude causes the air temperature to decrease and the O<sub>2</sub> content is getting thinner. Altitude also affects the biophysics and reproduction of agricultural plants a lot, which includes the response of a decrease in temperature to the growth of agricultural plants and their production. This study aims to determine the effect of climate change on the flowering phenology of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and the diversity of insect pollinators. Sampling was done by purposive sampling to collect flower data while Scan sampling was used to collect insect data. Samples were taken as many as 24 bean plants from the population at each location. There are six locations, namely 50 m asl, 200 m asl, 400 m asl, 600 m asl, 800 m asl, and 1,000 m asl. Plant parameters observed were plant height, number of leaves, number of branches, number of flowers, size of flowers and time of bloom and diversity of insect pollinators. The data obtained were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and regression correlation analysis. The results of the analysis showed the influence of altitude on the time the flowers first appeared, the number of flowers and flower size. Beans grow and develop optimally at an altitude of 800 - 1,000 m asl.

Key Words : *Phenologi, beans, climate change*

#### **Abstrak**

Pemanasan iklim merupakan suatu kondisi yang ditandai dengan berubahnya pola iklim dunia yang mengakibatkan fenomena cuaca yang tidak menentu. Ketinggian tempat merupakan salah satu faktor pengendali iklim yang berpengaruh kuat terhadap suhu udara. Terdapat korelasi antara perubahan suhu udara dengan ketinggian tempat di Indonesia. Bertambahnya ketinggian menyebabkan suhu udara semakin menurun dan kandungan O<sub>2</sub> semakin menipis. Ketinggian tempat juga banyak mempengaruhi biofisik dan reproduksi tanaman pertanian, yang meliputi respon penurunan temperatur terhadap pertumbuhan tanaman pertanian dan hasil produksinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan iklim terhadap fenologi pembungaan tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) dan keanekaragaman serangga penyerbuk. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* untuk pengambilan data bunga sedangkan *Scan sampling* digunakan untuk mengambil data serangga. Sampel diambil sebanyak 24 tanaman buncis dari jumlah populasi di setiap lokasi. Terdapat enam lokasi yaitu 50 m dpl, 200 m dpl, 400 m dpl, 600 m dpl, 800 m dpl, dan 1.000 m dpl. Parameter tanaman yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, jumlah bunga, ukuran bunga dan waktu mekar bunga serta keanekaragaman serangga penyerbuknya. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis variansi (ANOVA) dan analisis korelasi regresi. Hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh ketinggian tempat terhadap waktu bunga muncul pertama, jumlah bunga dan ukuran bunga. Hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh suhu tempat terhadap waktu bunga muncul pertama, jumlah bunga dan ukuran bunga. Buncis tumbuh dan berkembang secara optimal pada ketinggian 800 - 1.000 m dpl.

Kata Kunci : *Fenologi, buncis, perubahan iklim*

#### **PENDAHULUAN**

Temperatur Indonesia merupakan negara pertanian di mana pertanian memegang peranan penting dari keseluruhan perekonomian nasional. Hal ini dapat ditunjukkan dari banyaknya

penduduk atau tenaga kerja yang hidup atau bekerja pada sektor pertanian dan produk nasional yang berasal dari pertanian (Mubyarto, 1989). Sektor pertanian sangat rentan terhadap perubahan iklim karena berpengaruh terhadap pola tanam,

waktu tanam, produksi, dan kualitas hasil (Nurdin, 2011). Iklim erat hubungannya dengan perubahan cuaca dan pemanasan global yang secara langsung dapat menurunkan produksi pertanian antara 5-20 persen (Suberjo, 2009).

Perubahan iklim merupakan suatu kondisi yang ditandai dengan berubahnya pola iklim dunia yang mengakibatkan fenomena cuaca yang tidak menentu. Perubahan iklim terjadi karena adanya perubahan variabel iklim, seperti suhu udara dan curah hujan yang terjadi secara terus menerus dalam jangka waktu yang panjang antara 50 sampai 100 tahun (Kementerian Lingkungan Hidup, 2004). Perubahan iklim juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang tidak stabil sebagai contoh curah hujan yang tidak menentu, sering terjadi badai, suhu udara yang ekstrim, serta arah angin yang berubah drastis (Ratnaningayu, 2013).

Laporan yang dikeluarkan tahun 2001, Intergovernmental Panel on Climate Change menyimpulkan bahwa temperatur udara global telah meningkat 0,6 derajat Celsius (1 derajat Fahrenheit) sejak 1861. Pemanasan tersebut terutama disebabkan oleh aktivitas manusia yang menambah gas-gas rumah kaca ke atmosfer. IPCC memprediksi peningkatan temperatur rata-rata global akan meningkat 1,1 hingga 6,4°C (2,0 hingga 11,5°F) antara tahun 1990 dan 2100. Kondisi ini akan mengakibatkan iklim tetap terus menghangat selama periode tertentu akibat emisi yang telah dilepaskan sebelumnya dan karbon dioksida akan tetap berada di atmosfer selama seratus tahun atau lebih sebelum alam mampu menyerapnya kembali (Sumaryanto, 2012).

Ketinggian tempat merupakan salah satu faktor pengendali iklim yang berpengaruh kuat terhadap suhu udara. Korelasi antara perubahan suhu udara dengan ketinggian tempat di Indonesia yaitu setiap kenaikan ketinggian 100 m, menyebabkan penurunan suhu udara hingga 0,61°C. Bertambahnya ketinggian menyebabkan suhu udara semakin menurun dan kandungan O<sub>2</sub> semakin menipis (Osborne, 2000). Suhu udara sebagai salah satu komponen unsur iklim, menjadi pembatas dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman maupun serangga penyerbuknya. Ketinggian tempat banyak mempengaruhi biofisik dan reproduksi tanaman pertanian, baik terhadap produksinya (Morison dan Lawlor, 1999; Polley, 2002; Porter dan Semenov, 2005), maupun terhadap perubahan biofisik tanaman (Eastrella, et al. 2007). Demikian juga terhadap serangga penyerbuk. Awmack et al (1997) menjelaskan bahwa respon setiap spesies serangga penyerbuk adalah berbeda beda baik pada suhu rendah

maupun tinggi. Oleh karena itu jika terjadi perubahan iklim, maka tanaman maupun serangga penyerbuk akan melakukan adaptasi.

Beberapa tanaman pertanian di daerah tropis diduga melakukan berbagai cara adaptasi untuk dapat bertahan pada kondisi perubahan iklim (Steven et al., 2012). Salah satu cara adaptasi yang umum terjadi adalah mekanisme pembungaan atau phenologi pembungaan, yang dapat berupa perubahan ukuran bunga, waktu pembungaan dan waktu bunga mekar harian (Visser et al., 2005). Perubahan phenologi pembungaan telah terjadi pada berbagai spesies tanaman berbunga di seluruh dunia sebagai respon terhadap perubahan iklim (Parmesan dan Yole, 2003, Berlin, 2008). Koti et al. (2005) menyatakan bahwa kenaikan suhu udara akan mempengaruhi fisiologi tanaman berbunga melalui berbagai cara dan menghasilkan perubahan jumlah bunga, nektar dan tepung sari serta phenologi pembungaan, pola adaptasi tersebut diduga untuk mengatasi kegagalan pembuahan yang terjadi pada tanaman pertanian (Cabas, et al. 2009). Fenomena perubahan waktu pemekaran bunga pada berbagai tumbuhan semacam ini, banyak terjadi di daerah sub tropis (Fitter dan Fitter, 2002, Miller-Rushing dan Primack, 2008). Tanaman pertanian diduga telah banyak mengalami perubahan fenologi atau penyesuaian waktu aktivitas musiman, seperti waktu pembungaan yang disebabkan oleh iklim global (Walther et al., 2002) yang ditujukan untuk memperoleh keuntungan bagi tanaman dalam menjaga keberlanjutan suatu spesies (Hughes, 2000).

Tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris*) merupakan tanaman tahunan yang berasal dari Meksiko selatan dan Amerika Tengah (Graham et al., 1997). Daun berbentuk bulat, lonjong, meruncing, dan berwarna hijau. Tanaman ini berbunga setelah 45-48 hari setelah tanam. Bunga tergolong sempurna (hermaprodit), berukuran kecil kurang lebih 1 cm, bentuk bulat panjang (silindris), dan tumbuh dari cabang yang masih muda. Bunga berwarna putih, merah jambu, atau ungu, dan mekar pada pagi hari sekitar jam 07.00-09.00 (Cahyono, 2007). Bunga yang mekar dan berwarna-warni pada tanaman buncis akan menarik serangga penyerbuk. Berdasarkan hal-hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian yang berkaitan dengan pola pembungaan buncis pada ketinggian tempat yang berbeda sehingga dapat memprediksi lebih jauh berkaitan dengan pengaruh perubahan iklim di masa depan terhadap buncis.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan menggunakan metode survey dengan menggunakan dua teknik pengambilan sampel yaitu *Purposive Sampling* dan *Scan Sampling*. *Purposive sampling* adalah teknik pengambilan sampel dengan berdasarkan kriteria dan tujuan tertentu sedangkan *Scan sampling* yaitu pengamatan langsung perilaku suatu individu pada interval waktu tertentu (Martin dan Bateson, 1993). Variabel penelitian terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan adalah perbedaan gradient ketinggian tempat, sedangkan variabel terikatnya adalah pola pembungaan buncis. Parameter yang diamati terkait fenologi perkembangan tanaman adalah awal waktu pembungaan (skala hari ke *n* setelah tanam), jumlah bunga per tanaman dan ukuran bunga.

Penelitian dilaksanakan di enam lokasi dengan ketinggian yang berbeda. Enam lokasi tersebut yaitu Desa Jambu Sari Kabupaten Cilacap 50 mdpl (7°41' 06 32'' LS, 109°01' 12 24'' BT), di Gunung Tugel Banyumas 200 mdpl (7° 20' 00 43'' LS, 109° 16' 29 49'' BT), di Desa Limpakuwus Banyumas 400 mdpl (7° 30' 11 26'' LS, 109, 25' 06 81''), di Desa Limpakuwus Banyumas 600 mdpl (7° 43' 12 6'' LS, 109, 29' 08 61''), di Desa Sangkanayu Purbalingga 800 mdpl (7° 23' 16 7'' LS, 109° 21' 48 1'' BT), dan di Desa Serang Purbalingga 1000 mdpl (7° 14' 48 41'' LS, 109° 17' 28 91'' BT). Waktu penelitian berlangsung selama tiga bulan.

Pengamatan dampak pemanasan global dilakukan dengan cara mengamati pertumbuhan vegetatif dan generatif buncis. Pengamatan pertumbuhan vegetatif buncis dilakukan sejak penanaman bibit hingga muncul kuncup bunga pertama. Parameter pertumbuhan vegetatif yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah cabang dan jumlah daun sementara pengamatan generatif dimulai sejak munculnya kuncup bunga pertama (skala hari ke *n* setelah tanam). Pengamatan dilakukan dengan mencatat waktu munculnya kuncup bunga buncis untuk pertama kali, mengukur mahkota bunga yang terbagi menjadi bendera (*vexillum*), sayap (*alae*) dan lunas (*carina*) menggunakan peggaris serta menghitung jumlah bunga yang muncul pada tanaman kacang panjang. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan Anova dan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) serta uji regresi untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara ketinggian tempat dengan pola pembungaan buncis menggunakan bantuan software SPSS

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor lingkungan yang diamati pada lokasi penelitian meliputi suhu udara, intensitas cahaya, kelembaban udara dan PH tanah, pada setiap ketinggian tempat di atas permukaan laut, memiliki karakter yang berbeda (Tabel 1). Hasil pengukuran intensitas cahaya mata hari dan suhu udara di lokasi penelitian menunjukkan penurunan seiring dengan meningkatnya ketinggian tempat di atas permukaan laut, sedangkan kelembaban udara semakin tinggi. Suhu udara dan intensitas cahaya terjadi penurunan pada setiap kenaikan ketinggian tempat, sedangkan kelembaban udara mengalami peningkatan. Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian Nurnasari (2010) yang menyatakan bahwa semakin tinggi tempat, temperatur udara semakin menurun, sedangkan kelembaban udara semakin meningkat.

Tabel 1. Kondisi Lingkungan pada Enam Ketinggian Tempat Berbeda

No	Lokasi	Ketinggian (mdpl)	Suhu harian (°C)	Kelembaban harian (%)	Intensitas Cahaya (lux)
1.	Cilacap	50	23-35	65-70	3.600-14.300
2.	Gunung Tugel	200	21-33	65-85	3.200-12.700
3.	Limpakuwus 1	400	18-30	75-85	1800-10.400
4.	Limpakuwus 2	600	18-29	76-98	1.300-9800
5.	Serang 1	800	16-26	95-100	1.200-8.700
6.	Serang 2	1114	15-26	95-100	1.000-8.100

### Pertumbuhan Vegetatif Buncis

Parameter vegetatif yang diukur pada tanaman buncis diantaranya tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang tanaman yang dilakukan selama 5 minggu mulai 7 HST hingga 35 HST. Hasil analisis statistik diketahui bahwa perbedaan kondisi lingkungan di enam lokasi berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman buncis (Tabel 2).

Tabel 2. Kondisi Lingkungan terhadap pertumbuhan tanaman buncis

Ketinggian Tempat (mdpl)	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Jumlah Cabang (buah)
50	38,89 <sup>a</sup>	10,35 <sup>a</sup>	4,28 <sup>a</sup>
200	33,62 <sup>ab</sup>	10,86 <sup>ab</sup>	4,68 <sup>a</sup>
400	34,26 <sup>ab</sup>	10,53 <sup>ab</sup>	4,48 <sup>a</sup>
600	39,41 <sup>bc</sup>	11,57 <sup>bc</sup>	5,27 <sup>a</sup>
800	47,89 <sup>c</sup>	16,65 <sup>d</sup>	6,48 <sup>a</sup>
1000	34,55 <sup>b</sup>	12,04	6,54 <sup>a</sup>

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

Hasil analisis lanjut SPSS terhadap pengaruh ketinggian terhadap Kelembapan udara pada ketinggian 50 mdpl berbeda signifikan dengan kelembapan udara di semua ketinggian. Kelembapan udara pada ketinggian 200 mdpl berbeda signifikan dengan kelembapan udara di ketinggian 50, 600, 800, dan 1000mdpl, tapi tidak berbeda dengan suhu pada ketinggian 400 mdpl. Kelembapan udara pada ketinggian 400 mdpl berbeda signifikan dengan kelembapan udara di ketinggian 50, 800, dan 1000 mdpl, tapi tidak berbeda dengan suhu pada ketinggian 200 dan 600 mdpl. Kelembapan udara pada ketinggian 600 mdpl berbeda signifikan dengan kelembapan udara di ketinggian 50, 200, 800, dan 1000mdpl, tapi tidak berbeda dengan suhu pada ketinggian 400 mdpl. Kelembapan udara pada ketinggian 800mdpl berbeda signifikan dengan kelembapan udara di semua ketinggian. Kelembapan udara pada ketinggian 1000 mdpl berbeda signifikan dengan kelembapan udara di semua ketinggian. Tanaman buncis termasuk tanaman C3 (Lin & Ehleringer, 1997; Furbank & Taylor, 1995). Hal ini disebabkan karena pada metabolisme karbon tanaman ini, CO<sub>2</sub> dikatalisis menjadi senyawa dengan 3 buah atom C, yaitu 3-fosfoglisarat dengan bantuan enzim Rubisco (ribulosa-1,5 bifosfat karboksilase/oksigenase) (Furbank & Taylor, 1995). Menurut Susila (2006), suhu udara yang paling baik untuk pertumbuhan buncis adalah 20° – 30°C. Dalam penelitian ini, rentang suhu yang digunakan dalam penanaman buncis adalah antara 15°C hingga 35°C, yang berada dalam rentang suhu optimum untuk pertumbuhan buncis. Susila (2006) juga menuliskan bahwa intensitas cahaya yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman buncis adalah antara 400-800 *footcandles* (4305,56 – 8611,13 *lux*). Intensitas cahaya yang digunakan dalam penelitian berkisar antara 3200 – 14.300 *lux*. Kelembapan udara yang diperlukan tanaman buncis sekitar 50 - 60% (sedang) (Susila, 2006), akan tetapi, dalam penelitian ini, kelembapan udara yang digunakan untuk menanam buncis antara 65 – 100%. Menurut Rubatzky & Yamaguchi (1998), syarat pH optimum untuk tanaman buncis antara 6,0 – 6,5, sedangkan dalam penelitian ini, digunakan pH 7. Sementara itu, tanaman buncis tumbuh baik di dataran tinggi pada ketinggian 1000 – 1500 mdpl (Rubatzky & Yamaguchi,

1998), sedangkan dalam penelitian ini, berada pada ketinggian 50 – 1000 mdpl.

Produk-produk dari berbagai reaksi enzimatik yang berlangsung pada sel tanaman dalam metabolisme ini akan digunakan untuk mendukung berbagai proses dalam pertumbuhan dan perkembangan. Berdasarkan hasil penelitian, faktor lingkungan berupa suhu, kelembapan udara, dan intensitas cahaya berpengaruh secara signifikan terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun, yang merupakan parameter pertumbuhan vegetatif. Akan tetapi, faktor-faktor lingkungan tersebut tidak berpengaruh terhadap awal waktu berbunga. Faktor-faktor tersebut memberikan pengaruh terhadap jumlah, ukuran, dan waktu bunga mekar.

Suhu, kelembapan udara, dan intensitas cahaya berpengaruh secara signifikan terhadap parameter pertumbuhan vegetatif yang diteliti. Faktor-faktor lingkungan tersebut dapat mempengaruhi berbagai proses fisiologis yang ada pada tanaman (Hopkins dan Hupner, 2009). Fotosintesis, respirasi, dan transpirasi merupakan proses-proses yang terlibat dalam fisiologi tanaman (Kozlowski dan Pallardy, 1997). Hopkins dan Hupner (2009) menuliskan bahwa kelembapan udara dan suhu mempengaruhi tingkat transpirasi, karena menentukan tingkat difusi air yang mengalami penguapan di antara ruang udara di bagian dalam stomata (*substomata chamber*) dan udara bebas (atmosfer). Maka dari itu, kelembapan udara dan suhu dapat menentukan pergerakan stomata pada daun. Selain faktor tersebut, menurut Hopkins dan Hupner (2009), faktor lain seperti intensitas cahaya matahari, kadar CO<sub>2</sub>, dan status air juga menentukan pergerakan stomata, sehingga berpengaruh terhadap proses-proses fisiologis, seperti tingkat transpirasi. Salah satu proses fisiologis yang menentukan produksi fotosintat sebagai bahan baku pertumbuhan dan perkembangan tanaman, adalah proses fotosintesis. Fotosintesis, seperti proses biologis lainnya, juga sensitif terhadap suhu. Respon suhu terhadap sebagian besar proses biologis disebabkan karena adanya ketergantungan segala jenis reaksi yang dikatalisis oleh enzim, dimana reaksi oleh enzim ini juga sangat dipengaruhi oleh adanya suhu tertentu. Lebih jauh menurut Hopkins dan Hupner (2009), tingkat respirasi berbeda di setiap organ.

Tingkat respirasi ini juga mengalami perubahan seiring dengan usia dan status pertumbuhan tanaman. Selain faktor lingkungan berupa suhu, kelembapan udara, dan intensitas

cahaya, tingkat respirasi juga dipengaruhi oleh kandungan oksigen, kadar garam, dan berbagai faktor lingkungan lainnya. Hopkins dan Hupner (2009) menuliskan bahwa berbagai proses fisiologis ini membantu tahapan pertumbuhan vegetatif yang terjadi pada tanaman. Produk-produk dan senyawa antara dalam metabolisme digunakan dalam tahapan pembelahan sel mitosis, peningkatan ukuran (elongasi/ekspansi) sel, dan diferensiasi, serta morfogenesis. Sel-sel meristematis yang aktif membelah akan mengalami peningkatan jumlah, sehingga terbentuk banyak sel-sel yang baru. Pertumbuhan plasma juga terjadi pada sel, yang mengakibatkan adanya peningkatan ukuran suatu sel. Selanjutnya, sel akan mengalami proses ekspansi (elongasi atau pemanjangan), yang terjadi karena adanya peningkatan tekanan turgor, sehingga mengakibatkan terjadinya pelonggaran struktur mikrofibril selulosa pada dinding sel, dengan regulator berupa hormon auksin, melalui berbagai jenis mode aksi. Pertumbuhan plasma dan ekspansi sel merupakan proses yang saling berkaitan. Akibat dari proses ini adalah terjadinya pembesaran sel. Selanjutnya, tanaman akan melanjutkan tahap diferensiasi, yang mengacu pada proses ketika sel-sel mengalami perubahan tipe atau jenis, dari sel-sel prekursor, sehingga menjadi sel dengan bentuk dan fungsi yang berbeda satu sama lain. Setelah tanaman mengalami diferensiasi bentuk dan fungsi, maka akan terbentuk jaringan dan organ-organ tertentu, dengan spesialisasi dan kekhasan bentuk dan fungsi. Organ-organ seperti daun, batang dan akar merupakan produk dari tahapan diferensiasi.

**Perkembangan Generatif Buncis**

Pengamatan fenologi pembungaan buncis mencakup waktu bunga mekar, jumlah bunga, dan ukuran bunga. Hasil analisis statistik pada fenologi pembungaan tanaman buncis menunjukkan ada interaksi antara ketinggian dengan fenologi pembungaan buncis. Ketinggian yang berbeda mempengaruhi jumlah, ukuran, dan waktu mekar bunga tetapi tidak mempengaruhi waktu awal berbunga.

Tabel 3. Kondisi fenologi pembungaan buncis

Ketinggian Tempat (mdpl)	Jumlah Bunga	Ukuran bunga			Awal Muncul Bunga	Waktu Bunga Mekar
		Lunas	Bendens	Sayap		
50 mdpl	2,00 <sup>a</sup>	1,31 <sup>a</sup>	0,4 <sup>a</sup>	0,4 <sup>a</sup>	27,46 <sup>a</sup>	6,63 <sup>a</sup>
200 mdpl	2,74 <sup>a</sup>	1,43 <sup>a</sup>	0,8 <sup>a</sup>	0,8 <sup>a</sup>	28,5 <sup>a</sup>	6,68 <sup>a</sup>
400 mdpl	3,19 <sup>a</sup>	1,41 <sup>a</sup>	0,7 <sup>a</sup>	0,7 <sup>a</sup>	28,5 <sup>a</sup>	7,47 <sup>a</sup>
600 mdpl	3,18 <sup>a</sup>	1,53 <sup>a</sup>	0,6 <sup>a</sup>	0,6 <sup>a</sup>	30,29 <sup>a</sup>	7,89 <sup>a</sup>
800 mdpl	3,60 <sup>a</sup>	1,61 <sup>a</sup>	0,6 <sup>a</sup>	0,6 <sup>a</sup>	27,01 <sup>a</sup>	8,72 <sup>a</sup>
1000 mdpl	2,22 <sup>a</sup>	1,67 <sup>a</sup>	0,7 <sup>a</sup>	0,7 <sup>a</sup>	27,02 <sup>a</sup>	9,21 <sup>a</sup>

Hasil analisis statistik menunjukkan jumlah bunga yang paling optimum ditemukan pada ketinggian 800 mdpl dengan rata-rata sebanyak 3,60 bunga. Jumlah daun yang cukup pada ketinggian 800 mdpl akan mempengaruhi hasil bunga, dengan jumlah daun yang banyak tanaman dapat melakukan fotosintesis lebih baik sehingga dapat meningkatkan jumlah bunga. Sarmita, Hastuti & Haryanti (2011). Pada ketinggian 200 mdpl dan 1000 mdpl hasilnya tidak berbeda nyata, begitupula dengan ketinggian 600 mdpl dan 400 mdpl yang mempunyai jumlah bunga hampir mirip sehingga dapat dikatakan hasil jumlah bunga di ketinggian 400 mdpl dan 600 mdpl tidak berbeda nyata.

Hasil analisis statistik pada awal berbunga menunjukkan ketinggian tidak berpengaruh secara signifikan pada awal berbunga tetapi berpengaruh secara signifikan pada waktu bunga mekar. Hasil analisis statistik pada awal bunga mekar menunjukkan semakin tinggi suatu tempat akan memperlambat waktu awal bunga mekar. Ukuran bunga pada masing-masing ketinggian menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada setiap bagian bunga.

Selanjutnya, ditinjau dari perkembangan fase generatif, faktor-faktor lingkungan yang diteliti tidak berpengaruh terhadap awal waktu berbunga. Menurut Hopkins dan Hupner (2009), ketika kondisi lingkungan dan faktor internal (seperti hormon dan ekspresi gen tertentu) menguntungkan untuk induksi pembungaan, maka *shoot apical meristem* (SAM) yang awalnya membentuk jaringan daun dan batang, akan mengalami perubahan perkembangan (bentuk dan fungsi) menjadi meristem yang bersifat *inflorescence* (pembungaan). Meristem ini akan membentuk daun-daun kecil yang mengalami degenerasi (umum disebut sebagai kelopak bunga, yang umumnya berwarna hijau) dan cabang dari meristem *inflorescence* tersebut akan membentuk bunga. Bunga merupakan cikal bakal dari pembentukan buah dan biji pada reproduksi yang diperantarai oleh bunga. Variasi berbagai kondisi faktor lingkungan yang diteliti mampu menginduksi terjadinya pembungaan, akan tetapi, tidak memberikan waktu awal berbunga yang berbeda terhadap perkembangan fase generatif tanaman buncis.

Sementara itu, variasi faktor lingkungan yang diteliti pada berbagai ketinggian memberikan pengaruh terhadap jumlah, ukuran, dan waktu bunga mekar. Setelah tanaman mengalami induksi pembungaan, sehingga mengawali waktu berbunga, maka meristem

ujung batang akar mengawali pembentukan bunga. Jumlah dan ukuran bunga ditentukan oleh adanya proses yang disebut sebagai pembelahan sel miosis, ekspansi sel, dan diferensiasi, serta morfogenesis organ bunga dari sel-sel meristem ujung batang (Hokins dan Hupner, 2009). Tanaman buncis dengan jumlah dan ukuran bunga yang lebih besar pada faktor lingkungan tertentu (pada ketinggian tertentu) menunjukkan bahwa aktivitas pembelahan sel miosis dan ekspansi sel juga lebih tinggi dibandingkan tanaman buncis dengan jumlah dan ukuran bunga yang lebih kecil. Berdasarkan penelitian diketahui juga bahwa waktu bunga mekar dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan yang diteliti. Waktu bunga mekar berhubungan dengan proses kematian organ bunga, yang disebut sebagai proses *senescence* (*aging*). Proses ini mengarahkan pada kematian sel, meski pada tahapan vegetatif dan reproduktif, sebenarnya juga terdapat mekanisme *programmed cell death* (PCD) atau kematian sel yang terprogram, sebagai bentuk kontrol terhadap perkembangan sel, jaringan, maupun organ tanaman. *Senescence* merupakan salah satu bentuk dari kematian sel yang terprogram. Variasi faktor lingkungan yang diteliti pada berbagai ketinggian menentukan variasi waktu bunga mekar ada setiap populasi tanaman buncis di setiap ketinggian.

Faktor lingkungan akan mempengaruhi proses fisiologi dalam tanaman. Semua proses fisiologi akan dipengaruhi oleh suhu dan beberapa proses akan bergantung dari cahaya. Suhu optimum diperlukan tanaman agar dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya oleh tanaman. Suhu yang terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan tanaman bahkan akan dapat mengakibatkan kematian bagi tanaman, demikian pula sebaliknya suhu yang terlalu rendah. Sedangkan cahaya merupakan sumber tenaga bagi tanaman. Suhu berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif, induksi bunga, pertumbuhan dan differensiasi perbungaan (*inflorescence*), mekar bunga, munculnya serbuk sari pembentukan benih dan pemasakan benih (Hardjowigeno, 2003).

## KESIMPULAN

Faktor iklim seperti suhu, intensitas cahaya dan kelembaban mempengaruhi pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman buncis. Kisaran suhu yang sesuai untuk tanaman buncis adalah 15 - 25 °C, dengan intensitas cahaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alam, T. 2014. *Optimasi Pengelolaan Sistem Agroforestri Cengkih, Kakao dan Kapulaga di Pegunungan Menoreh*. Tesis. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Abrol, D.P. 2011. Foraging in Honey Bess of Asia. *Spinnger verlag*. Berlin Heidelberg. Germany.pp.257-292.
- Awmack, C.S., Harrington R., and Leather, S.R. 1997. Host Plant Effects on The Performance of the Aphid *Aulachorthum Solani* (Kalt.) (Homoptera:Aphididae) at Ambient and Elevated CO<sub>2</sub>. *J. Global Change Biology*. 3:545-549.
- Cabas, J., A Weersink and E. Olale.2009. Crop yield response to economic, site and climatic variables. *Climatic Change* 101 (3-4): 599-616.
- Cahyono, B. 2007. Kacang Buncis : Teknik Budidaya dan Analisis Usaha Tani. *Kanisius Yogyakarta*. 129 hlm.
- Ernawati1 , Elvi Rusmiyanto P. W 1 , Mukarlin (2018).Respon Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Dengan Pemberian Kompos Limbah Kulit Pisang Nipah.*Protobiont* Vol. 7 (1) : 45 – 50.
- Fitter, A.H & Fitter, R.S.R. (2002). Rapid changes in flowering time in British plants. *Science*, 296: 1689-1691
- Furbank RT, Taylor WC 1995. Regulation of photosynthesis in C3 and C4 plants: A molecular approach. *The Plant Cell* /7: 797807.
- Graham, P.H., and Ranalli, P. 1997. Common Bean (*Phaseoulus vulgaris* L). *Field Crop Res.* 53:131-146.
- Hopkins, W.G., Huner, N.P.A., 2009. Introduction to Plant Physiology. John Wiley and Sons: USA.
- Hugehest, L.2000. Biological consequence of global warming: is the signal already apparent? *Trends Ecol. Evol.* 15: 56-61.
- Kevan, P.G. 1995. The Asiatic Hive Bee: Apicultur, Biology and Role in Suistainable in Tropical and Subtropical Asia. *Ontario : Enviroquest Ltd.*29-39.
- Kiew, R. And M. Muid. 1991. Beekeeping in Malaysia : pollen Atlas. *Malaysian Beekeeping Research and development Team*. ISBN.pp:186.
- Koti S, Reddy KR, Reddy VR, Kakani VG, Zhao D. 2005. Interactive effects of carbone 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
- Kozlowski, T.T., Pallardy, S.G., 1997. *Physiology of Woody Plants* (2<sup>nd</sup> Edition). Chapter 1: Introduction. Academic Press: Elsevier
- Plant Physiol. (1997) 114: 391-394 Rapid Communication Carbon Isotopic Fractionation Does Not Occur during Dark Respiration in C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> Plants' Cuanghui Lin<sup>2\*</sup> and James R. Ehleringer
- Schoonhoven, L. M. T. Jermy, and J. J. A. Van Loon 1998. *Insect Plant biology : From Physiology to Evolution. Chapman and Hall*, London.pp. 409.
- Susila., Anas D, (2006). *Panduan Budidaya Tanaman Sayuran. Bagian Agronomi dan Hortikultura*. Institut Pertanian Bogor.
- Widhiono, Imam., Sudiana, E.; Suciato, E.T. 2016. Insect pollinator diversity along a habitat quality gradiend on Mount Slamet, Central Java, Indonesia. *Biodiversity Jurnal of Biological Diversity*, [S.I.], v. 17, n. 2, sep. 2016. ISSN 2085-4722.
- Widhiono, I.Sudiana, E., Eand Darsono, 2017. Diversity of Wild Bees along Elevational Gradient in an Agricultural Area in Central Java, Indonesia.