



Literature Review: Dampak Iklim Global terhadap Fenologi Tanaman

Vanessa Cinta Efandri^{1*}, Vauzia¹

¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Padang
Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang Utara, Padang

*e-mail korespondensi: vanesacintaby@gmail.com

ABSTRACT

Climate is one of the most important environmental factors and gets a lot of public attention today. This is because climate has an importance on all aspects of life including health, agriculture, and the economy. Climate has an impact on the physiology and phenology of a plant, thus affecting plant growth and production. Plants will adapt to changes in environmental conditions shown through their phenology. The purpose of writing this literature review is to assess the impact caused by climate on the phenology of various plants. The method used is a literature review based on relevant sources related to the title and sourced from databases such as ScienceDirect, Google Scholar and ResearchGate published from 2014-2024. Based on the results of the literature review, it was found that climate greatly affects plant growth and development. Changes in temperature, humidity, sunlight intensity, and rainfall in a place have caused phenological changes in various plants both in the vegetative phase and the generative phase of the plant.

Keywords: Adaptation, Climate, Plant Phenology

ABSTRAK

Iklim merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat penting dan banyak mendapat perhatian masyarakat saat ini. Hal ini dikarenakan iklim memberikan dampak pada segala aspek kehidupan diantaranya pada aspek kesehatan, pertanian, hingga pada aspek ekonomi. Iklim berdampak pada fisiologis dan fenologi suatu tanaman, sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Tanaman akan melakukan adaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan yang ditunjukkan melalui fenologinya. Tujuan penulisan studi literatur ini adalah untuk mengkaji dampak yang diakibatkan oleh iklim terhadap fenologi berbagai tanaman. Metode yang digunakan adalah literatur review berdasarkan sumber yang relevan terkait dengan judul dan bersumber dari database seperti ScienceDirect, Google Scholar dan ResearchGate yang dipublikasikan dari tahun 2014-2024. Berdasarkan hasil tinjauan literatur, ditemukan bahwa iklim sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Perubahan suhu, kelembaban, intensitas cahaya matahari, dan curah hujan pada suatu tempat telah menyebabkan perubahan fenologi pada berbagai tanaman baik pada fase vegetatif maupun fase generatif tanaman.

Kata Kunci : Adaptasi, Fenologi Tanaman, Iklim



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Perubahan iklim menjadi salah satu permasalahan global yang cukup mendapat perhatian yang serius saat ini karena perubahan iklim telah mempengaruhi berbagai aspek kehidupan baik pada suhu bumi, aspek

biologis, dan juga dinamika sosial masyarakat (Rafly *et al.*, 2023). Perubahan iklim diartikan sebagai perubahan dalam waktu yang panjang terhadap cuaca global atau rata-rata suatu wilayah dalam sepuluh tahun terakhir yang dipicu oleh aktivitas manusia dan industri yang menyebabkan perubahan iklim terjadi secara cepat dan bertahap serta adanya peningkatan suhu rata-rata setiap tahunnya (Ainurrohman & Sudarti, 2022). *International Panel on Climate Change* (IPCC) melaporkan telah terjadi peningkatan pada suhu global di bumi yang berkisar antara 0,15°C-0,3°C dalam waktu 15 tahun yaitu tahun 1990 sampai 2005 (Mulyani, 2020).

Perubahan iklim ditandai dengan peningkatan suhu udara, terjadinya kekeringan dan banjir, serta musim hujan yang pendek (Gusty *et al.*, 2024). Selain itu, perubahan iklim juga ditandai dengan adanya peristiwa iklim ekstrim dan peningkatan muka air laut (Ruminta & Handoko, 2016). Perubahan pola cuaca akibat perubahan iklim ini berdampak segala kehidupan termasuk pada tumbuhan seperti di perkebunan atau pertanian dengan mempengaruhi kualitasnya. Perubahan iklim akan mempengaruhi fisiologi suatu tanaman sehingga berdampak pada pertumbuhan dan produksi tanaman (Timotiwi *et al.*, 2021). Hal ini dikarenakan Pertumbuhan dan perkembangan suatu tumbuhan sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan tempat tumbuhnya. Tahap-tahap perkembangan atau fase yang secara alamiah terjadi pada tumbuhan ini diteliti melalui suatu disiplin ilmu yang disebut fenologi (Mubarok *et al.*, 2022).

Fenologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang waktu terjadinya berbagai tahap dalam siklus tanaman seperti munculnya kuncup daun, fase pembungaan, dan fase pembuahan (Stucky *et al.*, 2018). Fenologi tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat tumbuhnya seperti suhu dan faktor lingkungan lainnya (Rana *et al.*, 2024). Perubahan kondisi lingkungan terutama akibat dari perubahan iklim telah menyebabkan kurang optimalnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Handayani & Amanah, 2018). Menurut (Aryani *et al.*, 2023) fenologi tanaman merupakan salah satu indikator yang paling efektif dan sederhana untuk mengidentifikasi dampak dari perubahan iklim terhadap tanaman. Vegetasi akan melakukan suatu adaptasi dengan merubah fenologinya seperti pergeseran waktu untuk mencapai fase pertumbuhan, perpindahan lokasi tempat tumbuh agar sesuai dengan suhu udara yang diperlukan, perubahan pada morfologi tumbuhan, serta genetika tanaman yang terancam punah (Workie & Debella, 2018).

Setiap tanaman memiliki kriteria kondisi iklim yang berbeda dalam mengoptimalkan proses reproduksinya (Sarvina, 2019). Tanaman akan cenderung mempersingkat siklus hidupnya dengan mempercepat umur berbunga dan umur panen ketika menghadapi cekaman lingkungan (Maimunah *et al.*, 2018). Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengeksplorasi perubahan fenologi sebagai respons terhadap perubahan iklim seperti pada fenologi pembungaan tanaman pegunungan yang menunjukkan responnya pada waktu rata-rata terjadinya pembungaan akibat perubahan suhu, perubahan suhu dan curah hujan sepanjang ketinggian dan perubahan ketinggian (Hart *et al.*, 2014; Rafferty *et al.*, 2020). Penelitian memperlihatkan perubahan suhu dan curah hujan telah mempengaruhi fase generatif tanaman contohnya pada pertumbuhan cendana pada ras lahan yang lebih tinggi dan ras yang rendah. Perbedaan ketinggian tempat ini telah menyebabkan perubahan suhu yang menyebabkan terjadinya perbedaan inisiasi serta durasi

pembungaan cendana pada ras yang lebih tinggi dan ras yang rendah. Cendana yang berada pada ras lahan dengan kondisi lebih tinggi, lembab, dan dingin memulai proses pembungaannya paling lambat serta durasi yang lebih panjang. Sedangkan cendana pada ras lahan paling panas dan kering mengalami pembungaan yang terjadi lebih awal dengan durasi yang singkat. Hal ini dikarenakan lingkungan yang panas, kering, serta status air tanah yang rendah akan menyebabkan tanaman cendana berbunga lebih awal dan lebih singkat durasinya (Ratnaningrum *et al.*, 2017). Selain itu, perubahan pada pola curah hujan telah mempengaruhi fase-fase kritis pada tanaman yaitu pada waktu kemunculan bunga dan pematangan buah pada tanaman kelapa sawit (Mubarok *et al.*, 2022).

Fenologi tanaman telah menjadi salah satu indikator perubahan iklim (Schröder *et al.*, 2014). Berdasarkan dampak yang ditimbulkan dari perbedaan kondisi iklim terhadap fenologi tanaman, maka diperlukannya pemahaman mengenai bagaimana hubungan iklim dengan fenologi berbagai jenis tanaman di seluruh dunia agar dapat merumuskan pengelolaan dan perancangan strategi adaptasi yang tepat pada tanaman dalam menghadapi tantangan seperti iklim yang tidak menentu.

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian studi literatur ini adalah literature review. Artikel yang digunakan bersumber dari *ScienceDirect*, *Google Scholar* dan *ResearchGate*, dengan penelusuran pada artikel yang relevan terkait judul baik nasional maupun internasional dengan memasukkan kata kunci "fenologi tanaman", "iklim", dan "Adaptasi". Artikel yang dipilih merupakan artikel yang dipublikasikan dalam sepuluh tahun terakhir yaitu 2014-2024, dapat diakses secara umum, serta adanya relevansi atau kesesuaian antara artikel ilmiah dengan artikel yang akan diteliti. Artikel ilmiah yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah 15 artikel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Iklim merupakan salah satu faktor yang sangat penting peranannya dalam menunjang pertumbuhan serta hasil tanaman (Herlina & Prasetyorini, 2020). Terjadinya perbedaan faktor-faktor lingkungan pada suatu lokasi akan memengaruhi pertumbuhan vegetatif dan generatif suatu tanaman (Rahayuningtyas *et al.*, 2020). Tumbuhan mempunyai berbagai karakteristik pertumbuhan yang berbeda antara spesies (Silalahi & Harmiatun, 2020) Fenologi tanaman yang mengacu pada urutan waktu perkembangan fase-fase dalam siklus hidup tanaman adalah aspek yang penting dalam memahami respon tanaman terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Pengaruh Cahaya Matahari terhadap Fenologi Tanaman

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kondisi lingkungan sangat mempengaruhi fenologi tanaman seperti pada penelitian Harmiatun *et al.*, (2016) pada salah satu jenis tanaman kaktus yaitu Wijaya kusuma (*Epiphyllum oxypetalum*). Hasil penelitian memperlihatkan kaktus yang diletakkan pada

tempat dengan kondisi lingkungan yang berbeda yaitu yang dinaungi dan tidak dinaungi memiliki perbedaan pada setiap fasenya. Perbedaan tersebut dapat terlihat dari fase vegetatif dan fase generatif kaktus yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Fenologi tanaman kaktus Wijaya kusuma (*Epiphyllum oxypetalum*) pada kondisi lingkungan yang berbeda.

Kondisi Lingkungan	Fase Vegetatif	Fase Generatif
Tempat yang teraungi (cahaya matahari dan angin yang sedikit)	Phylokladium atau daun yang relatif lebih panjang, berwarna pucat, dan percabangan sedikit.	Tidak memasuki fase pembungaan sampai akhir masa penelitian.
Tempat yang tidak dinaungi (cahaya matahari dan angin penuh)	Phylokladium atau daun yang tumbuh lebih lama, berwarna hijau tua, dan percabangan banyak	Memasuki fase pembungaan pada 2 bulan sejak penanaman.

Berdasarkan tabel 1, dapat dilihat bahwa kaktus yang dinaungi memiliki pertumbuhan vegetatif yang lebih cepat dibandingkan dengan kaktus yang tidak dinaungi yang ditunjukkan dengan ukuran daun atau disebut dengan phylokladium yang lebih panjang. Perbedaan pertumbuhan ini dipengaruhi oleh faktor eksternal yaitu ketersediaan cahaya pada tempat yang dinaungi dengan yang tidak dinaungi serta didukung oleh banyaknya angin pada kedua tempat tersebut. Kaktus yang menerima penyinaran matahari sedikit memiliki warna daun yang cenderung pucat, hal ini dapat dikarenakan tanaman dalam pertumbuhannya membutuhkan sinar matahari dalam membentuk klorofil, Namun akibat kekurangan cahaya matahari yang dapat diterima mengakibatkan warna daun tanaman menjadi pucat (Pramadana *et al.*, 2021). Hal ini memiliki hasil yang berbeda pada fase pembungaannya. Semua kaktus yang diletakkan di naungan dengan sirkulasi udara yang sedikit tidak mencapai fase pembungaan sampai pada akhir masa penelitian, berbeda dengan kaktus yang tidak dinaungi dengan intensitas cahaya dan udara yang banyak dapat mencapai fase pembungaan setelah 2 bulan sejak penanaman. Terjadinya perbedaan fase pembungaan tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan cahaya dan angin sangat mempengaruhi proses pembungaan. Kecukupan cahaya matahari sangat penting bagi proses fotosintesis yang merupakan proses utama dalam pembungaan suatu tanaman, menurut Baskorowati *et al.*, (2018) banyaknya angin akan mempengaruhi kerontokan bunga yang sedang mekar sehingga dapat berdampak pada kegagalan pembungaan menjadi calon buah/propagula.

Cahaya matahari adalah faktor iklim yang sangat penting bagi kelangsungan hidup tumbuhan. Intensitas cahaya akan mempengaruhi pertumbuhan suatu tumbuhan baik dalam fotosintesis, pembukaan pada stomata, serta pertumbuhan lainnya (Triastinurmiatiningsih *et al.*, 2021). Hal ini ditunjukkan pada hasil penelitian Ulinuha *et al.*, (2022) yang memperlihatkan perbedaan fenologi beberapa varietas cabai yang dinaungi dan tidak dinaungi. Secara umum beberapa varietas yang diletakkan pada naungan mengalami peningkatan rata-rata luas daun namun tidak pada jumlah daunnya. Sedangkan pada fase generatif, varietas yang dinaungi memiliki keterlambatan waktu fase generatifnya baik pada pembungaan maupun pembuahan. Jumlah bunga dan buah pada tempat yang tidak dinaungi lebih besar dibandingkan dengan tanaman yang berada pada naungan. Menurut pendapat Dewi ., (2015) Hal ini dapat terjadi karena fotosintat yang ditranslokasikan itu rendah.

Berdasarkan hasil penelitian Triastinurmiatiningsih *et al.*, (2021) pada dua varietas tanaman jambu air (*Syzygium boerlagei*) buah warna kuning dan buah warna merah , terdapat durasi proses pembungaan yang berbeda. Lamanya proses pembungaan ini disebabkan oleh cahaya, kelembaban, dan juga kecepatan angin pada lokasi penelitian. Jambu air (*Syzygium boerlagei*) buah warna kuning cenderung memiliki pertumbuhan yang lebih cepat yang ditunjukkan dengan perbedaan waktu yang dibutuhkan pada setiap tahap pembungaannya seperti tahap inisiasi bunga, kuncup kecil, kuncup besar, dan pada tahap anthesis (bunga mekar) yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Tahapan Proses Pembungaan Dua Varietas Jambu Air (*Syzygium boerlagei*)

Varietas	Tahap Pembungaan	Waktu yang Diperlukan (Hari)
Jambu air (<i>Syzygium boerlagei</i>) buah warna kuning)	Tahap Inisiasi Bunga	13
	Tahap Kuncup Kecil	16
	Tahap Kuncup Besar	16
	Tahap Anthesis	17
Jambu air (<i>Syzygium boerlagei</i>) buah warna merah)	Tahap Inisiasi Bunga	7
	Tahap Kuncup Kecil	9
	Tahap Kuncup Besar	7
	Tahap Anthesis	7

Sumber : (Triastinurmiatiningsih *et al.*, 2022)

Pertumbuhan yang relatif cepat pada setiap fase varietas jambu air dengan buah warna kuning ini dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan karena jambu air (*S. Boerlagei*) buah warna kuning cenderung mendapatkan penyinaran matahari yang lebih banyak dibandingkan dengan jambu air (*S. Boerlagei*) buah warna merah. Inisiasi bunga pada suatu tanaman akan terjadi pada kondisi lingkungan dengan intensitas cahaya dan suhu yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Tewari *et al.*, 2016) yang menyatakan bahwa pohon-pohon yang berada pada tempat yang teduh cenderung lebih rentan terhadap adanya lumut pohon yang membuat pohon menjadi lembab. Kondisi ini akan dapat menghambat munculnya pembungaan dan pecahnya kuncup bunga. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa pencahayaan sangat penting dalam proses pembungaan suatu tanaman. Cahaya matahari merupakan salah satu faktor lingkungan yang penting dalam memengaruhi proses pertumbuhan tanaman dalam tiga fase sifatnya diantaranya intensitas cahaya, kualitas cahaya, dan durasi penyinaran (Aji *et al.*, 2015).

Pengaruh Suhu dan Curah Hujan terhadap Fenologi Tanaman

Proses pembungaan suatu tanaman sangat dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal. Pada kondisi tanaman dalam stress air atau keadaan panas dapat menyebabkan tanaman terpacu untuk menghasilkan bunga lebih cepat (Harmiatus *et al.*, 2016). Keberhasilan pembungaan suatu tanaman sangat penting karena semakin tinggi kemampuan suatu tanaman untuk menghasilkan bunga maka peluang suatu tanaman untuk dapat menghasilkan buah juga akan tinggi. Kuswandi *et al.*, (2019) menyatakan curah hujan dan ketersediaan air memiliki hubungan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup tanaman agar

terhindar dari kondisi cekaman hingga berakibat pada kematian serta untuk meningkatkan kualitas pada tanaman. Berdasarkan hasil penelitian Nita *et al.*, (2015) penurunan suhu yang terjadi setelah terjadinya hujan dapat menginduksi pembungaan suatu tanaman salah satunya pada pembungaan tanaman anggrek merpati yang terinduksi saat terjadinya penurunan suhu dengan rentang suhu sekitar 4°C-7°C setelah hujan. Setelah terjadinya penurunan suhu akibat curah hujan, bunga-bunga mulai muncul pada tanaman.

Hasil penelitian Knott *et al.*, (2023) memperlihatkan spesies pohon oak merah utara beradaptasi dengan perubahan iklim yaitu pada perubahan suhu. Tahun-tahun yang lebih hangat pada musim semi menyebabkan terjadinya pertumbuhan daun pada seluruh pada tanaman, meskipun tanggal pertumbuhannya bervariasi. Hal ini memberikan hasil yang berbeda pada fenologi populasi di musim gugur yang menunjukkan respon yang kurang signifikan terhadap perubahan cuaca musim gugur. Proses pengguguran daun justru mengalami penundaan pada kondisi tahun yang lebih hangat. Namun, tahap penuaan pohon memiliki hubungan positif dan negatif terhadap pemanasan di musim gugur ini. Rendahnya respon fenologi populasi di musim gugur ini menunjukkan bahwa populasi tidak dapat memanfaatkan kondisi cuaca yang lebih hangat di musim gugur. Fenomena ini memberikan hasil yang sama pada penelitian (Zu *et al.*, 2023) mengenai spesies tanaman di Gunung Gongga yaitu pegunungan yang berada di China. Berdasarkan hasil penelitiannya ini, didapatkan bahwa tanaman yang berada di musim semi memulai pembungaannya lebih awal. Sedangkan jenis tanaman di musim gugur mengalami keterlambatan dalam pembungaan yang diakibatkan oleh pemanasan yang diduga kuat akibat adanya peningkatan suhu karena adanya korelasi kuat antara waktu terjadinya pembungaan dengan suhu tahunan. Hal ini dapat diakibatkan karena meskipun suhu yang lebih tinggi secara signifikan mendorong pembungaan untuk terjadi lebih awal namun faktor abiotik lain yang dapat mempengaruhi tanaman seperti curah hujan dan ketinggian tempat juga akan mempengaruhi proses fisiologis suatu jenis tanaman yang pada akhirnya berakibat pada penundaan pada fenologi pembungaannya (Ahmad *et al.*, 2021). Fenomena serupa juga terjadi pada penelitian Rana *et al.*, (2024), para peneliti pada penelitian ini menyampaikan bahwa *Rhododendron arboreum* memiliki peningkatan dalam waktu memulai pembungaannya dibandingkan dengan waktu pembungaan tanaman ini pada tahun-tahun sebelumnya. Hal ini dapat diakibatkan karena di Himalaya, terjadinya peningkatan suhu yang cukup cepat daripada kecepatan kenaikan suhu pada rata-rata global yang mengakibatkan hampir pada semua ketinggian pembungaan tanaman *Rhododendron arboreum* berbunga lebih cepat dibandingkan beberapa tahun belakangan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Büntgen *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa suhu yang lebih tinggi akan menyebabkan pembungaan yang terjadi lebih awal pada spesies tanaman.

Penelitian Puchalka *et al.*, (2022) memperlihatkan bahwa adanya korelasi negatif antara suhu tahunan rata-rata dan curah hujan tahunan rata-rata dengan waktu terjadinya pembungaan. Penelitian ini mengungkapkan bahwa suhu dan curah hujan yang lebih tinggi berkontribusi dalam mempercepat pembungaan pada tanaman. Suhu dan curah hujan yang tinggi ini juga menyebabkan akhir fase pembungaan yang lebih cepat namun durasi pembungaan justru lebih panjang. Hal ini dapat diakibatkan oleh kondisi selama fase pertumbuhan yang mendukung perpanjangan durasi berbunga. Sedangkan pada

penelitian (Yu *et al.*, 2024) mengenai fenologi hutan subtropis di China, suhu dan curah hujan juga menjadi unsur iklim yang sangat mempengaruhi terutama pada suhu. Penelitian ini menemukan bahwa setiap kenaikan 1°C suhu minimum tahunan akan menyebabkan percepatan awal musim tumbuh, perpanjangan musim tumbuh, dan perpanjangan akhir musim tumbuh tanaman. Begitupun dengan curah hujan yang juga mempercepat waktu terjadinya musim tumbuh, memperpanjang musim tumbuh, dan memperpanjang akhir dari musim tumbuh tanaman. Hal ini dapat terjadi karena peningkatan suhu dapat mempercepat akumulasi panas yang dapat diterima tanaman untuk memulihkan vegetasinya. Selain itu, peningkatan pada suhu ini menyebabkan adanya peningkatan pada aktivitas-aktivitas enzim dalam proses fotosintesis yang mengakibatkan lajunya reaksi kimia pada tanaman juga akan semakin cepat (Shi *et al.*, 2014). Sedangkan curah hujan yang cukup dapat menghindarkan tanaman dari keadaan stress air yang diakibatkan oleh peningkatan suhu, sehingga proses fisiologis tanaman seperti proses fotosintesis akan berjalan lancar dan penuaan pada daun juga akan semakin melambat (Yang & Fan, 2023)

Fenomena yang berbeda terjadi pada penelitian Ju *et al.*, (2022) mengenai tanaman herba di China memperlihatkan bahwa suhu yang tinggi menyebabkan terjadinya perpanjangan musim tumbuh pada tanaman. Sebaliknya, curah hujan justru mempengaruhi fenologi tanaman dengan mempersingkat musim tanam beberapa tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat (Herlina & Prasetyorini, 2020) yang menyatakan curah hujan yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya peningkatan air dipermukaan tanah yang berdampak pada pertumbuhan tanaman.

Curah hujan yang tinggi juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan berbunga dan berbuah suatu tanaman seperti yang terjadi pada tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* Var. Microcarpa) pada tahun 2010 yang merupakan tahun dengan curah hujan tinggi dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Curah hujan yang tinggi ini menyebabkan kekacauan fenologi pada tanaman jeruk siam yang biasanya hanya berbunga sebanyak 1 sampai 3 kali dalam setahun namun berubah menjadi 4 sampai 6 kali dalam setahun. Meskipun frekuensi berbunganya meningkat, namun bunga-bunga tersebut gagal memasuki fase pembuahan sehingga terjadinya kegagalan panen dan penurunan produktivitas jeruk siam pada tahun 2010 dan 2011. Kegagalan fase pembungaan dalam memasuki fase pembuahan ini diakibatkan oleh tingginya intensitas curah hujan yang berakibat pada meningkatnya kandungan air pada tanah serta tidak optimalnya proses metabolisme pada buah (Ashari *et al.*, 2015).

Pengaruh Ketinggian Tempat terhadap Fenologi Tanaman

Perbedaan ketinggian tempat tanaman tumbuh akan menyebabkan variasi iklim seperti suhu udara, intensitas cahaya matahari, kelembaban udara dan pH yang dapat mempengaruhi proses fisiologis tanaman. Terjadinya penurunan suhu udara dan intensitas cahaya matahari seiring dengan meningkatnya ketinggian tempat namun kelembaban semakin tinggi. Hasil penelitian memperlihatkan telah terjadinya perbedaan fenologi pada tanaman kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*) yang ditanam pada ketinggian berbeda yaitu 50 mdpl, 200 mdpl, 400 mdpl, 600 mdpl, 800 mdpl, dan 1000 mdpl. Perbedaan fenologi ditunjukkan dengan perbedaan waktu kemunculan bunga pada setiap ketinggian yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pembungaan Tanaman Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*) pada Berbagai Ketinggian

Ketinggian (mdpl)	Suhu (°C)	Waktu Munculnya Kuncup Bunga (Hari)	Jumlah Bunga
50	24-34°C	46	9
200	21-32°C	47	10
400	19-29°C	48	11
600	18,25-28°C	48	14
800	17,25-26°C	60	7
1000	16-20,25°C	61	6

Sumber : (Rahayuningtyas *et al.*, 2020)

Berdasarkan tabel 3., dapat dilihat bahwa waktu munculnya kuncup bunga kecipir paling cepat terjadi pada ketinggian 50 mdpl yaitu sekitar 46 hari sesudah tanam (HST) diikuti dengan munculnya bunga pada ketinggian 200 mdpl, 400 mdpl, 600 mdpl, 800 mdpl, dan 1000 mdpl secara berturut-turut yaitu 47 HST, 48 HST, 48 HST, 60 HST dan 61 HST. Fenomena ini dapat terjadi akibat adanya perbedaan suhu pada setiap ketinggian. Jumlah bunga yang dihasilkan paling banyak terdapat pada ketinggian 600 m dpl sedangkan jumlah bunga terendah terdapat pada ketinggian 1000 m dpl. Tempat dengan ketinggian 600 m dpl mempunyai kisaran suhu 18°C-26°C yang merupakan suhu optimum atau kondisi pertumbuhan terbaik pada tanaman kecipir. Sedangkan pada ketinggian 1000 m dpl mempunyai kisaran suhu dibawah optimum tanaman kecipir yaitu sekitar 16°C-20°C sehingga menyebabkan tanaman kecipir dalam kondisi pertumbuhan yang kurang baik dan menghasilkan bunga yang paling sedikit dibandingkan dengan lokasi lainnya (Rahayuningtyas *et al.*, 2020). Hal ini memberikan hasil yang sama pada tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) yang juga ditanam pada tingkat ketinggian yang sama dengan tanaman kecipir tersebut. Faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, dan kelembaban udara berpengaruh pada fase vegetatif seperti pertumbuhan tanaman dan jumlah daun serta pada fase generatif yaitu pada waktu, jumlah, dan ukuran bunga mekar. Namun, faktor-faktor lingkungan ini tidak berpengaruh secara signifikan pada awal waktu berbunga tanaman buncis. Proses waktu mekarnya bunga suatu tanaman akan semakin lambat seiring dengan meningkatnya ketinggian tempat (Khotimah *et al.*, 2022). Pernyataan ini sejalan dengan hasil temuan Hilman *et al.*, (2014) yang memperlihatkan fase perkembangan bunga pada tanaman yang berada di dataran rendah lebih cepat dibandingkan pada dataran tinggi.

Penelitian Ahmad *et al.*, (2021) memperlihatkan bahwa perbedaan ketinggian telah memengaruhi fenologi dan durasi pembungaan beberapa spesies di Pegunungan Dhauladar, Himalaya. Berdasarkan hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa perubahan suhu dan ketinggian secara signifikan mempengaruhi waktu pembungaan dan durasi pembungaan beberapa spesies. Tumbuhan yang berada di dataran rendah menunjukkan terjadinya pembungaan yang lebih awal dibandingkan dengan tumbuhan yang berada di dataran tinggi. Sedangkan durasi pembungaan akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya ketinggian tempat. Hal ini dapat dikarenakan suhu merupakan salah satu faktor abiotik yang menjadi dorongan kuat pada setiap proses fenologi tanaman herba yang diikuti dengan faktor lingkungan lainnya seperti intensitas cahaya dan kelembaban yang juga mempengaruhi fenologi suatu tanaman (Moore & Lauenroth, 2017; Reed *et al.*, 2019). Suhu memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap waktu

terjadinya peristiwa-peristiwa fenologi pada tanaman terutama jika suhu menjadi faktor pembatas utama (Reed *et al.*, 2019).

Perbedaan fenologi akibat perbedaan kondisi lingkungan juga terjadi pada tanaman jagung manis yang ditanam pada ketinggian yang berbeda yaitu pada ketinggian rendah 8,5 mdpl, ketinggian menengah 775 mdpl, dan ketinggian tinggi 1200 mdpl. Fenologi tanaman jagung dipengaruhi oleh akumulasi satuan panas (*heat unit*) dan genetik suatu tanaman (Sumarlin *et al.*, 2018). Satuan panas pada setiap ketinggian dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Heat Unit, Suhu Rata-Rata, dan Tahapan Fenologi Fase generatif Jagung Manis pada setiap ketinggian

Ketinggian (mdpl)	Suhu rata rata harian (°C)	Heat unit	Fase generatif	Umur setiap fase generatif (hari setelah tanam)
8,5 mdpl	26,9°C	733.6	Tahap munculnya bunga jantan	43
		1065.5	Tahap munculnya bunga betina	63
		1236.7	Proses pengisian biji sampai biji menunjukkan warna seperti susu	73
		1335.4	Proses perubahan posisi biji	79
775 mdpl	22,6°C	579.0	Tahap munculnya bunga jantan	45
		837.8	Tahap munculnya bunga betina	66
		946.6	Proses pengisian biji sampai biji menunjukkan warna seperti susu	75
		1127.1	Proses perubahan posisi biji	89
1200 mdpl	20°C	506.8	Tahap pembentukan bunga jantan	50
		721.3	Tahap pembentukan bunga betina	72
		815.4	Proses pengisian biji sampai biji menunjukkan warna seperti susu	82
		969.2	Proses perubahan posisi biji	97

Sumber : (Carolina & Akmal, 2023)

Berdasarkan tabel 4, dapat dilihat bahwa tanaman jagung manis yang berada pada ketinggian rendah memerlukan waktu yang singkat untuk setiap fase generatifnya kemudian diikuti dengan ketinggian menengah dan ketinggian tinggi. Jagung manis pada ketinggian rendah ini memiliki umur setiap fase yang lebih pendek sehingga memiliki umur panen yang lebih cepat dibandingkan jagung manis yang berada pada ketinggian menengah dan ketinggian tinggi. Hal ini dikarenakan suhu rata-rata jagung manis pada ketinggian menengah dan tinggi lebih rendah dibandingkan pada ketinggian rendah yang menyebabkan ketercapaian satuan panas (*heat unit*) lebih rendah pada setiap fase nya sehingga dibutuhkan waktu yang lebih panjang untuk jagung mencapai fase-fase yang dibutuhkan dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Fenomena ini menunjukkan bahwa suhu sangat berperan penting dalam kehidupan fenologi tanaman jagung (Carolina & Akmal, 2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil literatur review, dapat disimpulkan iklim sangat mempengaruhi fenologi berbagai tanaman. Setiap tanaman memiliki kriteria kondisi iklim yang berbeda-beda dalam menunjang

pertumbuhan dan perkembangannya. Kondisi iklim yang berbeda seperti suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya matahari, serta curah hujan pada suatu tempat mempengaruhi fase-fase yang berlangsung dalam hidup tanaman seperti fase vegetatif dan fase generatif. Perubahan fenologi ini dapat ditunjukkan melalui fase-fase dalam hidup tanaman seperti munculnya kuncup daun, waktu pengguguran daun, waktu awal terjadinya pembungaan dan pembuahan, serta lamanya proses generatif suatu tanaman dapat berlangsung.

DAFTAR RUJUKAN

- Ahmad, M., Uniyal, S. K., Batish, D. R., Rathee, S., Sharma, P., & Singh, H. P. (2021). Flower Phenological Events and Duration Pattern Is Influenced by Temperature And Elevation In Dhauladhar Mountain Range Of Lesser Himalaya. *Ecological Indicators*, 129. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107902>.
- Ainurrohmah, S., & Sudarti, D. S. (2022). Analisis Perubahan Iklim Dan Global Warming Yang Terjadi Sebagai Fase Kritis. In *Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*, 8(1), 1-10.
- Aji, I. M. I. L., Sutriyono, R., & Yudistira. (2015). *Pengaruh Media Tanam Dan Kelas Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Benih Gaharu (Gyrinops versteegii)*. *Jurnal Media Bina Ilmiah*, 9(5), 1-10.
- Aryani, N., Manik, T. K., Timotiwu, P. B., & Agustiansyah, A. (2023). Laju Pertumbuhan, Fase Fenologis Dan Produksi Tanaman Stroberi (*Fragaria* spp.) Di Dataran Rendah Dengan Perlakuan Pupuk Npk: Kajian Tentang Adaptasi Tanaman Terhadap Perubahan Iklim. *Jurnal Agrotek Tropika*, 11(3), 429. <https://doi.org/10.23960/jat.v11i3.7520>.
- Ashari, H., Hanif, Z., & Supriyanto, A. (2015). Kajian Dampak Iklim Ekstrim Curah Hujan Tinggi (La-Nina) Pada Jeruk Siam (*Citrus nobilis* Var. Microcarpa) Di Kabupaten Banyuwangi, Jember Dan Lumajang. *Planta Tropika: Journal of Agro Science*, 2(1). <https://doi.org/10.18196/pt.2014.023.49-55>.
- Baskorowati, L., Subagya, S., Mahmud, M., & Susanto, M. (2018). Fenologi Pembungaan *Rhizopora Mucronata* Lamk. Di Hutan Mangrove Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Hutan*, 15(2), 113–123.
- Büntgen, U., Piermattei, A., Krusic, P. J., Esper, J., Sparks, T., & Crivellaro, A. (2022). Plants in the UK Flower A Month Earlier Under Recent Warming. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 289(1968). <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.2456>
- Carolina, A., & Akmal Saif. (2023). Fenologi Pertumbuhan Empat Galur Hibrida Jagung Manis Pada Tiga Lokasi. *Buletin GAW Bariri*, 4(2), 18–30. <https://doi.org/10.31172/bgb.v4i2.103>.
- Gusty, S., Syarifudin, E., Adriansyah, M. S., Jamilah, J., Efrianto, E., & Fajrin, A. M. (2024). *Perubahan Iklim dan Stabilitas Geoteknik*. *Arsy Media*. <https://arsymedia.com>.
- Handayani, T., & Amanah, N. (2018). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Strata Herba Di Kawasan Gunung Tidar Kota Magelang Sebagai Sumber Belajar Biologi. In *SENDIKA : Seminar Pendidikan*, 2(1), 85–90.

- Harmiatusun, Y., Sianipar, H., Silalahi, M., (2016). Fenologi Pembungaan Pada Tanaman Wijaya Kusuma (*Ephiphylum oxypetalum*). *Jurnal Pro-Life*, 3(3), 181-194.
- Hart, R., Salick, J., Ranjitkar, S., & Xu, J. (2014). Herbarium Specimens Show Contrasting Phenological Responses to Himalayan Climate. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(29), 10615–10619. <https://doi.org/10.1073/pnas.1403376111>.
- Herlina, N., & Prasetyorini, A. (2020). Effect of Climate Change on Planting Season and Productivity of Maize (*Zea mays* L.) in Malang Regency. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 118–128. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.1.118>.
- Hilman, Y., Rosliani, R., & Palupi, E. R. (2014). Pengaruh Ketinggian Tempat Terhadap Pembungaan, Pembungaan, Produksi, Dan Mutu Benih Botani Bawang Merah. In *J. Hort*, 24(2), 154-161. <https://dx.doi.org/10.21082/jhort.v24n2.2014.p154-161>.
- Ju, P., Yan, W., Liu, J., Liu, X., Liu, L., He, Y., & Chen, H. (2022). Plant Phenology and its Anthropogenic and Natural Influencing Factors in Densely Populated Areas During the Economic Transition Period of China. *Frontiers in Environmental Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.792918>.
- Khotimah, K., Sudiana, E., & Pratiknya, H. (2022). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Fenologi *Phaseolus vulgaris* L. Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedman. *Bioma*, 24(2), 1–7.
- Knott, J. A., Liang, L., Dukes, J. S., Swihart, R. K., & Fei, S. (2023). Phenological Response to Climate Variation in A Northern Red Oak Plantation: Links to Survival And Productivity. *Ecology*, 104(3). <https://doi.org/10.1002/ecy.3940>.
- Maimunah, M., Rusmayadi, G., & Langai, B. F. (2018). Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dibawah Kondisi Cekaman Kekeringan Pada Berbagai Stadia Tumbuh. 14(3).*EnviroScientea*, 14(3), 211-221.
- Moore, L. M., & Lauenroth, W. K. (2017). Differential Effects of Temperature and Precipitation on Early- Vs. Late-Flowering Species. *Ecosphere*, 8(5). <https://doi.org/10.1002/ecs2.1819>.
- Mubarok, H., Ahmad, F., Tambusai, N., Hidayat, A. N., Ali, I., Pt, H., Agro, A., & Tbk, L. (2022). Oil Palm Phenology and Its Relationship To Rainfall And Water Table Depth In Peatlands. *Fenologi Kelapa Sawit Pada Lahan Gambut Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 24(2), 111–118. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v24i2.64249>.
- Mulyani, S. A. (2020). Antisipasi Terjadinya Pemanasan Global Dengan Deteksi Dini Suhu Permukaan Air Menggunakan Data Satelit. *Journal CENTECH*, 2, 22–29.
- Nita, S. R., Syamsuardi, S., & Mansyurdin, M. (2015). Kajian Fenologi Perbungaan Anggrek Merpati (*Dendrobium crumenatum* Sw.) di Limau Manis Padang, Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA)*, 4(3), 188–192.
- Pramadana, M. H., Rivai, M., & Pirngadi, H. (2021). Sistem Kontrol Pencahayaannya Matahari Pada Aquascape. *JURNAL TEKNIK ITS*, 10(1), 15.
- Puchalka, R., Klisz, M., Koniakin, S., Czortek, P., Dylewski, Ł., Paż-Dyderska, S., Vítková, M., Sádlo, J., Rašomavičius, V., Čarni, A., De Sanctis, M., & Dyderski, M. K. (2022). Citizen Science Helps Predictions of Climate Change Impact on Flowering Phenology: A Study on *Anemone nemorosa*. *Agricultural and Forest Meteorology*, 325. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2022.109133>.

- Rafferty, N. E., Diez, J. M., & Bertelsen, C. D. (2020). Changing Climate Drives Divergent and Nonlinear Shifts in Flowering Phenology Across Elevations. *Current Biology*, 30(3), 432-441.e3. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.11.071>.
- Rafly, M., Maulana, A., Deskar, D., Rahman, A. F., Ramadhan, I. F., Adha, A., & Attala, V. D. (2023). Analisis Pengaruh Globalisasi dan Perubahan Iklim terhadap Perekonomian Indonesia yang Berkelanjutan. *Publiciana*, 16(1), 25-32. <https://doi.org/10.36563/p>
- Rahayuningtyas, Y. R., Sudiana, E., & Proklamasiningsih, E. (2020). Dampak Pemanasan Global Terhadap Fenologi Tanaman Kecipir (*Psopocarpus tetragonolobus*) dan Hubungannya Dengan Serangga Polinator. *Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2(3), 342-349.
- Rana, N., Manish, K., & Pandit, M. K. (2024). Effect of Climate Change on The Flowering Phenology of Rhododendron Arboreum Sm. In The Western Himalaya. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*. <https://doi.org/10.1016/j.japb.2024.10.004>
- Ratnaningrum, Y. W. N., Indrioko, S., Faridah, E., Syahbudin, A. (2017). The Flowering Characters Variation Among Floral Variants and Landraces Along Geographical Gradients in Gunung Sewu. *Journal Forest Science*, 11(2), 173-195. <https://jurnal.ugm.ac.id/jikfkt>
- Reed, P. B., Pfeifer-Meister, L. E., Roy, B. A., Johnson, B. R., Bailes, G. T., Nelson, A. A., Boulay, M. C., Hamman, S. T., & Bridgham, S. D. (2019). Prairie Plant Phenology Driven More by Temperature Than Moisture in Climate Manipulations Across a Latitudinal Gradient in the Pacific Northwest, USA. *Ecology and Evolution*, 9(6), 3637–3650. <https://doi.org/10.1002/ece3.4995>
- Ruminta, & Handoko. (2016). Vurnerability Assessment of Climate Change on Agriculture Sector in The South Sumatra Province, Indonesia. *Asian Journal of Crop Science*, 8(2), 31–42. <https://doi.org/10.3923/ajcs.2016.31.42>
- Sarvina, Y. (2019). Climate Change Impact and Adaptation Strategy for Vegetable and Fruit Crops in the Tropic Region. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 38(2), 65. <https://doi.org/10.21082/jp3.v38n2.2019.p65-76>.
- Schröder, W., Schmidt, G., & Schönrock, S. (2014). Modelling and mapping of plant phenological stages as bio-meteorological indicators for climate change. *Environmental Sciences Europe*, 26(1). <https://doi.org/10.1186/2190-4715-26-5>.
- Shi, C., Sun, G., Zhang, H., Xiao, B., Ze, B., Zhang, N., & Wu, N. (2014). Effects of Warming on Chlorophyll Degradation and Carbohydrate Accumulation of Alpine Herbaceous Species During Plant Senescence on The Tibetan Plateau. *PLoS ONE*, 9(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107874>
- Silalahi, M., & Harmiatun, Y. (2020). Pembentukan Taruk (Shoot) Dan Pembungaan Kencur (*Kaempferia galanga* L.). *Jurnal Pro-Life*, 2, 120–133.
- Stucky, B. J., Guralnick, R., Deck, J., Denny, E. G., Bolmgren, K., & Walls, R. (2018). The Plant Phenology Ontology: A New Informatics Resource for Large-Scale Integration of Plant Phenology Data. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00517>.
- Sumarlin, S., Karimuna, L., & Syaf, H. (2018). Pengaruh Faktor Iklim Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Berkala Penelitian Agronomi*, 6(1), 17-24. <https://doi.org/10.33772/bpa.v6i1.7517>.

- Tewari, A., Bhatt, J., & Mittal, A. (2016). Influence Of Tree Water Potential in Inducing Flowering in *Rhododendron Arboreum* in The Central Himalayan Region. *IForest*, 9(5), 842–846. <https://doi.org/10.3832/ifor1525-008>.
- Timotiwu, P. B., T. K. Manik, Agustiansyah, & Pramono, E. (2021). Fenologi dan Pertumbuhan Strawberry di Dataran Rendah sebagai Kajian Awal Dampak Perubahan Iklim terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Agrotropika*, 20, (1), 1-8.
- Triastinurmiatiningsih, T., Astuti, I. P., Saskia, B., Pakuan, U., & Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya LIPI Bogor, P. (2021). Fenologi Pembungaan Dua Varietas Jambu Air (*Syzygium boerlagei*) di Kebun Raya Bogor. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(2), 153–158. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index153>
- Ulinnuha, Z., Naila, R., & Syarifah, K. (2022). Fenologi Pembungaan dan Fruitset Beberapa Varietas Cabai pada Intensitas Cahaya Rendah. *BIOFARM*, 18(1), 62-67.
- Workie, T. G., & Debella, H. J. (2018). Climate Change and Its Effects on Vegetation Phenology Across Ecoregions of Ethiopia. *Global Ecology and Conservation*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.e00366>.
- Yang, Y., & Fan, F. (2023). Land Surface Phenology and Its Response to Climate Change in The Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area During 2001–2020. *Ecological Indicators*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110728>.
- Yu, J., Li, X., Du, H., Mao, F., Xu, Y., Huang, Z., Zhao, Y., Lv, L., Song, M., Huang, L., & Dong, D. (2024). Solar-Induced Fluorescence-Based Phenology of Subtropical Forests in China And Its Response To Climate Factors. *Agricultural and Forest Meteorology*, 356. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2024.110182>.
- Zu, K., Chen, F., Li, Y., Shrestha, N., Fang, X., Ahmad, S., Nabi, G., & Wang, Z. (2023). Climate Change Impacts Flowering Phenology in Gongga Mountains, Southwest China. *Plant Diversity*. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2023.07.007>.