



LAJU PERTUMBUHAN, FASE FENOLOGIS DAN PRODUKSI TANAMAN STROBERI (*Fragaria* spp.) DI DATARAN RENDAH DENGAN PERLAKUAN PUPUK NPK: KAJIAN TENTANG ADAPTASI TANAMAN TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

GROWTH RATE, PHENOLOGY PHASES AND PRODUCTION OF STROBERI (*Fragaria* spp.) IN THE LOW LAND WITH NPK FERTILIZER TREATMENT: A STUDY OF PLANT ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE

Nelita Aryani¹, Tumiar Katarina Manik^{2*}, Paul Benyamin Timotiwu² dan Agustiansyah²

¹Jurusan Agroteknologi, ²Jurusan Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian,
Universitas Lampung Bandar Lampung, Indonesia

*Email: tumiar.katarina@fp.unila.ac.id

* Corresponding Author, Diterima: 15 Jan. 2023, Direvisi: 21 Feb. 2023, Disetujui: 30 Apr. 2023

ABSTRACT

Climate change marked by an increase in air temperature, therefor research on the effect of climate change on plants can be started by studying how the rising air temperature affected plant growth rate and production. This research, which was conducted by planting strawberries in the lowlands, aimed to determine whether as a highland plant, strawberries can adapt to the lowlands and whether NPK fertilizer can help Stroberi plants grown in the lowlands to reach the growth and phenological stages of their natural habitat in the highlands. The research was carried out at the Sukarame microclimate laboratory, Bandar Lampung with an altitude of 150 meters above sea level, with a radiation of 180.57 Watt/m², an average air temperature of 26.3°C, and a humidity of 66.4%, from November 2020 to January 2021. In this study, two treatments were given: without fertilizer application (P0) and with fertilizer application (P1). The results showed that NPK fertilizer had an effect on growth in the vegetative phase, but strawberries still did not reach the generative phase even though the Growing Degree Days obtained had reached 972.35.

Keywords : Climate change adaptation, growing degree days, phenology phase, strawberry

ABSTRAK

Perubahan iklim ditandai dengan naiknya suhu udara, sehingga penelitian pengaruh perubahan iklim terhadap tanaman dapat dimulai dengan mempelajari bagaimana pengaruh kenaikan suhu udara terhadap laju pertumbuhan tanaman serta produksinya. Penelitian ini yang dilakukan dengan menanam Stroberi di dataran rendah bertujuan untuk mengetahui apakah sebagai tanaman dataran tinggi Stroberi dapat beradaptasi di dataran rendah, dan untuk mengetahui apakah pupuk NPK dapat membantu tanaman Stroberi mencapai tahap pertumbuhan dan fenologis seperti habitat asalnya di dataran tinggi. Penelitian dilaksanakan di laboratorium iklim mikro Sukarame, Bandar Lampung dengan ketinggian 150 m dpl dengan radiasi 180,57 Watt/ m², rata-rata suhu udara 26,3°C, dan kelembaban udaranya 66,4%, pada bulan November 2020 sampai dengan Januari 2021. Dalam penelitian ini diberikan dua perlakuan yaitu tanpa pemberian pupuk (P0) dan dengan pemberian pupuk(P1). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk NPK memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan pada fase vegetatif, tetapi Stroberi tetap tidak mencapai fase generatif meskipun Growing Degree Days yang didapat sudah mencapai 972,35.

Kata kunci : Adaptasi perubahan iklim, fase fenologis, growing degree days, stroberi

1. PENDAHULUAN

Tanaman Stroberi merupakan tanaman budidaya negara subtropis. Secara alamiah iklim tropis yang panas tidak cocok untuk pengembangan tanaman Stroberi. Tanaman Stroberi yang dibudidayakan di Indonesia umumnya dilakukan didataran tinggi.

Perubahan iklim akibat adanya peningkatan gas rumah kaca dan mengakibatkan kenaikan suhu udara pasti sangat mempengaruhi proses pertumbuhan dan produksi tanaman dan berakhir pada ketersediaan pangan. Menurut IPCC (*International panel for Climate Change*) menjelang tahun 2100 dapat diperkirakan akan terjadi peningkatan suhu 1.8 sampai 4°C (IPCC, 2007). Terjadinya kenaikan konsentrasi CO₂ yang mengakibatkan kenaikan suhu dapat mempengaruhi dari aspek fungsi, pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan cara yang berbeda tergantung jenis tanaman dan letak geografis. Produksi tanaman diprediksi akan menurun jika terjadi kenaikan suhu 1-2°C di wilayah tropis pada musim kering (IPCC 2007 dalam Chakrabarti, *et al* (2012).

Penelitian tentang pengaruh perubahan iklim khususnya yang berpengaruh kuat terhadap tanaman yaitu curah hujan dan suhu terhadap fisiologis tanaman yang pada akhirnya akan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman perlu dilakukan. Penelitian tentang pengaruh tingkat ketersediaan air terhadap tanaman sudah banyak dilakukan jika dibandingkan dengan penelitian tentang pengaruh perubahan suhu terhadap tanaman. Tingkat kesulitan yang dialami para peneliti terutama karena rumitnya teknik merubah suhu udara untuk hamparan luas di alam (bukan laboratorium).

Perubahan iklim yang terjadi dapat ditandai dengan naiknya suhu udara, sehingga penelitian pengaruh perubahan iklim terhadap tanaman dapat dimulai dengan mempelajari bagaimana pengaruh kenaikan suhu udara terhadap laju pertumbuhan tanaman serta produksinya, dengan demikian dapat dikembangkan teknik agar tanaman dapat beradaptasi terhadap perubahan iklim.

Cara yang dapat langsung dilakukan di lapang adalah dengan menggunakan perbedaan ketinggian tempat untuk mendapatkan suhu udara yang berbeda. Dengan adanya perbedaan pada ketinggian tempat maka dapat dilihat reaksi tanaman dataran tinggi ketika ditanam di dataran rendah dan sebaliknya tanaman dataran rendah ketika ditanam

pada dataran tinggi. Reaksi tanaman dapat diteliti melalui apa yang dapat disebut dengan fenologi tanaman. Fenologi adalah studi tentang waktu terjadinya tahap pertumbuhan tanaman seperti berapa lama suatu jenis tanaman dapat mencapai fase pembungaan. Fenologi tanaman adalah salah satu indikator termudah dan paling efektif dari dampak perubahan iklim.

Vegetasi dapat bereaksi terhadap perubahan iklim dengan mengubah pola fenologinya seperti bergesernya waktu pencapaian fase tumbuh tanaman, berpindahnya lokasi tempat tumbuh tanaman karena harus menyesuaikan dengan suhu udara yang dibutuhkan, berubahnya susunan morfologi, reproduksi atau genetika tanaman akan punah (Workie & Debella, 2018).

Fenologi tanaman yang merupakan deskripsi dari fase pertumbuhan tanaman dapat dikuantifikasikan melalui konsep yang disebut *Growing Degree Days* (GDD). GDD adalah hubungan yang terjadi antara suhu udara dengan laju pertumbuhan tanaman, sebuah hubungan linier yang berasumsi bahwa laju pertumbuhan tanaman akan proposional dengan suhu udara. GDD juga dapat digunakan untuk memprediksikan umur tanaman sehingga waktu panen tidak lagi hanya berdasarkan hari setelah tanam tetapi memperhitungkan faktor cuaca.

Penelitian ini sangat penting dilakukan untuk memperkirakan bagaimana tumbuhan bereaksi terhadap perubahan iklim dan menjadi dasar kebijakan untuk ketersediaan pangan. Penelitian pengaruh perubahan iklim terhadap tanaman sangat sedikit dilakukan di daerah tropis, karena dianggap bahwa suhu didaerah tropis tidak banyak berfluktuasi. Tetapi banyak penelitian mengatakan bahwa daerah tropis akan lebih menderita jika terjadi kenaikan suhu sekalipun itu kecil. Penelitian ini merupakan aplikasi gabungan fisiologi tanaman, budidaya tanaman dan klimatologi pertanian. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui apakah pemberian pupuk NPK dapat membantu tanaman stroberi yang ditanam pada dataran rendah mencapai tahap pertumbuhan (fase fenologis) nya seperti pada habitat asalnya didataran tinggi.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di lahan penelitian iklim mikro, Sukarame, Bandar Lampung (150 m dpl) dari bulan November 2020 sampai Januari 2021. Penelitian ini terdiri dari 2 perlakuan: dengan

pemberian pupuk (P1) dan tanpa pemberian pupuk (P0). Setiap perlakuan masing – masing diulang sebanyak 12 kali. Perlakuan diterapkan sesuai pengacakan dari tabel acak, perbedaan nilai tengah dan perlakuan menggunakan simpangan baku dari rata – rata perlakuan.

Bahan yang digunakan adalah bibit Stroberi jumbo California, dan media tanam berupa campuran: tanah, pupuk kandang, serpihan batu bata, pupuk NPK Mutiara, dan air.

Alat yang digunakan adalah cangkul, pollybag, pengukur iklim yang digunakan adalah Flush USB humidity, temperature data logger recorder tipe E3845, Pyranometer Skye Instrument, pencatat suhu tanah digital cole parmer. Disamping itu terdapat alat pengukur cuaca secara rutin seperti campbell stokes, milimeter block, kertas A4, koran, kamera, timbangan, penggaris, aplikasi leaf area pada smartphone android.

Konsep satuan panas berasal dari penelitian yang dilakukan oleh A.F. de Reamur sekitar tahun 1730 (Wang, 1960). Rumus perhitungan yang digunakan oleh Reamur yaitu sebagai berikut:

Growing Degree Days (°C)

$$\sum_{i=1}^n = \frac{(T_{max}+T_{min})}{-2} - T_{base}$$

Keterangan: n= Hari pada fase perkembangan tertentu, i= Hari setelah tanam, Tmax= Suhu maksimum harian (°C), Tmin= Suhu minimum harian (°C), Tbase= Suhu dasar (°C)

Pelaksanaan Penelitian yaitu bibit Stroberi didapatkan dari pembibitan vegetatif dengan cara mengambil bagian stolon tanaman Stroberi. Siapkan *polybag* dan media pengisinya. Media pengisi dibuat dari susunan tanah, pupuk kandang dan remahan batu bata. Bibit Stroberi atau batang Stroberi ditanam ke dalam pollybag. Stroberi disiram secara rutin dari masa awal tanam hingga memasuki fase generative untuk memastikan media tanam tidak kering. Penyulaman dilakukan apabila tanaman Stroberi ada yang mengalami gangguan pertumbuhan, tidak tumbuh sempurna, rusak, dan

bahkan mati. Pemupukan Stroberi dilakukan setiap 1 minggu dengan konsentrasi 4 gram per liter air dan diaplikasikan ke tanaman sebanyak 200 ml per tanaman.

Pengamatan yang dilakukan yaitu Unsur cuaca (suhu dan kelembaban udara harian) diukur setiap selang 1 jam dengan menggunakan pengukur suhu dan kelembaban yang disertai data logger (*Flush USB humidity and temperature data logger recorder tipe E3845*), dengan data logger, suhu dan kelembaban udara dapat diukur setiap jam. Radiasi matahari dan PAR diukur dengan *Skye Instrument with quantum and pyranometer sensors*.

Laju pertumbuhan akan setiap minggu pada variabel tinggi tanaman, jumlah daun, indeks luas daun, persentase penutupan kanopi. Setelah penelitian berakhir tanaman akan diukur berat basah dan berat kering tanaman. Pengeringan tanaman menggunakan oven, kemudian ditimbang untuk mendapatkan bobot kering tanaman dan bagian bagiannya (akar, batang dan daun). Pengamatan juga dilakukan dengan membuat foto perkembangan tanaman sebagai data deskriptif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

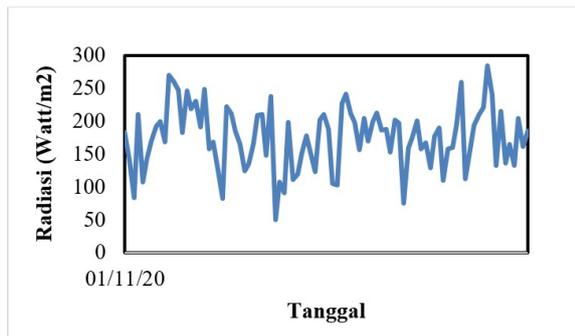
3.1. Perbandingan Unsur Iklim Lokasi Penelitian dan Dataran Tinggi di Lampung

Dataran tinggi dimana Stroberi dapat tumbuh di Lampung adalah Sekincau, sehingga digunakan untuk menjadi pembanding dengan data dataran rendah (Bandar Lampung). Data dicatat mulai Bulan November 2020 sampai Januari 2021 sesuai dengan waktu penelitian. Rata rata radiasi matahari harian di Sekincau adalah 175.30 Watt/m² dan rata rata suhu udara harian yaitu 23.61°C. Hasilnya terlihat pada Gambar 1 dan 2.

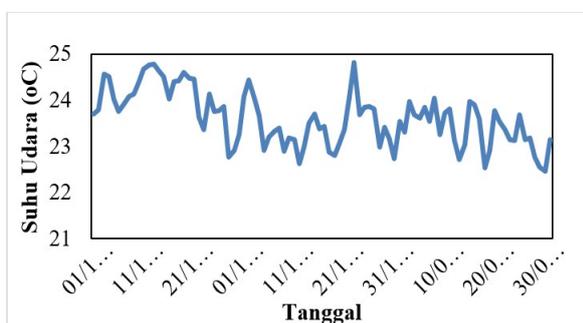
Radiasi dan suhu udara di dataran rendah Bandar Lampung berbeda dengan dataran tinggi Sekincau. Rata-rata radiasi pada dataran tinggi Sekincau 170,30 Watt/m², dan rata – rata suhu

Tabel 1. Rerata, Minimum, Maksimum Suhu Pengamatan Sampel pada Dataran Rendah Sukarame, Bandar Lampung

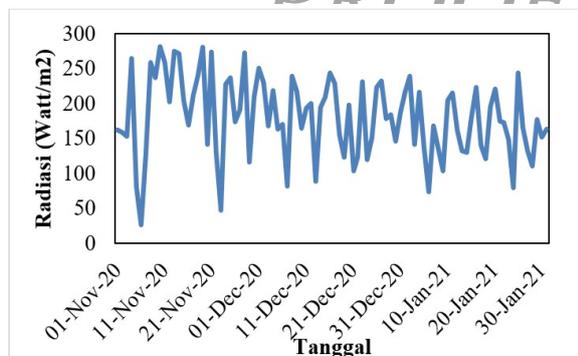
| Suhu | Minggu | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Minimum | 23,7 | 24,7 | 23,8 | 23,7 | 24,1 | 23,7 | 24,0 | 23,5 | 23,1 | 23,7 | 23,0 |
| Maksimum | 38,3 | 34,5 | 36,5 | 33,2 | 33,2 | 34,5 | 35,6 | 33,9 | 35,5 | 37,3 | 33,2 |
| Rata-rata | 29,2 | 27,5 | 28,4 | 28,1 | 26,7 | 27,2 | 27,3 | 26,7 | 26,8 | 26,9 | 26,7 |



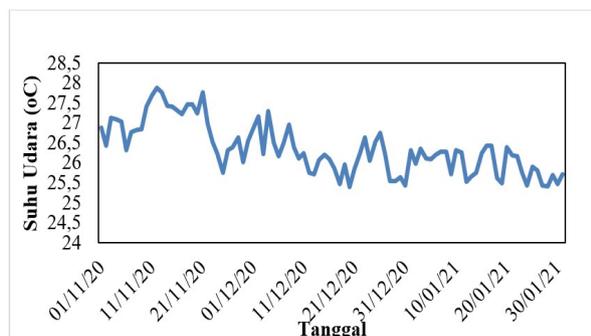
Gambar 1. Radiasi di dataran tinggi Sekinceau November 2020 – Januari 2021



Gambar 2. Suhu Udara di dataran tinggi Sekinceau (°C)



Gambar 3. Radiasi di dataran rendah Bandar Lampung November 2020 – Januari 2021



Gambar 4. Suhu Udara di dataran rendah Bandar Lampung (°C)

udara 23,61°C. Sedangkan pada dataran rendah Bandar Lampung rata-rata radiasi matahari 180,57 Watt/, dan rata-rata suhu udara 26,3°C. Pada dasarnya radiasi matahari yang didapatkan pada dataran tinggi Sekinceau dan dataran rendah Bandar Lampung tidak memenuhi kebutuhan radiasi untuk tanaman Stroberi. Radiasi matahari optimum yang dibutuhkan tanaman Stroberi untuk melakukan proses fotosintesis adalah sekitar 209,3-558,2 W/ dan untuk fotosintesis maksimum pada intensitas cahaya 300 W/ (White and Izquierdo, 1993).

Suhu udara optimal yang dibutuhkan oleh tanaman Stroberi yaitu 10 - 26°C (Kesici et al., 2013), dan suhu udara pada dataran tinggi Sekinceau sudah memenuhi kebutuhan optimum tanaman Stroberi. Berbeda dengan dataran tinggi Sekinceau, pada dataran rendah Bandar Lampung rata-rata suhu udara yang lebih tinggi dari suhu udara optimum yang dibutuhkan oleh tanaman Stroberi.

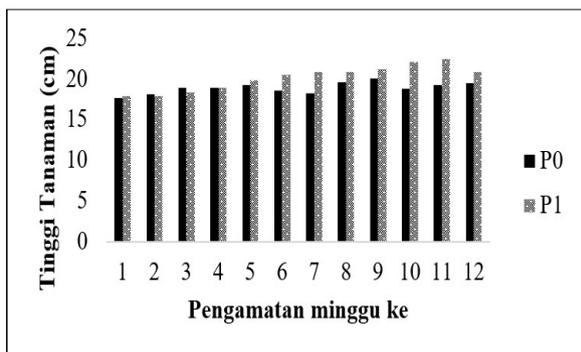
Minimum *Daily Light Integral* (DLI) atau integrasi cahaya siang hari minimum yang dibutuhkan tanaman Stroberi yaitu 17 mol/ m²/hari agar terbentuk sulur dan 20 mol/ m²/ hari untuk pembentukan buah. Berdasarkan data *Photosynthesis Active Radiation* (PAR) yang didapat, penanaman tanaman Stroberi dibawah naungan kurang tepat dilakukan yaitu hanya 9,42 mol/ m²/hari.

3.2 Lama penyinaran

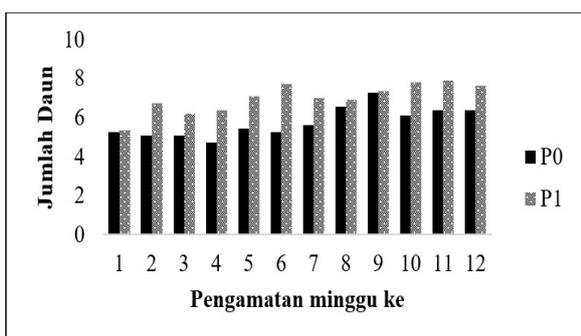
Pada saat penelitian ini dilakukan (November sampai Januari) merupakan musim hujan, sehingga dari pengamatan lama penyinaran matahari yang didapat selama bulan November matahari bersinar rata rata 3 jam/hari, bulan Desember 2.4 jam/hari dan bulan Januari 1.4 jam/hari; lebih pendek dibandingkan lama penyinaran rata rata 5 sampai 7.1 jam/hari. Tanaman Stroberi untuk menghasilkan sulur dan bunga memerlukan lama penyinaran 8 – 10 jam sehingga perlu memilih tempat dalam menanam Stroberi. Fotoperiode yang meningkat dan peningkatan suhu dapat mengakibatkan terjadinya penundaan pembungaan yang pengaruhnya tergantung kepekaan kultivar (Goldworthy & Fisher, 1996).

3.3 Growing Degree Days (GDD) tanaman Stroberi

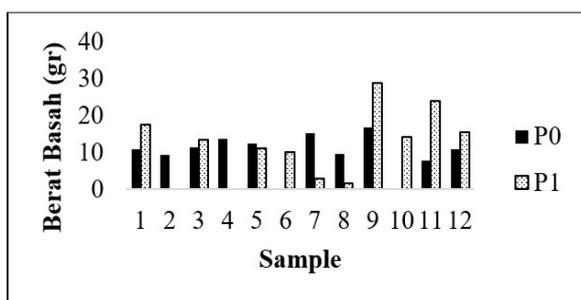
Dengan menggunakan suhu dasar pertumbuhan Stroberi antara 15 – 30°C *growing degree days* untuk tanaman Stroberi. Fase fenologis tanaman merupakan salah satu deskripsi fase tumbuh



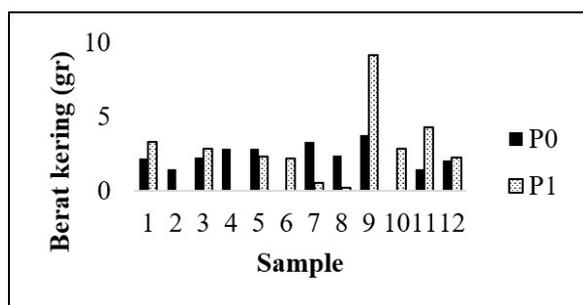
Gambar 5. Grafik Rata-rata Tinggi Tanaman Perbandingan Tanpa Pupuk (P0) dan dengan Pupuk (P1)



Gambar 6. Grafik Jumlah Daun Perbandingan Tanpa Pupuk (P0) dan dengan Pupuk (P1)



Gambar 7. Berat Basah (gr) pada saat Panen



Gambar 8. Berat Kering (gr) pada saat Panen

tanaman yang dapat dikuantifikasikan melalui konsep yang disebut *Growing Degree Days* (GDD). GDD adalah hubungan antara suhu udara dengan laju pertumbuhan tanaman, sebuah hubungan dengan linier yang dapat diasumsikan bahwa laju pertumbuhan tanaman seimbang dengan suhu udara. GDD juga dapat digunakan untuk memprediksi umur tanaman sehingga waktu panen tidak hanya berdasarkan hari setelah tanam tetapi juga dapat dilihat dengan cara memperhitungkan faktor cuaca (Timotiwu, 2021).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Bethere *et al.*, (2016), tanaman Stroberi muncul bunga pada saat GDD nya mencapai 586 °Cd. Pada penelitian GDD mencapai 592,38 °Cd tetapi belum ada tanda tanda untuk muncul bunga. Hingga pada minggu kesebelas pengamatan yaitu pada tanggal 23 Januari 2021 *Growing Degree Days* telah mencapai 960,40°Cd tetapi tidak ada tanda tanda muncul bunga.

3.4 Laju Pertumbuhan Tanaman Stroberi

Pada penelitian ini didapatkan pupuk memberikan efek pertumbuhan pada tanaman Stroberi tetapi tidak signifikan ketika ditanam didataran rendah Bandar Lampung. Faktor lainnya yang menjadi pengaruh pertumbuhan yang tidak signifikan yaitu radiasi matahari yang masih jauh dari radiasi optimumnya tanaman Stroberi. Pada penelitian ini tanaman Stroberi hanya menerima radiasi matahari yang sekitar 51%, hal ini karena ditanam dibawah naungan.

Tinggi tanaman dan jumlah daun mengalami fluktuasi dikarenakan berbedanya tempat tumbuh tanaman Stroberi dari tempat asalnya dan tanaman Stroberi mengalami gejala *nekrosis* pada batang sehingga menjadi kering dan tidak dapat menopang bagian daun. Gejala tersebut merupakan salah satu cara tanaman Stroberi untuk bertahan hidup di tempat tumbuh yang berbeda. Menurut Taufiq & Sundari (2012), respon tanaman terhadap lingkungan berbeda-beda tergantung jenis dan kultivar tanaman tersebut. Tanaman dapat memberikan respon yang positif maupun negatif terhadap perubahan lingkungan tumbuh. Respon yang beragam tersebut menimbulkan terjadinya interaksi antara lingkungan dengan genotipe tanaman, dan fenomena tersebut sering ditemui dalam pengujian multilokasi. Respon tersebut dapat diketahui dari perubahan fisik tanaman berupa perubahan pertumbuhan, dan perubahan fenotipik tanaman. Respon tanaman juga dapat diketahui

dari perubahan proses fisiologis misalnya kecepatan fotosintesis, dan translokasi fotosintat.

Pada penelitian karakteristik morfologi tanaman Stroberi yang dilakukan oleh Susianti *et al.*, (2015), tanaman Stroberi memiliki ukuran dan warna daun yang hijau sedang hingga ke cerah, memiliki tipe bunga berkelamin ganda. Pada buah Stroberi itu sendiri memiliki karakter morfologi dengan ukuran yang kecil hingga sedang, berwarna merah cerah dan bentuk buahnya yaitu *conical*, *cordate*, dan *wedge*. Tanaman Stroberi memiliki jumlah daun dan bunga yang sedikit hingga sedang, waktu untuk munculnya stolon yang pertama yaitu cepat dan untuk menghasilkan stolonnya tergolong sedang.

Pada penelitian ini tidak semua sampel tanaman bisa bertahan hidup hingga akhir penelitian. Ada beberapa sampel tanaman yang mati sebelum penelitian ini berakhir. Sampel tanaman yang mati sebelum penelitian ini selesai yaitu P0U6, P0U10, P1U2, dan P1U4. Hal ini menunjukkan sampel tanaman tidak dapat beradaptasi pada lahan penelitian yang berada di dataran rendah Bandar Lampung.

4. KESIMPULAN

Pemberian pupuk NPK memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan yaitu tinggi tanaman dan jumlah daun pada tanaman Stroberi meskipun tidak signifikan. Jenis tanaman dataran tinggi seperti Stroberi jika ditanam pada dataran rendah yang memiliki suhu lebih tinggi akan mengalami gangguan laju pertumbuhan dan perkembangan. Fase vegetatifnya akan lebih lama dan dapat dikatakan tidak tercapai fase generatif. Tinggi tanaman dan jumlah daun mengalami fluktuasi dikarenakan tanaman Stroberi mengalami gejala *nekrosis*, sehingga menyebabkan penutupan kanopi sampai berada dibawah 37%. Pembungaan tidak muncul hingga *Growing Degree Days* mencapai 972,35°Cd. Akibatnya tidak terbentuknya buah pada penelitian ini.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya ucapkan kepada Dr. Ir. Tumiar Katarina Manik, M.Sc., Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S., Dr. Agustiansyah, S.P., M. Si., yang membimbing hingga terselesainya penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bouffard, K. 2012. *Florida Strawberry Farmers Face Increasing Competition from Mexico*. The Ledger. New York. Pp 1-12.
- Budiman, S & Saraswati, D.2006 *Berkebun Stroberi Secara Komersial*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Chakrabarti, B., S. D. Singh, V. Kumar, R. C. Harit, & S. Misra. 2013. Growth and yield response of wheat and chickpea crops under high temperature. *Ind J Plant Physiol* 18(1):7-14.
- Ebrahim, R, M.K. Sourii., F Ebrahimi, & M. Ahmadizadeh.2012. Growth and yield of strawberries under different potassium concentrations of hydroponic system in three substrates. *World Applied Sciences Journal*. 16: 1380-1386.
- Ehlert, B. Hinch, & D.K. 2008. Chlorophyll fluorescence imaging accurately quantifies freezing damage and cold acclimation response in Arabidopsis leaves. *Plant Methods*. 4(12): 1-7.
- Fitter, A. & R.K.M. Hay.2012. *Environmental Physiology of Plants*. Academic Press. New York.
- IPCC.2007. *The Synthesis Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Ismiyanti, W. 2012. Variasi Somaklonal Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa*) secara in vitro. *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Kartasapoetra, A.G. 1993. *Klimatologi: Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Kesici, M., H. Gulen, S. Ergin, E. Turhan, A. Ipek, & N. Koksall. 2013. Heat-stress tolerance of some strawberry (*Fragaria x ananassa*) Cultivars. *Not Bot Horti Agrobi*. 41(1):244-249.
- Kesumawati, E. Hayati, & E. M. Thamrin. 2012. Pengaruh naungan dan varietas terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman stroberi (*Fragaria* sp.) di dataran rendah. *Jurnal Agrista*. 16 (1):14-21.
- Kim, T.H., B. Maik, H. Hu, N. Nisimura, & J.I. Schroeder. 2010. Guard Cell Signal Transduction Network: Advances in

- Understanding Abscisic Acid, CO², and Ca²⁺ Signaling. *Annu Rev Plant Biol.* 61:561-591.
- Lobell, D.B. & G.P. Asner. 2003. Climate and management contributions to recent trends in U.S. agricultural yields. *Science.* (299): 1032.
- Lawlor, D.W. & G. Cornic. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environ.* 25(2):275-294.
- Mengistu, D.K. 2009. The influence of soil water deficit imposed during various developmental phases on physiological processes of tef (*Eragrostis tef.*). *Agric Ecosyst Environ.* 132(3): 283-289.
- Mubarak, S., Impron, & T. June. 2018. Efisiensi penggunaan radiasi matahari dan respon tanaman kedelai (*Glycine Max L.*) terhadap penggunaan mulsa reflektif. *Jurnal Agron.* 46(3):247-253.
- Muhuria, LA. 2007. Mekanisme fisiologi dan pewarisan sifat toleran kedelai (*Glycine Max L.*) terhadap intensitas cahaya rendah. *Disertasi.* Insitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Palupi, N.E., T.G. Aji, D. Kurnilasari, & Sutopo. 2017. Efektivitas dosis dan aplikasi pupuk NPK majemuk pada fase vegetatif pada tanaman strawberry (*Fragaria x ananassa Duchesne*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian.* 1(2):109-116.
- Purwantara, S. 2015. Studi temperature udara terkini di wilayah Jawa Tengah dan di Yogyakarta. *Informasi.* 37(2): 166-179.
- Putri, I.R. 2009. Pengaruh Intensitas ahaya Matahari Terhadap Pertumbuhan Jenis *Shoreo parvifolia* dan *Shorea leprosula* dalam Teknik TPTI Intensif (Studi kasus di Areal IUPHHK-HA PT. SARPATIM, Kalimantan Tengah). *Skripsi.* Fakultas Kehutanan. Insitut Pertanian Bogor. Bogor.
- Radford, A.E. 1986. *Fundamental of Plant Systematic.* Harper and Row Publisher. New York.
- Sarmiento, G. 1986. *Ecologically Crucial Features of Climate in High Tropical Mountains.* EN: Vuilleumier, F. F., Monasterio, M (Eds): *High Altitude Tropical Biogeography.* Oxford University Press. Oxford.
- Torres, A.P & R.G. Lopez. 2011. Photosynthetic Daily Light Integral During Propagation of Tecoma Stans Influences Seedling Rooting and Growth. *Hortscience.* 46: 282-286.
- Wang, Jen-Hu. 1960. Artique of the heat unit approach to plant response studies. *Ecology.* 41 (4): 785-790.
- Wijoyo, P.M. 2008. *Rahasia Budidaya dan Ekonomi Stroberi.* Bee Media Indonesia. Jakarta.
- Workie, T. Geremew & H. J. Debella. 2018. Climate Change and its Effects on Vegetation Phenology Across Ecoregions of Ethiopia. *Global Ecology and Conservation* 13:1-13.
- White, J.W. & J. Izquierdo. 1991. *Physiology of Yield Potential and Stress Tolerance.* in A.V. Schoonhoven, O. Voysest (Eds.). *Common Beans: Research for Crop Improvement.* Cab International, Wallingford, UK.