

Pengaruh cekaman panas terhadap daun stroberi (*Fragaria L. Elsanta*)

Effect of heat stress on the strawberry leaves (*Fragaria L. Elsanta*)

BERNADETTA RINA HASTILESTARI*, CARLA FRIEDA PANTOUW

Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km 46 Cibinong-Bogor 16911, Jawa Barat, Tel. +62-21-8754587, Fax. +62-21-8754588, *email: bernadetta.hastilestari@googlegmail.com

Manuskrip diterima: 20 Februari 2015. Revisi disetujui: 29 April 2015.

Abstrak. Hastilestari BR, Pantouw CF. 2015. Pengaruh cekaman panas terhadap daun stroberi (*Fragaria L. Elsanta*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1*: 860-863. Perkembangan tanaman stroberi di daerah yang bersuhu dingin sering kali mengalami kendala karena cekaman biotik dan abiotik. Salah satu cekaman abiotik yang sering dialami tanaman stroberi adalah cekaman panas. Cekaman ini akan mengakibatkan daun menjadi layu dan hasil panen berkurang karena terhambatnya proses fotosintesis, rusaknya membran plasma yang merupakan barier ion intraseluler. Penelitian ini menganalisis pengaruh cekaman panas terhadap tanaman stroberi, terutama daun. Daun Stroberi muda dan tua diberi perlakuan panas 23, 35, 40, 45, 50, dan 55°C. Nilai parameter fotosintesis yang didasarkan pada nilai Fv/Fm setelah perlakuan cekaman panas menunjukkan bahwa daun yang muda secara signifikan memiliki nilai yang lebih tinggi daripada daun yang tua. Setelah perlakuan panas, kuantum efisiensi juga menurun secara signifikan pada daun yang muda dan tua pada suhu 40, 45, 50, dan 55°C. Kerusakan sel akibat cekaman panas mengakibatkan kerusakan membran sel sehingga elektrolit yang terdapat di dalam sel keluar. Jumlah total ion yang keluar menunjukkan tingkat kerusakan membran sel. Jumlah ini tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara daun muda dan daun tua pada suhu 23 sampai 50°C. Perbedaan tampak signifikan pada suhu 55°C. Jumlah ion yang keluar pada daun muda meningkat 30,8%, sedangkan pada daun tua meningkat 37%. Hal ini menunjukkan bahwa cekaman panas menimbulkan kerusakan sel yang lebih besar pada daun yang tua daripada daun yang muda.

Kata kunci: Cekaman panas, fotosintesis, stroberi

Abstract. Hastilestari BR, Pantouw CF. 2015. *Effect of heat stress on the strawberry leaves (Fragaria L. Elsanta)*. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1*: 860-863. The development of strawberry plants in cold temperature regions often faces constraints due to biotic and abiotic stresses. One of abiotic stress experienced strawberry is heat stress. The stress will induce the leaves withering and reduce yields due to photosynthesis inefficiencies. This inefficiency is caused by the destruction of plasma membrane of intracellular ion barrier. This study was to analyze the influence of heat stress on strawberry leaves. Young and old strawberries leaves were given a heat treatment 23, 35, 40, 45, 50 and 55°C. Photosynthesis parameter values based on the value of Fv/Fm after heat stress treatment showed that the young leaves had significantly higher values than the older leaves. After heat treatment, the quantum efficiency decreased significantly in young at 40, 45, 50 and 55°C. Cell damage due to heat stress resulted in damage to the cell membrane inducing ion leakage. The total number of ion leakage indicated the damage of the cell membrane. The young and old leaves showed significant differences of ion leakage at a temperature of 55°C. The number of ions leakage of young leaves increased 30.8% and 37% in old leaves. This indicated that heat stress causing greater damage to cells in old leaves than young leaves.

Keywords: Heat stress, photosynthesis, strawberry

PENDAHULUAN

Cekaman panas merupakan hambatan yang dialami petani stroberi di daerah tropis dan subtropis sebagai akibat perubahan iklim. Stroberi merupakan tanaman yang tumbuh di daerah dengan suhu lingkungan yang rendah. Salah satu kendala dalam peningkatan produksi stroberi adalah cekaman panas. Tanaman stroberi merupakan tanaman yang sensitif terhadap panas. Cekaman panas yang diikuti dengan cekaman kekeringan akan mengakibatkan kerusakan tanaman yang lebih parah. Ketahanan terhadap cekaman panas dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain jenis kultivar, genotipe, jaringan, tahap perkembangan fisiologis dari organ tanaman (Mengistu 2009), serta aklimatisasi terhadap cekaman (Ehlert dan Hinch 2008).

Cekaman terhadap panas mengakibatkan kerusakan buah, akar, serta daun sehingga dapat menurunkan produktivitas. Kerusakan pada daun akibat cekaman panas di atas 40°C dapat memengaruhi fotosintesis (Fitter dan Hay 2012). Dengan demikian, deteksi gejala akibat cekaman abiotik adalah terhambatnya fotosintesis, dimana semakin tinggi tingkat cekaman, semakin rendah laju fotosintesisnya. Cekaman yang tinggi dapat menyebabkan kematian sel (Kim et al. 2010) serta rusaknya membran plasma yang berfungsi sebagai barier *semipermeable* bagi ion-ion yang terdapat di dalam sel (Ehlert dan Hinch 2008).

Fotosintesis, suatu proses yang penting dalam menentukan pertumbuhan vegetatif tanaman, sangat sensitif terhadap perubahan suhu (Mohammed dan Tarpley 2009). Salah satu cara yang mudah dan efektif dalam

mengukur terhambatnya fotosintesis adalah pengukuran klorofil *fluorescence*. Metode ini mengukur nilai kuantum efisiensi (Fv/Fm) dari fotosistem II yang memungkinkan prediksi tingkat keparahan akibat cekaman dengan resolusi dan akurasi yang tinggi (Baker 2008).

Sel yang mati atau rusak tidak dapat mempertahankan permeabilitas dan potensial membran plasma sehingga mengakibatkan bocornya ion dalam sel ke dalam simplas. Tingkat kerusakan sel dapat diukur melalui pengukuran banyaknya elektrolit yang bocor dari sel (Kocheva et al. 2005; Ehlert dan Hinch 2008). Marques et al. (2005) menjelaskan adanya korelasi kebocoran ion dengan parameter fisiologi dan biokimia tanaman pada kondisi lingkungan yang tercekam.

Pengaruh tingkat perkembangan pada hasil fotosintesis merupakan kriteria penting dalam mengevaluasi produktivitas fotosintesis dari tanaman buah. Penelitian pada beberapa kultivar ubi dengan berbagai perbedaan tahapan fisiologis dan ditanam di dalam kondisi lingkungan yang berbeda menunjukkan kecepatan fotosintesis berbeda secara signifikan dengan umur daun (Xu et al. 2011).

Stroberi merupakan tanaman yang membentuk daun baru sepanjang periode vegetasi. Dengan demikian, tanaman ini dapat dijadikan objek penelitian untuk mengetahui pengaruh cekaman terhadap daun berdasarkan umur fisiologis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh umur fisiologis daun stroberi terhadap cekaman panas dengan membandingkan klorofil fluoresen dan tingkat kebocoran ion sebagai indikator terhadap stres.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Penelitian ini menggunakan daun stroberi (*Fragaria L.* 'Elsanta'). Tanaman tersebut ditanam di rumah kaca dengan suhu 16/10°C (siang/malam). Umur fisiologis daun dibedakan menjadi tua dan muda berdasarkan ukuran; daun muda mempunyai ukuran kecil, sedangkan daun tua mempunyai petiola yang panjang. Kemudian daun dipotong membentuk lingkaran dengan diameter 1 cm menggunakan *cork borer*. Potongan daun tersebut diletakkan pada cawan petri yang telah dilapisi tisu basah dan ditutup rapat. Setelah itu, cawan petri dimasukkan ke dalam *waterbath* selama 10 menit pada suhu 23, 35, 40, 45, 50, dan 55°C. Perlakuan suhu dan jenis daun dilakukan dengan tiga pengulangan.

Cara kerja

Klorofil fluoresen

Klorofil fluoresen diukur sebelum dan sesudah perlakuan cekaman panas. Sebelum pengukuran, potongan daun diaklimatisasi dalam gelap selama 20 menit dan kuantum efisiensi (Fv/Fm) diukur untuk masing-masing potongan daun dengan menggunakan Mini-PAM fluorometer (Heinz Walz GmbH, Effeltrich, Germany). Pengukuran klorofil fluoresen sebelum perlakuan dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh lingkungan sebelum perlakuan.

Permeabilitas/selektivitas membran

Segera setelah pengukuran klorofil fluoresen, potongan daun diinkubasi dalam 50 ml air yang tidak mengandung ion (*deionised water*) dalam tabung falkon, kemudian ion diukur setiap 0, 30, 60, 90, 120, dan 1320 menit dengan konduktivitas meter (Schott® Instruments LAB 960, SI Analytics GmbH, Mainz, Germany). Setelah itu, tabung ditutup dengan kertas aluminium dan dimasukkan ke dalam *autoclave* selama 15 menit pada suhu 121°C untuk merusak semua jaringan. Setelah dingin, jumlah ion diukur dengan asumsi bahwa semua jaringan sel telah rusak sehingga nilai konduktivitas ion yang terukur menunjukkan jumlah keseluruhan ion.

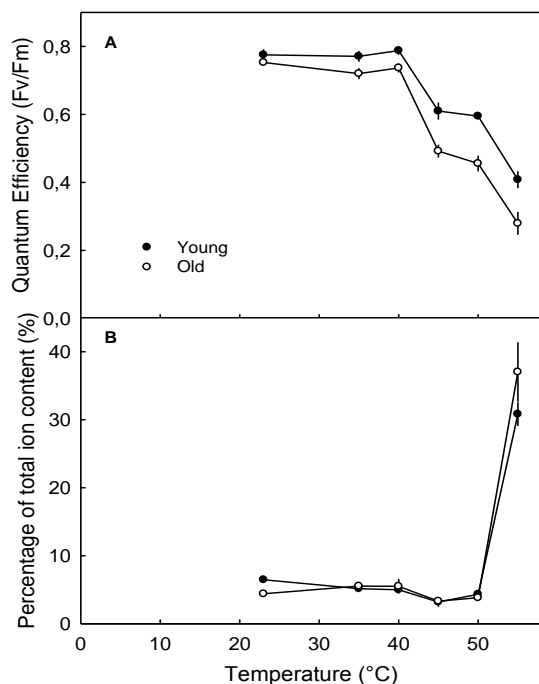
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kuantum efisiensi (Fv/Fm) sebelum perlakuan panas menunjukkan tidak adanya perbedaan antara daun muda dan daun tua. Rata-rata efisiensi daun muda adalah $0,773 \pm 0,007$, sedangkan daun tua adalah $0,793 \pm 0,005$. Ritchie (2006) menyatakan bahwa nilai Fv/Fm daun dalam kisaran 0,7 dan 0,8 menunjukkan bahwa tanaman tidak dalam keadaan stres. Hasil ini menunjukkan bahwa tanaman yang digunakan tidak mengalami stres sebelum diberi perlakuan.

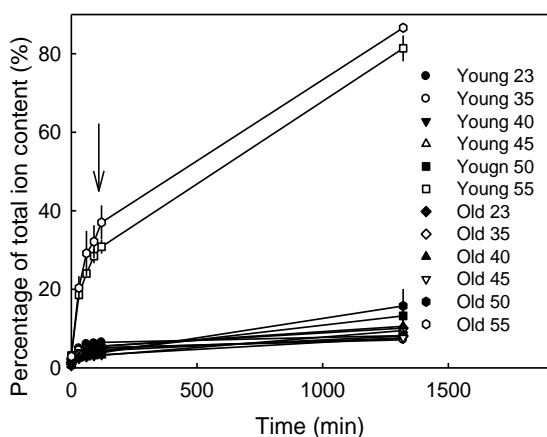
Hasil perlakuan panas pada daun muda dan daun tua menyebabkan menurunnya secara signifikan kuantum efisiensi pada suhu antara 40 dan 45°C dan antara 50 dan 55°C (Gambar 1). Nilai kuantum efisiensi dari daun tua secara signifikan lebih rendah daripada daun muda. Nilai kuantum efisiensi daun tua menurun dari 0,7 pada perlakuan 23°C ke 0,3 pada perlakuan 55°C, sedangkan daun muda menurun dari 0,8 pada perlakuan 23°C ke 0,4 pada perlakuan 55°C.

Persentase jumlah ion total tidak menunjukkan perbedaan nyata pada perlakuan panas pada suhu 23, 35, 40, dan 45°C yang diinkubasi selama 30, 60, dan 90 menit. Hilangnya permeabilitas membran plasma terlihat dari persentase jumlah ion total setelah inkubasi selama 120 menit antara daun tua dan daun muda (Gambar 2). Kerusakan membran terjadi setelah perlakuan panas 55°C. Jumlah total setelah perlakuan panas pada suhu antara 23°C dan 50°C berkisar antara 3,2 dan 6,5%. Pada suhu 55°C, kebocoran ion meningkat hingga 30,8% pada daun muda dan 37% pada daun tua.

Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa temperatur 40 sampai 45°C menunjukkan penurunan nilai Fv/Fm hingga 0,6. Menurut Ritchie (2006), nilai Fv/Fm di bawah 0,6 menunjukkan bahwa tanaman dalam kondisi tercekam. Hal ini disebabkan pada suhu sekitar 45°C, terjadi kerusakan fotosistem II daun yang mengakibatkan turunnya efisiensi fotosintesis (Baker 2008). Denaturasi protein juga berpengaruh terhadap turunnya nilai Fv/Fm karena beberapa protein PSII akan rusak di atas suhu 40°C, sedangkan pada suhu di atas 50°C, protein dari HSP akan rusak (Kotak et al. 2007). Hal ini dapat dilihat dari turunnya Fv/Fm secara drastis pada Gambar 2. Turunnya Fv/Fm terjadi lebih besar pada daun yang tua, hal ini menunjukkan bahwa cekaman panas membawa kerusakan lebih parah pada daun tua dibandingkan daun muda.



Gambar 1. A. Kuantum efisiensi, B. persentase jumlah total ion setelah inkubasi 120 menit dari daun muda dan daun tua *Fragaria L.* 'Elsanta'



Gambar 2. Persentase jumlah ion total dari daun pada perlakuan panas 23, 35, 40, 45, 50, dan 55 °C setelah inkubasi 0, 30, 60, 90, dan 120 menit. Tanda panah menunjukkan hasil setelah inkubasi 120 menit.

Dengan terjadinya denaturasi protein, terjadi kebocoran ion yang terdapat dalam sitoplasma. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya jumlah ion ketika sel dipanaskan pada suhu antara 40-45°C dan 50-55°C. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa sel dalam jaringan daun dapat mempertahankan integritas membran sel sampai suhu 50°C. Respons terhadap cekaman dari organ tanaman pada tahap perkembangan fisiologis tertentu adalah berbeda. Daun muda tidak begitu terpengaruh oleh stres karena memiliki mtNDPK (*mitokondria Nucleoside Diphosphate Kinase*) yang tinggi, fungsi enzim tersebut adalah untuk

merespons fitokrom B, sinyal sinar UV-B (Jenkins 2009), dan respons terhadap hormon (Lee et al. 2007; Lorrain et al. 2008; Akio-kido et al. 2011). Enzim ini juga berperan penting pada awal stres lingkungan sebagai energi cadangan bagi sel dan bioenergetika mitokondria (Trono et al. 2011). Saat tanaman tercekam, kuantitas mtNDPK, tingkat kapasitas respirasi, dan efisiensi fosforilasi oksidatif berkurang seiring bertambahnya umur (Armstrong et al. 2008).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengukuran klorofil fluoresen lebih sensitif sebagai indikator stres daripada pengukuran kebocoran ion dari membran sel, hal ini menunjukkan bahwa membran kloroplas sensitif terhadap stres oksidatif yang dapat menimbulkan kematian sel (Asada 2006; Gill dan Tuteja 2010). *Reactive oxygen intermediates* yang dihasilkan dari transpor elektron fotosintesis dan transfer energi juga memengaruhi perbaikan PSII selama stres (Stirbet 2011; Klughammer dan Ulrich 2008).

Paparan panas pada daun stroberi dapat menyebabkan penurunan efisiensi kuantum dan meningkatnya persentase kebocoran elektrolit dalam sitoplasma ke apoplas. Hal ini disebabkan karena kerusakan membran plasma karena denaturasi protein. Klorofil fluoresensi terbukti lebih cocok untuk deteksi pengaruh cekaman panas pada tahap awal. Tingkat kerusakan dipengaruhi oleh umur fisiologis organ tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Akio-kido E, Pedranne KAB, Jose RCFN et al. 2011. Identification of plant protein kinases in response to abiotic and biotic stresses using SuperSAGE. *Curr Prot Pep Sci* 12: 643-656.
- Armstrong AF, Murray RB, David AD et al. 2008. Dynamic changes in the mitochondrial electron transport chain underpinning cold acclimation of leaf respiration. *Plant Cell Environ* 31: 1156-1169.
- Asada K. 2006. Production and Scavenging of Reactive Oxygen Species in Chloroplasts and Their Functions. *Plant Physiol* 141: 391-396.
- Baker NR. 2008. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. *Ann Rev Pl Biol* 59: 89-113.
- Ehlert B, Hinch DK. 2008. Chlorophyll fluorescence imaging accurately quantifies freezing damage and cold acclimation responses in *Arabidopsis* leaves. *Plant Methods* 4(12): 1-7.
- Fitter A, Hay RKM. 2012. *Environmental Physiology of Plants*. Academic Press, New York.
- Gill SS, Tuteja N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiol Biochem* 48: 909-930.
- Jenkins GI. 2009. Signal transduction in responses to UV-B radiation. *Ann Rev Pl Biol* 60: 407-431.
- Kim TH, Maik B, Hu H et al. 2010. Guard cell signal transduction network: advances in understanding abscisic acid, CO₂, and Ca²⁺ signaling. *Ann Rev Pl Biol* 61: 561-591.
- Klughammer C, Ulrich S. 2008. Complementary PS II quantum yields calculated from simple fluorescence parameters measured by PAM fluorometry and the Saturation Pulse method. *PAM Application Notes* 1: 27-35.
- Kocheva KV, Georgi IG, Valery KK. 2005. A diffusion approach to the electrolyte leakage from plant tissues. *Physiologia Plantarum* 125:1-9.
- Kotak S, Larkindale J, Lee U et al. 2007. Complexity of the heat stress response in plants. *Curr Op Pl Biol* 10: 310-316.
- Lee D, Nagib A, Sang-Hoon L et al. 2007. A proteomic approach in analyzing heat-responsive proteins in rice leaves. *Proteomics* 7: 3369-3383.
- Lorrain S, Trudie A, Paula DD et al. 2008. Phytochrome-mediated inhibition of shade avoidance involves degradation of growth-promoting bHLH transcription factors. *Plant J* 53: 312-323.

- Marques AP, Maria CF, Hubert TW et al. 2005. Cell-membrane damage and element leaching in transplanted *Parmelia sulcata* lichen related to ambient SO₂, temperature, and precipitation. *Environ Sci Technol* 39: 2624-2630.
- Mengistu DK. 2009. The influence of soil water deficit imposed during various developmental phases on physiological processes of tef (*Eragrostis tef*). *Agric Ecosyst Environ* 132: 283-289.
- Mohammed A, Tarpley L. 2009. Impact of high night time temperature on respiration, membrane stability, antioxidant capacity, and yield of rice plants. *Crop Sci* 49: 313-322.
- Ritchie GA. 2006. Chlorophyll Fluorescence: What is it and what do the numbers mean? In: Riley LE, Dumroese RD, Landis TS (eds). National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations-2005. Proc. RMRS-P-43. Fort Collins, CO, USA.
- Stirbet A. 2011. On the relation between the Kautsky effect (chlorophyll a fluorescence induction) and photosystem II: basics and applications of the OJIP fluorescence transient. *J Photochem Photobiol B Biology* 104: 236-257.
- Trono D, Soccio M, Laus MN, Pastore D. 2011. Potassium channel-oxidative phosphorylation relationship in durum wheat mitochondria from control and hyperosmotic-stressed seedlings. *Pl Cell Environ* 34: 2093-2108.
- Xu Z, Zhou G, Han G et al. 2011. Photosynthetic potential and its association with lipid peroxidation in response to high temperature at different leaf ages in maize. *Pl Growth Regulat* 30: 41-50.