

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3248

## **DAMPAK CEKAMAN MUKA AIR TANAH TERHADAP MORFOLOGIS, ANATOMIS DAN FISILOGIS TANAMAN BUNCIS (*Phaseolus vulgaris* *L.*) DI FASE GENERATIF**

*(The Impact of Groundwater Level Stress on the Morphological, Anatomical and  
Physiological of Beans (*Phaseolus Vulgaris L.*) in the Generative Phase*

**Mei Meihana<sup>1\*</sup>, Benyamin Lakitan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi STIPER Sriwigama Jl. Demang IV Palembang

<sup>2</sup>Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Inderalaya

\*Corresponding Authors, Email: [meihana.mei21@gmail.com](mailto:meihana.mei21@gmail.com)

### **ABSTRACT**

Land conversion activities have reduced the availability of dry land for vegetable cultivation, therefore optimization of wetlands needs to be done. One of the potential wetlands is riparian wetlands. This study aims to determine the morphological, anatomical and physiological effects of shallow water table stress and waterlogging on beans in riparian wetlands. The research was conducted from October 2017 to January 2018 in experimental ponds located in the Demang Lebar Daun Village, Palembang and at the Postgraduate Integrated Laboratory, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, Palembang. The study used a randomized block design (RBD) with control treatment (not soaked), M-13 (Water table at 13 cm below the soil surface), M-8 (Water table at 8 cm below the soil surface), M-3 (Water table at 3 cm below the soil surface) and WL+2 (waterlogging at 2 cm above ground level). Each treatment was repeated 3 times. The results showed that water table at 3 cm below the soil surface and waterlogging increased proline content but decreased chlorophyll content, relative leaf expansion rate (RLER), specific leaf fresh weight (SLFW), and specific leaf water content (SLWC). Root tissue was formed one day after the treatment. Beans treated with water table at 3 cm below the soil surface and waterlogging were only able to survive for 6 days. Beans are the adaptive plant to water table of more than 3 cm under the soil surface and has prospects for development in riparian wetland.

**Keywords:** adaptation, beans, hypoxia, riparian wetlands

### **ABSTRAK**

Kegiatan alih fungsi lahan yang terjadi sampai saat ini menyebabkan ketersediaan lahan kering untuk budidaya sayuran semakin berkurang oleh karena itu optimalisasi lahan basah perlu dilakukan. Salah satu lahan basah yang potensial adalah lahan rawa lebak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak morfologis, anatomis dan fisiologis cekaman muka air tanah dangkal dan genangan terhadap tanaman buncis di lahan rawa lebak. Penelitian dilaksanakan pada Oktober 2017 sampai dengan Januari 2018 di kolam percobaan yang berlokasi di Kelurahan Demang Lebar Daun Palembang dan di Laboratorium Terpadu Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Palembang. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan kontrol (tidak direndam), M-13 (MAT 13 cm di bawah permukaan tanah), M-8 (MAT 8 cm di bawah permukaan tanah), M-3 (MAT 3 cm di bawah permukaan tanah) dan WL+2 (genangan 2 cm di atas permukaan tanah). Setiap perlakuan

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3248

diulang 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cekaman MAT dengan kedalaman 3 cm di bawah permukaan tanah dan genangan meningkatkan kandungan prolin tetapi menurunkan kandungan klorofil, laju perluasan daun relatif (RLER), berat segar daun spesifik (SLFW), dan kandungan air daun spesifik (SLWC). Jaringan akar terbentuk sejak satu hari setelah perlakuan diberikan. Tanaman buncis yang mengalami MAT dengan kedalaman 3 cm di bawah permukaan tanah dan genangan hanya mampu hidup selama 6 hari. Sementara tanaman buncis yang diberi perlakuan kedalaman MAT di atas 3 cm menunjukkan kemampuan untuk terus bertahan dan berhasil pulih. Tanaman buncis merupakan tanaman yang adaptif terhadap kondisi kedalaman MAT lebih dari 3 cm di bawah permukaan tanah dan berpeluang untuk dikembangkan di lahan rawa lebak.

**Kata kunci:** adaptasi, buncis, hipoksia, lahan rawa lebak

## PENDAHULUAN

Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) merupakan salah satu jenis komoditi sayuran yang disukai oleh masyarakat Indonesia. Selain memiliki nilai ekonomi yang tinggi, buncis diketahui memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap. Setiap 100 gram buncis mengandung 35 kalori, 2,4 g lemak, 7,7 g karbohidrat, 65 mg kalsium, 44 mg fosfor, 1,1 mg besi, 630 SI vitamin A, 0,08 mg vitamin B1, 19 mg vitamin C dan 88,9 g air (Amin, 2014).

Di Indonesia, tanaman buncis biasanya banyak dibudidayakan di lahan kering. Kegiatan alih fungsi lahan yang terjadi sampai saat ini menyebabkan ketersediaan lahan kering untuk budidaya sayuran semakin berkurang. Hal ini menyebabkan optimalisasi lahan basah perlu dilakukan salah satunya adalah lahan rawa lebak. Lahan rawa diketahui banyak tersebar di wilayah Indonesia terutama di Pulau Sumatera dan Kalimantan. Menurut Lakitan *et al.* (2018a) sebagian besar lahan rawa non-pasang surut yang ada Sumatera Selatan adalah lahan rawa lebak.

Lahan lebak digolongkan sebagai lahan suboptimal. Perlu beberapa upaya ekstra

yang harus dilakukan dalam rangka meningkatkan kesesuaian lahan ini untuk produksi pertanian dan pangan. Banjir musiman (dan juga tak terduga) yang panjang telah dianggap sebagai kendala utama dalam pengelolaan lahan lebak untuk pertanian yang produktif (Lakitan *et al.*, 2018b).

Penyebab banjir diantaranya karena curah hujan yang tinggi. Naiknya muka air tanah akibat curah hujan tinggi menyebabkan budidaya tanaman sayuran setelah panen padi beresiko mengalami muka air tanah dangkal dan genangan. Muka air tanah dangkal dan genangan menyebabkan tanaman mengalami kekurangan oksigen. Kondisi ini akan berdampak pada pertumbuhan dan produksi tanaman.

Pada kondisi tak optimal tanaman melakukan bermacam adaptasi untuk dapat bertahan hidup diantaranya adaptasi morfologi, anatomi dan fisiologi (Ashraf *et al.*, 2012). Adaptasi morfologi berupa pembentukan hipertrofi lentisel dan akar adventif. Hipertrofi lentisel berfungsi sebagai fasilitator untuk memelihara keseimbangan air dalam tanaman dan jalan masuknya oksigen ke sistem perakaran

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3248

tanaman dan banyak terbentuk dibagian batang yang berada di bawah permukaan air (Ashraf, 2009). Akar adventif terbentuk pada bagian batang tanaman yang tergenang dan menggantikan fungsi akar yang lama. Jika akar adventif muncul dan tumbuh mendekati permukaan air, maka oksigen akan lebih tersedia bagi akar adventif tersebut (Rich *et al.*, 2011).

Adaptasi anatomi berupa terbentuknya jaringan aerenkim pada akar. Fungsi utama aerenkima adalah sebagai saluran oksigen yang menghubungkan pucuk tanaman dengan akar (Teakle *et al.*, 2011). Aerenkim primer terbagi ke dalam dua macam aerenkim Skizogenous dan aerenkim Lysigenous sedangkan aerenkim sekunder terbagi menjadi korteks sekunder berpori dan phellem aerenchymatous (Takahashi *et al.*, 2014).

Adaptasi metabolik pada tanaman melalui peningkatan produksi prolin dalam jaringan daun. Biasanya prolin diakumulasi di dalam daun muda (Claussen, 2005; Zegaoui *et al.*, 2017). Akumulasi prolin di dalam sel menyebabkan potensi osmotik sel menurun, sehingga meningkatkan kapasitas sel untuk mempertahankan turgiditas (Turner, 2018). Turgiditas sel sangat penting untuk fotosintesis, aktivitas enzim dan pembesaran sel (Claussen, 2005).

Beberapa penelitian mengenai dampak kekurangan oksigen akibat genangan air terhadap pertumbuhan tanaman sayuran telah dilakukan. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa cekaman genangan air (waterlogging) menyebabkan penurunan panjang daun, luas daun dan akumulasi biomassa pada tomat (*Solanum lycopersicum*) (Seng, 2014); menekan pertumbuhan dan

menyebabkan kehilangan hasil pada canola (*Brassica napus* L.) (Xu *et al.*, 2015);, mengurangi laju fotosintesis, transpirasi, kandungan klorofil dan pati pada kacang gude (*Cajanus cajan*) (Bansal *et al.*, 2015).

Sebagian besar penelitian mengungkapkan tentang dampak kondisi genangan terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa tanaman sayuran. Sedangkan informasi mengenai respon tanaman sayuran terhadap berbagai kondisi muka air tanah belum banyak dilaporkan. Kebaruan penelitian ini adalah meneliti mengenai respon morfologis, anatomis dan fisiologis tanaman buncis dibawah **cekaman berbagai tinggi muka air tanah** sebagai representasi kondisi lahan rawa lebak. Sehubungan dengan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai dampak cekaman berbagai tinggi muka air tanah terhadap morfologis, anatomis dan fisiologis tanaman buncis di fase generatif.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di kolam percobaan yang berlokasi di Kelurahan Demang Lebar Daun, Palembang dan di Laboratorium Terpadu Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Sriwijayabulan Oktober 2017 sampai dengan bulan Januari 2018.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri dari perlakuan kontrol (tidak direndam), M-13 (muka air tanah 13 cm di bawah permukaan tanah), M-8 (muka air tanah 8 cm di bawah permukaan tanah), M-3 (muka air tanah 3 cm di bawah permukaan tanah) dan WL+2 (genangan 2 cm di atas permukaan tanah). Setiap perlakuan diulang 3 kali. Data akan

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3248

dianalisis dengan menggunakan metode *Analysis of Variance* (ANOVA) dan perlakuan yang berpengaruh nyata atau sangat nyata akan diuji lanjut dengan uji BNT 5 %.

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi benih tanaman buncis perdu varietas PV 072, tanah rawa lebak, sekam, arang sekam, kompos, pupuk NPK, pestisida, Ninhydrin, Orthophosphoric Acid 6 M, Acetic Acid Glacial, Toluene, dan D-prolin (standart prolin). Alat yang digunakan terdiri dari bak semen, polybag ukuran 40x50 cm, kamera digital, timbangan analitik, *chlorophyll meter* (konica Minolta SPAD-502 Plus), oven, kertas saring, aquadest, aluminium foil, *falcon tube*, mikropipet, *blue tip*, vortex, *waterbath*, *ice box*, spektrofotometer, dan mikroskop Trinokular (OptiLab).

Media tanam berupa campuran tanah rawa lebak+pupuk kandang+sekam dengan perbandingan 1:1:1 (v:v:v) dimasukkan ke dalam polybag berukuran 40 cm x 40 cm. Setelah dibiarkan seminggu media siap ditanami.

Benih buncis terlebih dahulu direndam di dalam air lalu dikecambahkan di atas kain basah sampai muncul bakal akarnya. Benih yang telah keluar bakal akar ditanam ke dalam polybag. Tanaman terus dipelihara hingga tanaman memasuki stadia generatif. Setelah memasuki stadia generatif yang ditandai 50 % bunga pertama sudah muncul, tanaman dimasukkan ke dalam bak perlakuan, lalu bak diisi air sesuai dengan ketinggian muka air tanah yang telah ditentukan yaitu 13 cm, 8 cm, 3 cm di bawah permukaan media dan 2 cm di atas permukaan media. Untuk menghindari kemelimpahan air karena air hujan, maka dinding bak dilobangi sesuai dengan

ketinggian muka air masing-masing perlakuan.

Fokus penelitian ini adalah untuk menganalisa kemampuan tanaman buncis beradaptasi pada kondisi cekaman air dengan menggunakan 6 indikator yakni kandungan prolin, kandungan klorofil, pembentukan jaringan aerenkhima di akar, Laju Perluasan Daun Relatif (RLER), Berat Segar Daun Spesifik (SLFW), dan Kandungan Air Daun Spesifik (SLWC). RLER, SLFW dan SLWC diukur dengan menggunakan formula:

$$\text{LER}_{\text{relative}}(\text{cm}^2/\text{cm}^2) = \frac{1}{\text{LA}_i} \frac{\Delta (\text{LA}_{i+3} - \text{LA}_i)}{\Delta t}$$

$$\text{SLFW} (\text{mg}/\text{cm}^2) = \frac{\text{FW}}{\text{LA}}$$

$$\text{SLWC} (\text{mg}/\text{cm}^2) = \frac{\text{FW} - \text{DW}}{\text{LA}}$$

Keterangan : LA = luas daun;  $\text{LA}_i$  = luas daun awal;  $\text{LA}_{i+3}$  = luas daun hari ke-3;  $\Delta t$  = selisih waktu pengukuran; FW = berat segar daun; DW = berat kering daun

Analisis prolin dilakukan di Laboratorium dengan mengacu pada metode Bates (1973). Daun yang akan dianalisis diambil dari tanaman sampel di setiap perlakuan dalam setiap ulangan. Daun yang diambil adalah daun yang masih muda. Sebelum dianalisis daun dibersihkan dengan air terlebih dahulu. Analisis kandungan klorofil daun diukur dengan menggunakan alat *chlorophyll meter* (konica Minolta SPAD-502 Plus). Pengamatan RLER dilakukan pada sebelum, selama dan setelah perlakuan diberikan. Luas daun buncis diukur dengan menggunakan formula luas daun buncis

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3248

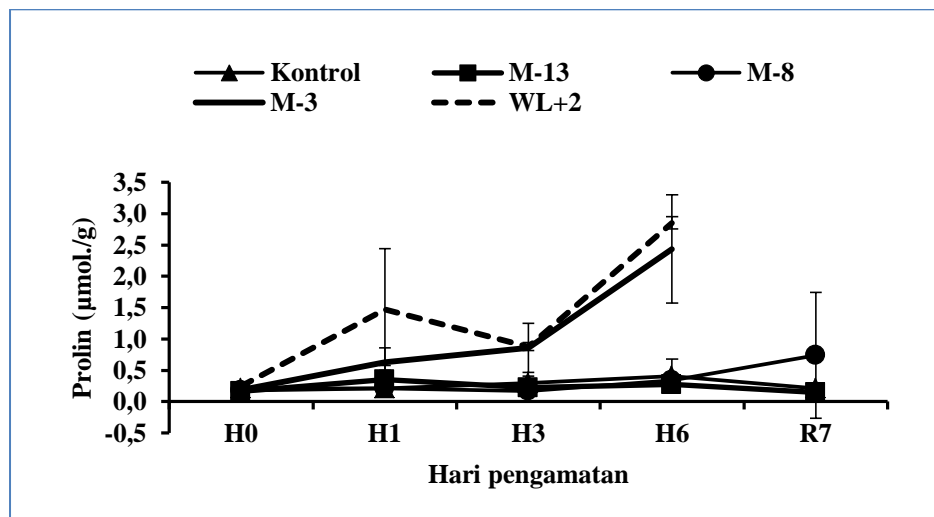
Lakitan *et al.* (2017). Pengukuran SLFW, SLWC, analisis prolin dan analisis kandungan klorofil dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu pada saat perlakuan dimulai (H0), satu hari setelah perlakuan diberikan (H1), tiga hari setelah perlakuan diberikan (H3), enam hari setelah perlakuan diberikan (H6) dan pada masa pemulihan (R7).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Prolin

Pada perlakuan genangan kandungan prolin daun buncis sudah mengalami peningkatan sejak hari pertama, namun sedikit mengalami penurunan pada hari ke tiga dan meningkat kembali pada hari ke enam

(Gambar 1). Sedangkan pada perlakuan muka air tanah dengan kedalaman 3 cm di bawah permukaan media, kandungan prolin daun terus mengalami peningkatan hingga hari ke enam. Pada penelitian ini ditemukan bahwa tanaman buncis yang mengalami genangan dan muka air tanah dangkal dengan kedalaman 3 cm di bawah permukaan media hanya mampu hidup selama 6 hari sejak perlakuan diberikan dan akhirnya mengalami kematian (garis terputus pada Gambar 1). Sementara tanaman buncis yang diberi perlakuan kedalaman muka air tanah di atas 3 cm menunjukkan kemampuan untuk terus bertahan dan berhasil *recovery* hingga hari ke tujuh setelah perlakuan dihentikan (R7).



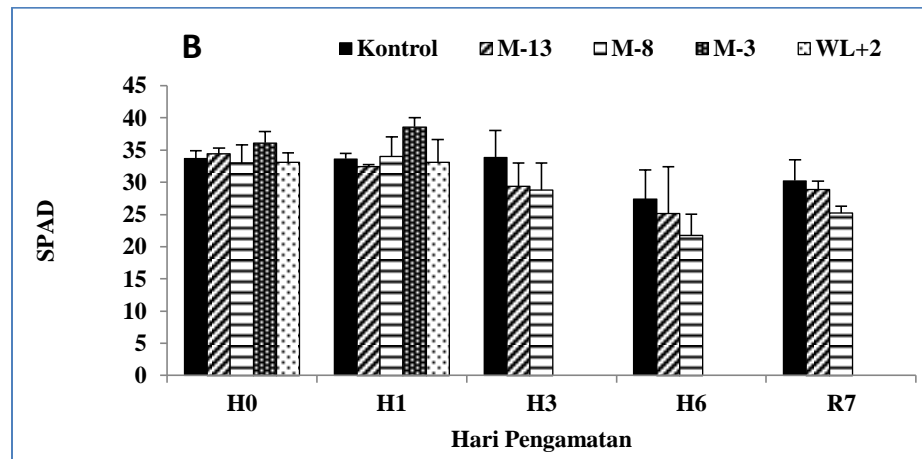
**Gambar 1.** Kandungan prolin pada daun buncis pada saat perlakuan di mulai (H1), 1 hari setelah perlakuan diberikan (H1), 3 hari setelah perlakuan diberikan (H3), 6 hari setelah perlakuan diberikan (H6) dan pada masa pemulihan (R7). Garis vertikal merupakan standar deviasi.

### Kandungan Klorofil

Kandungan klorofil daun pada H0 dan H1, menunjukkan tren yang sama antar perlakuan, namun pada hari ke tiga, ke enam

dan pada masa pemulihan kandungan klorofil daun pada perlakuan genangan sudah tidak bisa diukur lagi karena daun tanaman sudah mengalami layu (Gambar 2).

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3248

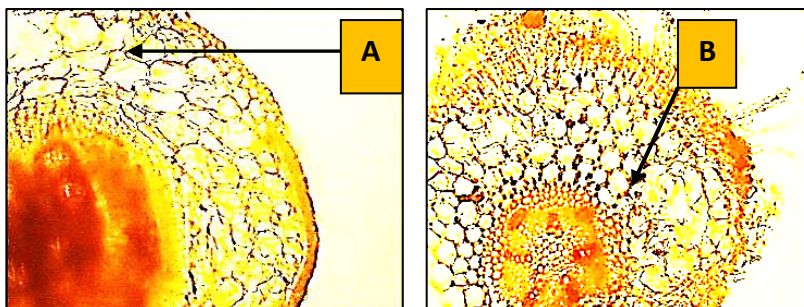


**Gambar 2.** Kandungan klorofil daun buncis pada beberapa muka air tanah dan genangan pada saat perlakuan dimulai (H0), 1 hari setelah perlakuan diberikan (H1), 3 hari setelah perlakuan diberikan (H3), 6 hari setelah perlakuan diberikan (H6) dan pada masa pemulihan (R7). Garis vertikal merupakan standar deviasi.

### Pembentukan jaringan aerenkhima akar

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap jaringan akar tanaman buncis, ditemukan bahwa pada kondisi genangan dan

muka air tanah dangkal 3 cm di bawah permukaan media, terlihat adanya pembentukan jaringan aerenkhima sejak satu hari perlakuan diberikan (Gambar 3).



**Gambar 3.** Jaringan aerenkhima akar buncis (A) pada perlakuan genangan (WL+2 cm) dan (B) pada perlakuan muka air tanah 3 cm di bawah permukaan tanah (M-3).

### Laju Perluasan Daun Relatif (RLER)

Sinyal yang paling sensitif untuk menunjukkan stres hipoksia pada tanaman terjadi pada organ daun. Kondisi hipoksia pada muka air tanah dangkal memicu perubahan morfologi tanaman seperti penurunan luas daun, mengurangi tingkat

ekspansi daun, dan mengurangi kadar air daun (Ashraf, 2012; Aldana *et al.*, 2014).

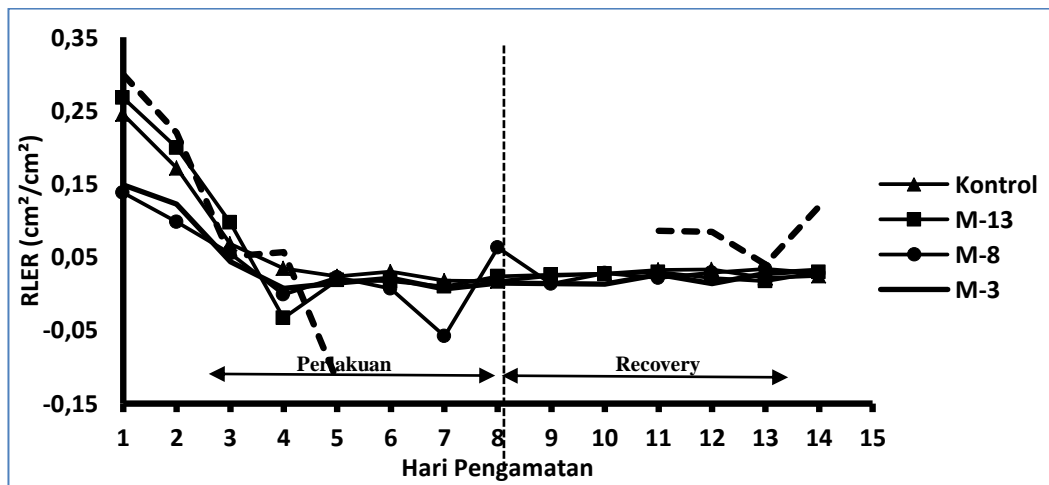
Berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa muka air tanah dangkal 3 cm dari permukaan media dan genangan menekan laju perluasan daun relatif (RLER) (Gambar 4). Secara umum RLER memperlihatkan

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3248

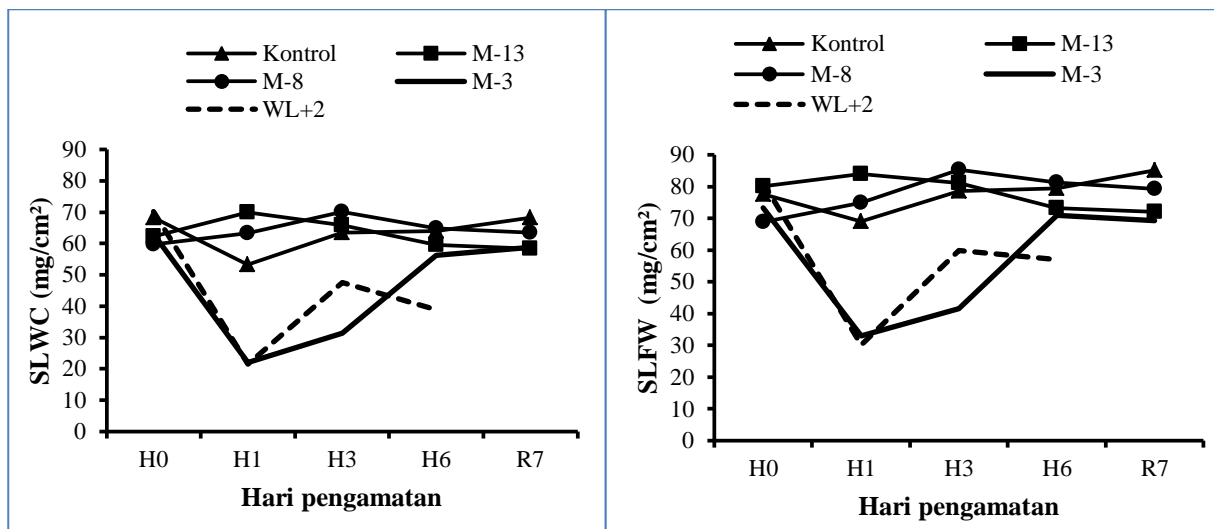
kecenderungan menurun dengan bertambahnya usia daun.

Data yang diperoleh menunjukkan bahwa meskipun RLER memiliki kecenderungan yang sama untuk semua

perlakuan namun selama enam hari perlakuan diberikan, perlakuan muka air tanah dangkal dan genangan memiliki laju perluasan daun yang lebih tinggi dari kontrol.



**Gambar 4.** Laju pertambahan luas daun relatif (RLER) buncis pada muka air tanah dangkal dan genangan. Garis vertikal putus-putus merupakan awal masa pemulihan.



**Gambar 5.** SLWC dan SLFW daun buncis pada kondisi muka air tanah dangkal dan tergenang. Pada hari ke enam genangan (WL+2) menyebabkan daun tanaman layu dan mati.

Penelitian ini menemukan bahwa perlakuan genangan dan muka air tanah pada

kedalaman 3 cm di bawah permukaan media menyebabkan SLFW dan SLWC daun buncis

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3248

lebih rendah dari kontrol dan perlakuan lainnya (Gambar 5).

Tanaman buncis menunjukkan respon yang sensitif terhadap kondisi tergenang. Pada hari ke enam daun tanaman buncis mengalami layu dan mati (garis hitam putus-putus pada Gambar 4) dan baru pada hari ke tiga setelah perlakuan dihentikan (masapemulihan) daun-daun muda baru tumbuh kembali

### **Kandungan Prolin**

Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan muka air tanah 3 cm di bawah permukaan tanah dan tergenang meningkatkan akumulasi prolin pada daun buncis. Akumulasi tertinggi terjadi pada hari ke 6 setelah perlakuan di mulai (H6). Tingginya kandungan prolin menunjukkan bahwa tanaman dalam kondisi cekaman. Kondisi cekaman memacu tanaman untuk memproduksi prolin di daun. Kishor *et al.* (2015) menyatakan bahwa prolin diakumulasi tanaman baik pada kondisi normal, maupun pada kondisi stres akibat lingkungan yang tidak optimal. Beberapa kondisi tak optimal yang mendorong terbentuknya proline seperti kekeringan (dehidrasi), salinitas, tergenang dan temperatur ekstrim (Sarker *et al.*, 2005; Gupta *et al.*, 2014; Fichmann *et al.*, 2015).

Menurut Bhaskara *et al.* (2015) di bawah kondisi stres, senyawa yang paling cepat diakumulasi tanaman adalah prolin karena memiliki daya kelarutan yang tinggi serta mempunyai kompatibilitas tinggi dengan lingkungan sel (Kishor *et al.*, 2015). Produksi prolin pada tanaman merupakan mekanisme penyesuaian osmotik dalam kondisicekaman. Melalui penyesuaian osmotik

tanaman dapat mempertahankan turgiditas sel saat mengalami kekurangan air. Turner (2018) menyatakan bahwa potensi osmotik sel menurun akibat akumulasi prolin di dalam sel sehingga meningkatkan kapasitas sel untuk mempertahankan turgiditas. Turgiditas sel sangat penting untuk pembesaran sel, aktivitas enzim dan fotosintesis (Claussen, 2005). Namun pada kondisi tergenang dan kedalaman muka air tanah 3 cm dibawah permukaan media menyebabkan pertumbuhan akar tanaman terganggu. Bahkan pada hari ke enam kondisi akar tanaman sudah sebagian besar mengalami pembusukan sehingga akar tidak dapat melakukan fungsinya dalam menyerap air. Tanaman mengalami layu dan kering dan akhirnya mati. Kondisi berbeda ditemukan pada kedalaman muka air tanah diatas 3 cm ternyata tanaman buncis masih bisa tumbuh dan beradaptasi dan berhasil pulih selama masa *recovery*.

### **Kandungan Klorofil**

Perlakuan muka air tanah dangkal dan genangan menurunkan kandungan klorofil daun. Penyebab penurunan kandungan klorofil adalah akibat pertumbuhan akar yang terganggu selama di bawah kondisi muka air tanah dangkal dan tergenang sehingga menghambat absorpsi air. Respon tanaman terhadap kekurangan air tersebut menyebabkan perubahan pada morfologi dan fisiologi tanaman. Menurut Osakabe *et al.* (2014) dan Fang *et al.* (2015) perubahan morfologi berupa penurunan luas daun, dan perubahan fisiologi berupa peningkatan sensitivitas stomata dan penurunan kapasitas fotosintesis.

Luas daun yang menurun menyebabkan laju fotosintesis per satuan luas



DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3248

daun berkurang. Sebagai respon terhadap kekurangan air stomata akan menutup sehingga menghambat masuknya CO<sub>2</sub> sebagai bahan baku fotosintesis. Kurangnya ketersediaan air dan turunnya laju fotosintesis akan menghambat sintesis klorofil. Hazrati *et al.*, (2016) menemukan bahwa degradasi klorofil akan meningkat saat tanaman mengalami kekurangan air. Kondisi ini menyebabkan kandungan klorofil menurun dengan semakin lama tanaman mengalami cekaman muka air tanah dangkal dan genangan.

#### **Pembentukan jaringan aerenkhima akar**

Akar sebagai organ tanaman yang berfungsi dalam menyerap air dan unsur hara, sangat responsif terhadap kondisi muka air tanah dangkal dan genangan. Pada kondisi tergenang dan muka air tanah dangkal dengan kedalaman 3 cm di bawah permukaan tanah tanaman buncis membentuk jaringan aerenkim pada akar. Penelitian ini menemukan bahwa dalam kondisi hipoksia akar tanaman buncis membentuk aerenkim tipe lysigenous. Menurut Thomas *et al.* (2005); Jackson and Colmer (2005) dan Takahashi *et al.* (2014) jaringan aerenkim lysigenous terbentuk karena kematian dan meleburnya sel-sel dewasa (Lysigenous). Jaringan aerenkim tersebut mempunyai ruang sel yang besar, sehingga mampu menyimpan udara dan menjamin ketersediaan oksigen bagi aktivitas metabolisme dalam tanaman. Kondisi ini sangat membantu tanaman bertahan dalam kondisi hipoksia (Takahashi *et al.*, 2014).

#### **Laju Perluasan Daun Relatif (RLER)**

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa muka air tanah dangkal 3 cm di bawah permukaan media dan genangan menekan laju

perluasan daun relatif (Gambar 5). Terlihat jelas pada gambar bahwa nilai RLER tanaman yang berada pada muka air tanah 3 cm di bawah permukaan dan genangan lebih rendah dari kontrol. Hal ini menunjukkan kondisi cekaman hipoksia sangat berpengaruh terhadap daun buncis. Daun merupakan organ tanaman yang paling sensitif terhadap cekaman hipoksia. Kondisi hipoksia memaksa tanaman untuk melakukan perubahan morfologi seperti mengurangi tingkat ekspansi daun dan penurunan luas daun (Aldana *et al.*, 2014; Ashraf, 2012; dan Bradford dan Hsiao, 1982). Berbeda dengan tanaman buncis, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa muka air tanah dangkal pada 5 cm and 10 cm di bawah permukaan tanah tidak menekan laju perluasan daun sehingga tidak menghambat pertumbuhan tanaman tomat (Meihana *et al.*, 2017).

#### **Berat segar daun spesifik (SLFW) dan Kandungan air daun spesifik (SLWC)**

Muka air tanah dangkal lebih dari 3 cm di bawah permukaan tanah (atau lebih dalam) tidak menekan laju pertumbuhan daun, namun muka air tanah 3 cm di bawah permukaan tanah (lebih dangkal) dan genangan menyebabkan tertekannya laju pertumbuhan daun tanaman di fase generatif. Semakin tinggi muka air tanah atau semakin dekat muka air tanah dengan permukaan tanah maka semakin sedikit ketersediaan oksigen di daerah perakaran (hipoksia). Bahkan pada kondisi tergenang menyebabkan oksigen tidak tersedia di daerah perakaran tanaman, sehingga tanaman mengalami anoksia. Akibat lain adalah terjadi kerusakan akar sehingga mengganggu fungsi akar dalam menyerap air dan unsur hara. Penekanan terhadap laju

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3248

penyerapan air menyebabkan kandungan air daun (SLWC) dan laju perluasan daun (SLFW) menurun.

Dalam masa pemulihan, akar yang berada di dasar polibag belum mampu menyerap air dengan baik karena akar tersebut mengalami kerusakan selama terpapar muka air tanah dangkal dan genangan. Akibatnya penyerapan air bertumpu pada bagian akar yang tidak terendam dalam air. Kelembaban tanah yang berkurang dan laju transpirasi yang tinggi menyebabkan kadar air pada tanaman, terutama pada daun turun. Menurut Turner (2018), air sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk mempertahankan turgiditas daun. Dalam penelitian ini SLWC buncis menjadi rendah sehingga SLFW menurun.

#### KESIMPULAN

Pada kedalaman muka air tanah di atas 3 cm tanaman buncis memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan cara melakukan perubahan morfologis pada daun, perubahan anatomis pada akar dan perubahan fisiologis melalui peningkatan kandungan prolin di daun. Kemampuan adaptasi ini memungkinkan tanaman buncis untuk dibudidayakan di lahan basah pada saat tinggi muka air tanah di atas 3 cm dari permukaan tanah. Informasi ini membuka peluang untuk mulai mengusahakan tanaman sayuran di lahan basah di wilayah Indonesia khususnya lahan basah di Sumatera Selatan.

#### DAFTAR PUSTAKA

Aldana, F., P.N. Garcia., & G. Fischer. (2014). Effect of waterlogging stress on the growth, development & symptomatology of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) plants. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*

*Exactas, Físicas y Naturales*, 38(149), 393-400.

Amin MN. (2014). *Sukses bertani buncis: sayuran obat kaya manfaat*. Garudhawaca. Jakarta.

Ashraf, M & N.M. Akram. (2009). Improving salinity tolerance of plants through conventional breeding and genetic engineering: An analytical comparison. *Biotechnology Advances*, 27, 744-752.

Ashraf, M. (2012). Waterlogging stress in plants: a review. *African Journal of Agricultural Research*, 7(13), 1976-1981.

Bansal, R., & Srivastava, J. P. (2015). Effect of waterlogging on photosynthetic and biochemical parameters in pigeon pea. *Russian Journal of Plant Physiology*, 62(3), 322-327.

Bates, L.S. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.

Bhaskara, G.B., T.H. Yang., & P.E. Verslues. (2015). Dynamic proline metabolism: importance and regulation in water limited environments. *Frontiers in Plant Science*, 6, 484.

Bradford, K.J & T.C. Hsiao. (1982). Stomatal behavior and water relations of waterlogged tomato plants. *Plant Physiology*, 70(5), 1508-1513.

Claussen, W. (2005). Proline as a measure of stress in tomato plants. *Plant Science*, 168(1), 241-248.

Fang, Y. & Xiong, L. (2015). General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 72(4), 673-689.

Fichman, Y., Gerdes, S.Y., Kovács, H., Szabados, L., Zilberstein, A., & Csonka, L.N. (2015). Evolution of proline

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3248

- biosynthesis:enzymology, ioinformatics, genetics, and transcriptional regulation. *Biological Reviews*, 90(4),1065-1099.
- Gupta, B & Huang, B.(2014). Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. *International Journal of Genomics*, 2014p.
- Hazrati, S., Z. Tahmasebi-Sarvestani., S.A.M. Modarres-Sanavy., A. Mokhtassi-Bidgoli., & S. Nicola.(2016). Effects of water stress and light intensity on chlorophyll fluorescence parameters and pigments of *Aloe vera* L. *Plant Physiology and Biochemistry*,106,141-148.
- Jackson, M.B.& Colmer, T.D. (2005).Response and adaptation by plants to flooding stress. *Annals of Botany*,96(4),501-505.
- Kishor K.,B. Polavarapu., P. Hima Kumari., M.S.L. Sunita.,& N. Sreenivasulu. (2015). Role of proline in cell wall synthesis and plant development and its implications in plant ontogeny. *Frontiers in Plant Science*, 6,544.
- Lakitan, B., L.I. Widuri., & **M. Meihana**. 2017. Simplifying procedure for a non-destructive, inexpensive, yet accurate trifoliate leaf area estimation in snap bean (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Applied Horticulture*,19(1),15-21.
- Lakitan, B., B. Hadi.,S. Herlinda., E. Siaga., L.I. Widuri., K. Kartika., L. Lindiana., Y.Yunindyawati.,& **M. Meihana**. (2018)a. Recognizing farmers' practices and constraints for intensifying rice production at Riparian Wetlands in Indonesia. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*,85,10-20.
- Lakitan, B, A. Alberto., L. Lindiana., K. Kartika., S. Herlinda.,&A. Kurnianingsih. (2018)b. The benefits of biochar on rice growth and yield in tropical riparian wetland, South Sumatera, Indonesia. *CMUJ Natural Sciences*, 17(2),111-126.
- Meihana, M.**, B. Lakitan., Susilawati., M.U. Harun., L.I. Widuri., K. Kartika., E. Siaga., &H. Kriswantoro. (2017). Steady shallow water table did not decrease leaf expansion rate, specific leaf weight, and specific leaf water content in tomato plants. *Australian Journal of Crop Science*,11(12),1635-1641.
- Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K., & L.S.P.Tran. 2014. Response of plants to water stress. *Frontiers in Plant Science*.5:86.
- Rich, S.M., Ludwig M., Pedersen O., &Colmer, T.D. (2011). Aquatic adventitious roots of the wetl and plant *Meionectes brownie* can photosynthesize: implications for root function during flooding. *New Phytologist*. 190:311-319.
- Sarker, B.C., Hara, M., & Uemura, M.(2005). Proline synthesis, physiological responses & biomass yield of eggplants during and after repetitive soil moisture stress. *Scientia Horticulturae*. 103(4):387-402.
- Seng, K. H. (2014). The effects of drought, waterlogging and heat stress on tomatoes (*Solanum lycopersicon* L.) (Doctoral dissertation, Lincoln University).
- Takahashi, H., T. Yamauchi., T.D. Colmer.,&M. Nakazono.(2014). Aerenchyma formation in plants.*In Low-Oxygen Stress in Plants*.247-265. Springer, Vienna.

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3248

- Teakle, N.L., J. Armstrong., E.G. Barrett-Lennard.,& T.D. Colmer.(2011). Aerenchymatous phellem in hypocotyl and roots enables O<sub>2</sub> transport in *Melilotus siculus*. *New Phytologist*.190(2): 340-350.
- Thomas, A.L., S.M.C. Guerreiro.,&L. Sodek.(2005). Aerenchyma formation & recovery from hypoxia of the flooded root system of nodulated soybean. *Annals of Botany*. 96(7): 1191-1198.
- Turner, N. C.(2018).Turgor maintenance by osmotic adjustment: 40 years of progress. *Journal of Experimental Botany*. 69(13): 3223-3233.
- Xu, M., Ma, H., Zeng, L., Cheng, Y., Lu, G., Xu, J., ... & Zou, X. (2015). The effect of waterlogging on yield and seed quality at the early flowering stage in *Brassica napus* L. *Field Crops Research*, 180, 238-245.
- Zegaoui, Z., S. Planchais, C. Cabassa, R. Djebbar, O. A. Belbachir., & P. Carol.(2017).. Variation in relative water content, proline accumulation and stress gene expression in two cowpea landraces under drought. *Journal of Plant Physiology*.218: 26-34.