

Pengaruh Durasi Penggenangan terhadap Pertumbuhan Vegetatif dan Waktu Berbunga Cabai Merah Keriting (*Capsicum annum* (L.) Varietas Jacko

Effect of Flooding Duration on Vegetatif Growth and Flowering Time of *Capsicum annum* (L.) var. Jacko

Nia Nur Insani, Sri Darmanti, Endang Saptiningsih*

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

*Email: saptiningsihe@gmail.com

Diterima 16 Juli 2021 / Disetujui 12 Agustus 2021

ABSTRAK

Cabai merah keriting (*C. annum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang mempunyai nilai ekonomis tinggi. Musim penghujan di Indonesia menyebabkan lahan pertanian tergenang sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen cabai. Tujuan penelitian ini untuk mengkaji pengaruh durasi penggenangan terhadap pertumbuhan vegetatif dan waktu berbunga cabai merah keriting (*C. annum* L.) varietas Jacko. Perlakuan terdiri dari kontrol, penggenangan durasi 1 hari, 3 hari, dan 10 hari. Masing-masing perlakuan menggunakan 5 ulangan. Desain penelitian menggunakan RAL satu faktor yaitu durasi penggenangan. Analisis data setelah perlakuan penggenangan menggunakan uji T taraf signifikansi 5% dan analisis data setelah periode pemulihan 30 hari menggunakan *one-way ANOVA* yang dilanjutkan ke uji LSD taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan panjang akar, jumlah daun, ukuran daun, perubahan warna daun, tinggi tanaman, bobot segar akar, dan bobot segar tajuk tanaman setelah perlakuan penggenangan. Diakhir periode pemulihan terjadi peningkatan pertumbuhan vegetatif pada semua perlakuan. Peningkatan durasi penggenangan menurunkan pertumbuhan vegetatif tanaman dan menunda waktu pembentukan tunas bunga. Pertumbuhan akar dan jumlah daun selama periode pemulihan merupakan faktor penting dalam adaptasi tanaman terhadap penggenangan.

Kata kunci : toleransi; tunas bunga; fase vegetatif; fase reproduktif; adaptasi

ABSTRACT

Capsicum annum L. is a horticultural commodity that has high economic value. The rainy season in Indonesia caused agricultural land to be flooded, which affected chili pepper's growth and yield. The purpose of this study was to examine the effect of flooding duration on vegetative growth and flowering time of *C. annum* L. var. Jacko. The treatments consisted of control, flooding duration of 1 day, three days, and ten days. Each treatment used five replications. The research design used one-factor RAL, namely the duration of flooding. Data analysis after flooding treatment used the T-test with a significance level of 5%, and data analysis after the recovery period used *one-way ANOVA* followed by the LSD test with a significance level of 5%. The results showed a decrease in root length, leaf number, leaf size, leaf color change, plant height, root fresh weight, and shoot fresh weight after flooding treatment. At the end of the recovery period, there was an increase in vegetative growth in all treatments. Increasing the duration of flooding reduces the vegetative growth of plants and delays the time of flower bud formation. Root growth and number of leaves during the recovery period are important factors in plant adaptation to flooding.

Keywords: tolerance; flower buds; vegetative phase; reproductive phase; adaptation

PENDAHULUAN

Cabai merah keriting termasuk komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomis tinggi (Piay *et al.*, 2010). Kebutuhan dan permintaan cabai yang tinggi di pangsa pasar mengakibatkan penanaman cabai dilakukan pada musim kemarau maupun penghujan (Jawal *et al.*, 2015). Saat musim penghujan, lahan pertanian bisa tergenang air hingga enam bulan dan hampir tidak ada kegiatan pertanian yang dilakukan oleh petani selama periode ini (Irmawati *et al.*, 2015). Penanaman cabai di musim penghujan berpeluang tinggi terpapar cekaman genangan, baik durasi pendek maupun durasi panjang yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen cabai. Genangan terjadi ketika curah hujan tinggi dalam jangka waktu lama hingga menyebabkan jumlah air melebihi batas maksimum yang mampu diserap oleh tanah (Hossain dan Uddin, 2011).

Waterlogged merupakan kondisi sistem perakaran tergenang air dalam kondisi *anaerob*, sementara daerah tajuk dalam kondisi *aerob* (Saptiningsih *et al.*, 2019). Penggenangan berdampak pada perubahan fisiko-kimia tanah, terutama potensial redoks, dan kadar O₂ dalam tanah (Ashraf, 2012). Toleransi tanaman terhadap genangan tergantung pada beberapa faktor yaitu: varietas, fase pertumbuhan tanaman dan durasi penggenangan (Susilawati *et al.*, 2011). Cekaman genangan menyebabkan berbagai respon pada tanaman, misalnya: daun gugur, layu, perkembangan aerenkim pada korteks akar, terbentuknya akar adventif, penurunan kandungan pigmen fotosintesis, pertumbuhan tanaman terhambat, dan penurunan biomassa (Avivi *et al.*, 2018). Tanaman yang peka terhadap penggenangan akan merespon dengan menghentikan pertumbuhan hingga kematian, sedangkan tanaman yang toleran akan mengembangkan mekanisme adaptasi serta memacu pertumbuhannya untuk menghindari cekaman (Mickelbart *et al.*, 2015)

Tanaman memiliki toleransi terhadap genangan berbeda-beda, hasil penelitian Permana *et al.* (2018) pada tanaman tebu yang tercekam genangan 3-9 minggu mengakibatkan penurunan jumlah daun, tinggi batang, luas daun, biomassa

tanaman dan terbentuknya akar adventif. Tanaman gandum Jepang yang digenangi 2 hari dilaporkan bahwa pertumbuhan akarnya terhambat (Haque *et al.*, 2012). Raras *et al.* (2021), melaporkan bahwa cekaman genangan 1 hari menurunkan kandungan klorofil a, klorofil b, dan karotenoid pada tanaman *Capsicum frutescens* L. Saptiningsih *et al.* (2015), melaporkan bahwa penggenangan 30 hari menyebabkan terbentuknya akar adventif pada *Widelia trilobata*. Penelitian-penelitian tentang pengaruh durasi penggenangan terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah keriting (*C. annum* L.) varietas Jacko belum banyak dilaporkan. Penggenangan di awal pertumbuhan vegetatif kemungkinan besar mempengaruhi fase pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh durasi penggenangan terhadap pertumbuhan vegetatif dan waktu berbunga cabai merah keriting varietas Jacko.

METODE PENELITIAN

Tanaman cabai merah keriting (*C. annum* L.) varietas Jacko digunakan sebagai bahan penelitian. Penelitian dilaksanakan di greenhouse yang terletak di Dusun Sikebrok, Kelurahan Beji, Ungaran Timur, Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan Departemen Biologi FSM Universitas Diponegoro Semarang.

Tahap awal penelitian adalah penyemaian benih cabai pada media semai yang terdiri dari campuran pasir, sekam dan kompos dengan perbandingan 2:1:1 (v: v; v). Setelah semai berumur 3 minggu dipindahkan ke pot plastik (diameter 20 cm dan tinggi 25 cm) yang berisi media tanam campuran pasir, tanah, sekam, dan kompos dengan perbandingan 2: 2: 1: 1 (v: v: v: v). Perlakuan penggenangan durasi 1 hari, 3 hari, 10 hari dan kontrol (tanpa digenangi) dilakukan setelah tanaman berumur 5 minggu (awal fase vegetatif). Pot perlakuan dimasukkan ke dalam kontainer plastik (diameter 50 cm, tinggi 30 cm) kemudian diisi air hingga mencapai tinggi \pm 5 cm diatas permukaan media tanam. Penggenangan diakhiri sesuai masing-masing perlakuan durasi penggenangan dengan cara pot perlakuan dikeluarkan dari kontainer plastik dan tanaman dibiarkan tumbuh dalam periode pemulihan selama

1 bulan. Pengamatan variabel penelitian dilakukan setelah durasi penggenangan dan setelah periode pemulihan. Variabel penelitian meliputi: panjang akar (ditentukan berdasarkan panjang akar lateral terpanjang), panjang daun, jumlah daun, warna daun (berdasarkan bagan warna daun/BWD), bobot segar akar, bobot segar tajuk, tinggi tanaman, dan waktu berbunga. Perawatan tanaman setelah perlakuan penggenangan meliputi: penyiraman, pemupukan dan pemberian pestisida. Penentuan waktu berbunga (0 hari setelah tanaman sampai munculnya tunas bunga) dilakukan setelah tanaman memasuki awal fase reproduktif.

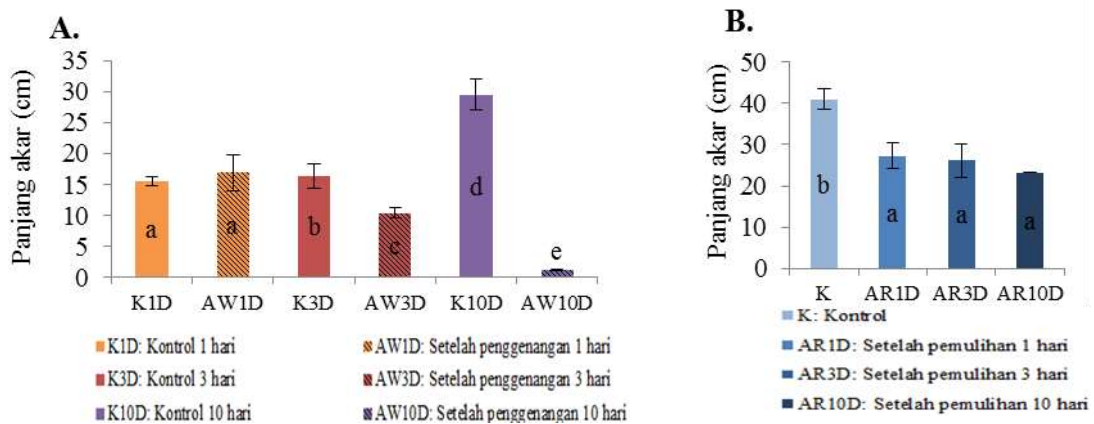
Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor yaitu durasi penggenangan meliputi penggenangan 1 hari, 3 hari, 10 hari dan kontrol. Setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 5 kali sehingga terdapat 20 unit perlakuan. Digunakan Uji T untuk menganalisis data setelah penggenangan dan data setelah periode pemulihan dianalisis dengan *one-way ANOVA* dan uji LSD dengan taraf signifikansi 5%. Semua analisis data diproses menggunakan SPSS 22.0

HASIL DAN PEMBAHASAN

Panjang akar

Penggenangan durasi 1 hari tidak berpengaruh terhadap panjang akar tanaman (Gambar 1A). Terjadi penurunan panjang akar

sebesar 37% pada durasi penggenangan 3 hari dan 96% pada durasi penggenangan 10 hari (Gambar 1A). Panjang akar pada perlakuan penggenangan setelah periode pemulihan lebih rendah dibanding kontrol, namun diantara durasi penggenangan 1 hari, 3 hari, dan 10 hari tidak menunjukkan perbedaan (Gambar 1B). Terhambatnya pertumbuhan akar selama penggenangan karena kondisi hipoksia di dalam tanah. Kondisi ini mengakibatkan tanaman melakukan respirasi anaerob yang menghasilkan alkohol sehingga menginduksi plasmolisis dan kerusakan akar (Ashraf, 2012). Beberapa tanaman dilaporkan juga mengalami penurunan panjang akar selama penggenangan. Hapsari & Edie (2010), melaporkan bahwa penggenangan pada tanaman kedelai menyebabkan panjang akar mengalami penurunan. Pada tanaman jagung yang tercekam genangan juga dilaporkan terjadi kerusakan sel akar karena kondisi hipoksia pada bagian kortek (Geisler-lee *et al.*, 2010). Banyaknya kerusakan akar akibat cekaman genangan memacu terbentuknya akar adventif yang menggantikan fungsi akar utama (Nurbaiti *et al.*, 2012). Pembentukan akar adventif terjadi pada perlakuan penggenangan 10 hari. Menurut pendapat Striker (2012), tanaman dianggap toleran terhadap genangan apabila dapat tumbuh dengan baik selama fase pemulihan. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan akar terjadi pada semua perlakuan selama fase pemulihan.



Gambar 1. Panjang akar. (A) setelah durasi penggenangan, huruf yang berbeda pada histogram yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada Uji T. (B) setelah periode pemulihan, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada uji LSD. Nilai angka adalah Mean \pm SE ($n = 5$).

Warna daun

Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan penggenangan durasi 1 hari dan 3 hari tidak berpengaruh terhadap warna daun, namun skala warna daun 2 terjadi pada durasi penggenangan 10 hari (Gambar 2A). Intensitas warna daun berkorelasi positif dengan kandungan klorofil (Erythrina, 2016). Pada penelitian ini warna daun berubah kemungkinan karena kandungan pigmen fotosintesis mengalami penurunan selama tercekam genangan. Menurut Park *et al.* (2020) dan Ulya *et al.* (2020), cekaman abiotik berpengaruh terhadap kandungan pigmen fotosintesis. Penggenangan menyebabkan akumulasi ROS dan peningkatan aktivitas enzim chlorophyllase yang menginduksi kerusakan pigmen (Ella *et al.*, 2003). Beberapa penelitian mendukung hasil dari penelitian ini terkait penurunan kandungan klorofil akibat cekaman

genangan. Lestari *et al.* (2019) melaporkan bahwa cekaman genangan dapat menurunkan kandungan klorofil pada tanaman kacang hijau. Cekaman genangan juga menurunkan kandungan pigmen fotosintesis pada tanaman *Capsicum frutescens* L. (Raras *et al.*, 2021). Setelah periode pemulihan, warna daun tanaman kontrol, durasi penggenangan 1 hari, dan 3 hari tidak berbeda yaitu pada skala 4, sedangkan pada tanaman durasi 10 hari berubah menjadi skala 3 (Gambar 2B). Menurut Raras *et al.* (2021), tanaman dapat melakukan adaptasi terhadap cekaman genangan dengan meningkatkan aktivitas antioksidan agar kerusakan pigmen fotosintesis dan aktivitas ROS dapat ditekan. Pada penelitian ini kemungkinan tanaman dapat meningkatkan aktivitas antioksidan di organ daun selama periode pemulihan sehingga kandungan pigmen fotosintesis dapat meningkat diakhir periode pemulihan.



Gambar 2. Warna daun. (A) setelah durasi penggenangan dan (B) setelah periode pemulihan.

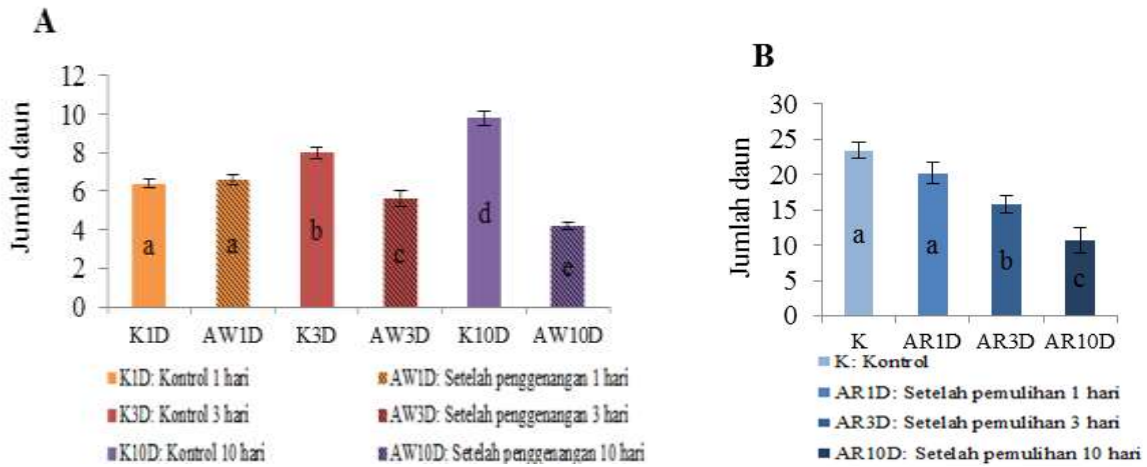
Jumlah daun dan panjang daun tanaman

Penggenangan durasi 1 hari tidak berpengaruh terhadap jumlah daun, panjang daun dan lebar daun tanaman, namun variabel-variabel tersebut mengalami penurunan secara signifikan pada durasi penggenangan 3 hari dan 10 hari (Gambar 3A, 4A & 5A). Guang *et al.* (2012), melaporkan bahwa pada tanaman kapas yang tercekam genangan mengalami penurunan ukuran daun. Penurunan ukuran daun juga terjadi pada tanaman tebu yang tercekam genangan (Permana *et al.*, 2018). Susilawati *et al.* (2012a), menyatakan semakin lama durasi penggenangan

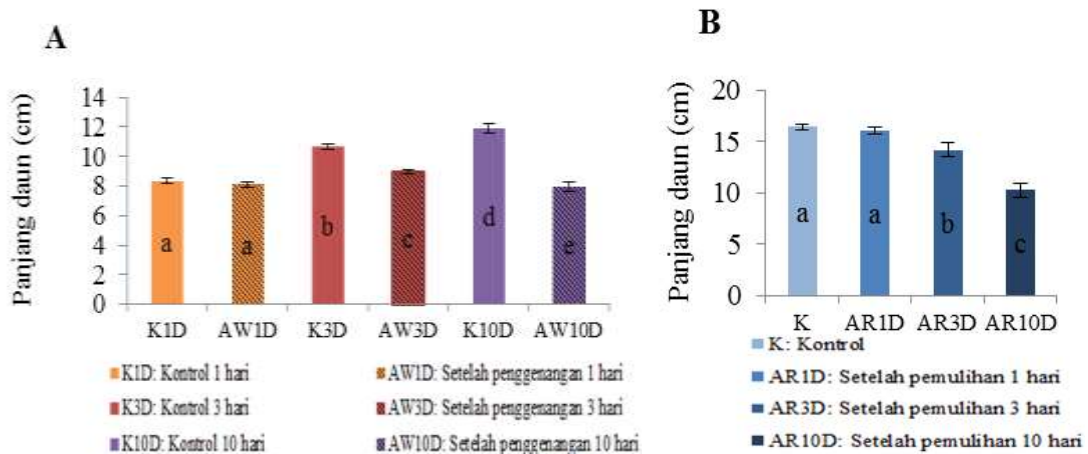
mengakibatkan perkembangan akar terhambat sehingga proses penyerapan hara dan air menurun. Kondisi ini mengakibatkan suplai air dan hara ke tajuk berkurang sehingga terjadi kelayuan tajuk. Layu permanen menyebabkan daun mati dan gugur sehingga menurunkan jumlah daun (Jaiswal & Srivastava, 2015). Terhambatnya pertumbuhan akar juga mengakibatkan daya dukung terhadap pertumbuhan tajuk menurun sehingga mempengaruhi ukuran daun. Menurut Hopkins & Huner (2009), cekaman genangan akan menurunkan konsentrasi sitokinin pada pembuluh xilem yang mengakibatkan penurunan ukuran daun. Pada akhir periode pemulihan, jumlah daun,

panjang daun dan lebar daun semua perlakuan mengalami peningkatan (Gambar 3B dan 4B). Pertumbuhan daun tanaman setelah periode pemulihan terjadi karena terbentuknya akar baru selama fase pemulihan. Pertumbuhan akar akan mendukung pertumbuhan tajuk. Pada tanaman jarak pagar juga dilaporkan terjadi peningkatan jumlah daun dan luas daun setelah fase pemulihan

(Verma et al., 2014). Pertumbuhan akar dan daun juga terjadi pada tanaman kacang hijau setelah fase pemulihan (Lestari et al., 2019). Menurut Susilawati et al. (2010), salah satu parameter yang menggambarkan proses pemulihan pertumbuhan setelah cekaman penggenangan adalah pertumbuhan daun tanaman.



Gambar 3. Jumlah daun. (A) setelah durasi penggenangan, huruf yang berbeda pada histogram yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada Uji T. (B) setelah periode pemulihan, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada uji LSD. Nilai angka adalah Mean \pm SE ($n = 5$).



Gambar 4. Panjang daun. (A) setelah durasi penggenangan, huruf yang berbeda pada histogram yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada Uji T. (B) setelah periode pemulihan, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada uji LSD. Nilai angka adalah Mean \pm SE ($n = 5$).

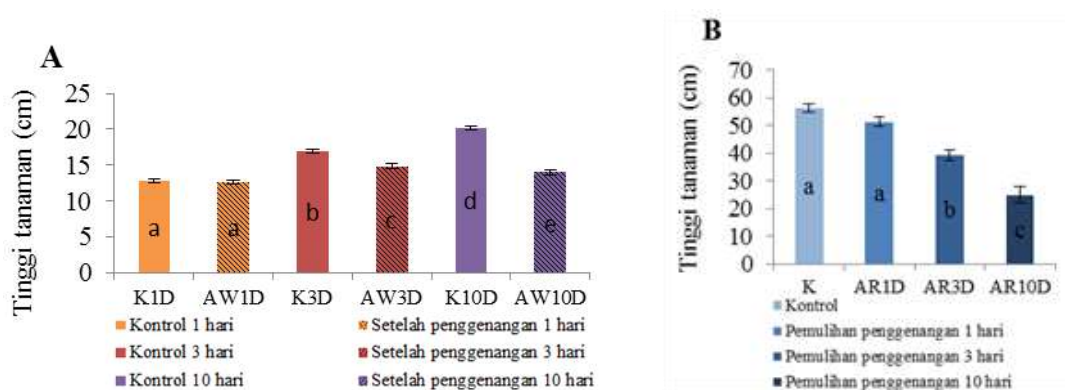
Tinggi tanaman

Durasi penggenangan 1 hari tidak mempengaruhi variabel tinggi tanaman, namun terjadi penurunan yang signifikan sebesar 13%

pada penggenangan 3 hari dan 31% pada penggenangan 10 hari (Gambar 6A). Peningkatan durasi penggenangan akan meningkatkan kondisi anaerob pada sistem perakaran tanaman. Kondisi anaerob akan menekan ketersediaan energi dan

fungsi akar dalam penyerapan hara dan air sehingga mengakibatkan penurunan pertumbuhan tajuk meliputi jumlah daun, ukuran daun dan warna daun yang menggambarkan berkurangnya kandungan klorofil. Terhambatnya pertumbuhan tajuk akan mengakibatkan produksi fotoasimilat juga menurun sehingga menghambat proses pembelahan sel dan pemanjangan sel di daerah meristem pucuk. Kondisi ini kemungkinan menyebabkan penurunan tinggi tanaman pada penggenangan 3 hari dan 10 hari. Beberapa tanaman dilaporkan mengalami penurunan tinggi tanaman setelah mengalami durasi cekaman penggenangan. Cekaman penggenangan 6 hari mengakibatkan penurunan tinggi kacang hijau (Amin *et al.*, 2017). Pada tanaman sorgum dilaporkan bahwa semakin lama durasi penggenangan menurunkan tinggi tanaman dan tinggi tanaman mengalami penurunan sebesar 18-

20% setelah penggenangan 12 hari (Promkhambut *et al.*, 2010). Pada akhir periode pemulihan, tinggi tanaman seluruh perlakuan mengalami peningkatan. Tinggi tanaman pada perlakuan penggenangan 1 hari tidak berbeda secara signifikan dengan kontrol, namun terjadi perbedaan yang signifikan pada penggenangan 1 hari, 3 hari dan 10 hari (Gambar 5B). Pertumbuhan akar selama periode pemulihan, terutama tumbuhnya akar adventif pada penggenangan 10 hari akan mendukung pertumbuhan tajuk dan proses fotosintesis di daun yang selanjutnya mendukung peningkatan tinggi tanaman. Sementara itu, Perbedaan pertumbuhan tajuk meliputi jumlah daun, warna daun dan ukuran daun (panjang daun) kemungkinan menyebabkan perbedaan tinggi tanaman diantara perlakuan penggenangan.



Gambar 5. Tinggi tanaman. (A) setelah durasi penggenangan, huruf yang berbeda pada histogram yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada Uji T. (B) setelah periode pemulihan, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada uji LSD. Nilai angka adalah Mean \pm SE ($n = 5$).

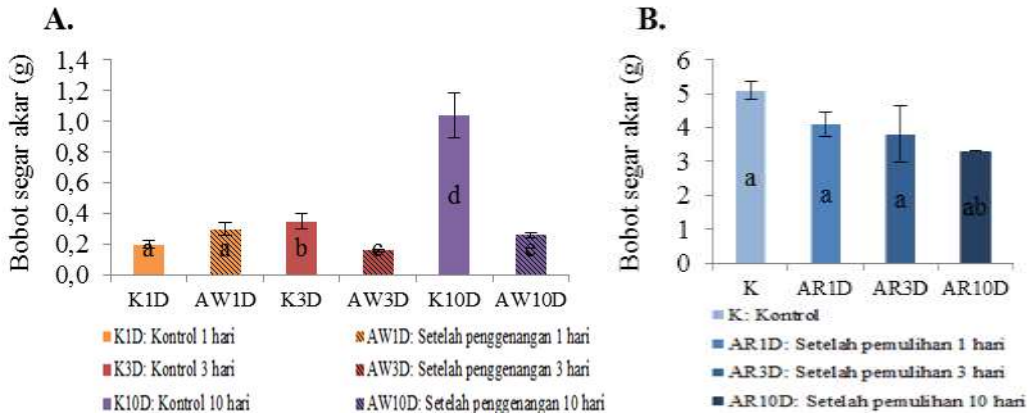
Bobot segar akar dan tajuk tanaman

Penggenangan durasi 1 hari tidak berpengaruh terhadap bobot segar akar, namun terjadi penurunan yang signifikan pada penggenangan durasi 3 hari dan 10 hari (Gambar 6A). Penggenangan berpengaruh terhadap bobot segar tajuk tanaman (Gambar 7A). Bobot segar tajuk mengalami penurunan sebesar 20% pada penggenangan 1 hari, 28% pada penggenangan 3 hari dan sebesar 65% pada penggenangan 10 hari. Menurut Poorter *et al.* (2012), kondisi anaerobik selama penggenangan menghambat pertumbuhan akar yang mengakibatkan penurunan biomassa tanaman. Susilawati *et al.* (2011), menyatakan bahwa tanaman yang memiliki tingkat kerusakan

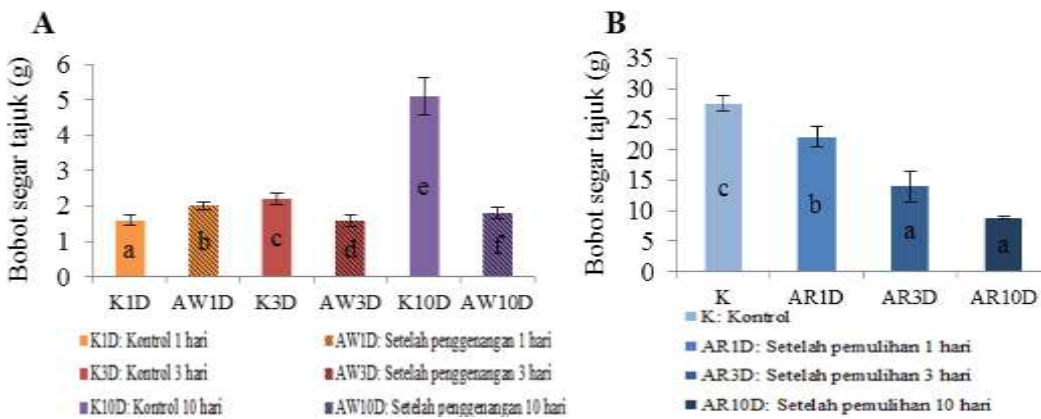
akar relatif rendah mempunyai total berat tajuk relatif lebih tinggi. Peningkatan durasi penggenangan meningkatkan intensitas kerusakan akar. Hal ini disebabkan karena terjadi akumulasi senyawa toksik, etilen dan ROS sehingga mempengaruhi tingkat kerusakan akar. Durasi penggenangan juga mempengaruhi metabolisme yang terjadi di akar dan tajuk tanaman sehingga berdampak pada biomassa akar dan tajuk (Gattringer *et al.*, 2018). Pada penelitian ini tingkat kerusakan akar tertinggi terjadi pada penggenangan 10 hari diikuti penggenangan 3 hari dan tingkat kerusakan terendah terjadi pada penggenangan 1 hari. Kerusakan akar mengakibatkan penurunan biomassa atau bobot

segar akar, selanjutnya akan berdampak pada pertumbuhan tajuk dan bobot segar tajuk. Tingkat kerusakan akar tertinggi dan penurunan bobot segar tajuk tertinggi terjadi pada penggenangan 10 hari,

sementara tingkat kerusakan akar terendah dan penurunan bobot segar terendah terjadi pada penggenangan 1 hari.



Gambar 6. Bobot segar akar. (A) setelah durasi penggenangan, huruf yang berbeda pada histogram yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada Uji T. (B) setelah periode pemulihan, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada uji LSD. Nilai angka adalah Mean \pm SE ($n = 5$).



Gambar 7. Bobot segar tajuk. (A) setelah durasi penggenangan, huruf yang berbeda pada histogram yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada Uji T. (B) setelah periode pemulihan, huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada uji LSD. Nilai angka adalah Mean \pm SE ($n = 5$).

Bobot segar akar dan tajuk semua perlakuan mengalami peningkatan diakhir fase pemulihan dibandingkan bobot segar setelah penggenangan. Bobot segar akar semua perlakuan penggenangan tidak berbeda nyata dengan kontrol, sementara terjadi perbedaan yang signifikan pada bobot segar tajuk. Selama fase pemulihan, secara bertahap terjadi aerasi sehingga terjadi perubahan kondisi anaerob menjadi aerob di zona perakaran. Hal ini akan mendukung terjadinya respirasi aerob yang menghasilkan ATP tinggi sehingga mendukung pertumbuhan akar serta mengembalikan fungsi

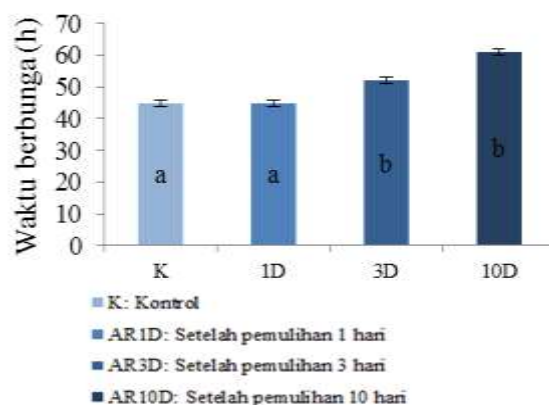
akar. Kemampuan tanaman dalam menekan ROS selama periode pemulihan juga menyebabkan akar terhindar dari kerusakan dan pertumbuhan akar tetap berlangsung sehingga mendukung pertumbuhan tajuk. Pertumbuhan akar dan tajuk akan meningkatkan bobot segar tanaman diakhir periode pemulihan. Sementara itu, intensitas kerusakan akar yang tinggi dan penurunan pertumbuhan tajuk setelah penggenangan pada perlakuan durasi 3 hari dan 10 hari kemungkinan mengakibatkan laju pertumbuhan tanaman yang lebih rendah. Hal ini mengakibatkan bobot segar

tajuk durasi penggenangan 3 hari dan 10 hari lebih rendah dibanding kontrol dan durasi 1 hari

Waktu berbunga

Durasi penggenangan berpengaruh terhadap waktu berbunga (Gambar 9). Penggenangan durasi 3 hari memundurkan umur berbunga sebesar 13% dan pada durasi 10 hari sebesar 26%. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan durasi penggenangan memperpanjang umur berbunga tanaman. Bunga cabai muncul dan tumbuh di setiap percabangan sehingga terhambatnya pertumbuhan tanaman atau pertumbuhan cabang akan menghambat munculnya tunas bunga. Beberapa faktor berperan penting terhadap munculnya tunas bunga. Kusumawati *et al.* (2009), menyatakan bahwa hormon giberelin dapat memacu pembungaan dengan mengaktifkan gen meristem bunga dan menginduksi ekspresi gen pembungaan. Konsentrasi karbohidrat yang tinggi di tajuk selama fase vegetatif akhir mengakibatkan

peningkatan rasio C/N yang dapat memicu pembungaan (Fauzi *et al.*, 2017). Pada penelitian ini, durasi penggenangan 3 hari dan 10 hari menghambat pertumbuhan tanaman di awal fase vegetatif. Hambatan pertumbuhan ini mempengaruhi laju pertumbuhan pada periode pemulihan sehingga menyebabkan terlambatnya perubahan pucuk vegetatif ke pucuk reproduktif, yaitu terbentuknya tunas bunga. Pada penggenangan durasi 1 hari dengan tingkat kerusakan akar rendah akan mempercepat pemulihan dan pertumbuhan akar sehingga mendukung suplai air dan hara ke tajuk. Terpenuhiya ketersediaan air dan hara di tajuk akan mendukung pertumbuhan tajuk dan produksi fotosintesis. Kondisi ini mempercepat munculnya tunas bunga. Beberapa tanaman dilaporkan mengalami pemunduran waktu berbunga setelah mengalami cekaman genangan seperti tanaman kacang hijau (Kumar *et al.*, 2013) dan tanaman padi (Larasmita *et al.*, 2019).



Gambar 9. Waktu muncul tunas bunga. Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada uji LSD. Nilai angka adalah Mean \pm SE ($n = 5$).

KESIMPULAN

Penggenangan menghambat pertumbuhan di awal fase vegetatif dan mempengaruhi umur munculnya tunas bunga pada fase reproduktif. Tingkat penurunan pertumbuhan dan penundaan terbentuknya tunas seiring dengan peningkatan durasi penggenangan. Secara umum, tanaman cabai merah keriting varietas Jacko toleran terhadap durasi penggenangan 1 hari, 3 hari, dan 10 hari yang diperlihatkan dengan respon

pertumbuhan vegetatif selama periode pemulihan dan pembentukan tunas bunga pada awal fase reproduktif. Penelitian-penelitian selanjutnya sangat penting untuk mengkaji mekanisme adaptasi tanaman terhadap penggenangan terkait adaptasi secara morfologi, anatomi, aktivitas antioksidan dan peran hormonal. Kajian-kajian tersebut akan memberikan deskripsi yang lebih lengkap terkait toleransi tanaman, khususnya tanaman cabai pada cekaman penggenangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas dukungan dana dari Sumber Dana selain APBN Fakultas Sains dan Matematika UNDIP Tahun Anggaran 2021, Nomor: 216615/UN7.5.8.2/PP/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M., Q.A. Khaliq, M.R. Islam, S. Aktar. 2017. The influence of waterlogging period on yield and yield components of mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). *The Agriculturists*. 15:88–100. <https://doi.org/10.3329/agric.v15i2.35471>
- Ashraf, M.A. 2012. Waterlogging stress in plants: A review. *African Journal of Agricultural Research*. 7(13):1976–1981. <https://doi.org/10.5897/AJARX11.084>
- Avivi S., A. Syamsunihar, Soeparjono. 2018. Toleransi berbagai varietas tebu terhadap penggenangan pada fase bibit berdasarkan karakter morfologi dan anatomi. *J Agron*. 46(1):103-110. <https://doi.org/10.24831/jai.v46i1.14081>
- Ella, E.S., N. Kawano, Y. Yamauchi, K. Tanaka, A.M. Ismail. 2003. Blocking Ethylene Perception Enhances Flooding Tolerance in Rice Seedlings. *Functional Plant Biology*. 30(7):813–819. <https://doi.org/10.1071/FP03049>
- Erythrina, 2016. Bagan warna daun: alat untuk meningkatkan efisiensi pemupukan nitrogen pada tanaman padi. *J. Litbang Pert*. 35(1): 1-10. <http://dx.doi.org/10.21082/jp3.v35n1.2016.p1-10>
- Fauzi, A.A., W. Sutari, Nursuhud, S. Mubarak. 2017. Faktor yang mempengaruhi pembungaan pada mangga (*Mangifera indica* L.). *Jurnal Kultivasi*. 16(3):461–65. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i3.14340>
- Geisler-lee, J., C. Caldwell, D.R. Gallie. 2010. Expression of the ethylene biosynthetic machinery in maize roots is regulated in response to hypoxia. *J.Exp.Bot*. 61(3):857–871. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp362>
- Gattringer, J. P., Ludewig, K., Harvolk-Schöning, S., Donath, T. W., & Otte, A. 2018. Interaction between depth and duration matters: flooding tolerance of 12 floodplain meadow species. *Plant Ecology*, 219(8): 973-984. <https://doi.org/10.1007/s11258-018-0850-2>
- Guang, C., W. Xiugui, L. Yu, and L. Wenbing. 2012. Effect of water logging stress on cotton leaf area index and yield. *Procedia Engineering*. 28:202–209. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.706>
- Hapsari, R.T., M.M. Edie. 2010. Peluang perakitan dan pengembangan kedelai toleran genangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 29(2). <http://dx.doi.org/10.21082/jp3.v29n2.2010.p%25p>
- Haque, E., A. Oyanagi, K. Kawaguchi. 2012. Aerenchyma formation in the seminal roots of japanese wheat cultivars in relation to growth under waterlogged conditions. Taylor & Francis. *Plant Production Science*. 15(3):164–173. <https://doi.org/10.1626/pps.15.164>
- Hopkins, W.G., N.P.A. Huner. 2009. Introduction to Plant Physiology, (J. Wiley & Sons (ed.); 4th ed.). https://www.academia.edu/2455123/Hopkins_W_Huner_N_Introduction_to_plant_physiology_2008_pdf
- Hossain, M.K., S.N. Uddin. 2011. Mechanisms of waterlogging tolerance in wheat: morphological and metabolic adaptations under hypoxia or anoxia. *Australian Journal of Crops Science*. 5(9):1094-1101. https://www.researchgate.net/publication/222094267_Mechanisms_of_waterlogging_tolerance_in_wheat_Morphological_and_metabolic_adaptations_under_hypoxia_or_anoxia
- Irmawati, H.E. Hara, R.A. Suwignyo, J. Sakagami. 2015. Swamp rice cultivation in South Sumatra, Indonesia. *Tropical Agriculture and Development*. 59(1):35–39. <https://doi.org/10.11248/jsta.59.35>
- Jaiswal, A., J.P. Srivastava. 2015. Effect of nitric oxide on some morphological and physiological parameters in maize exposed to waterlogging stress. *Afr. J. Agric. Res*. 10(35):3462–3471. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9790>
- Jawal, A.S.M., L.S. Apri, M.K. Aditia, H. Yusdar. 2015. Dinamika produksi dan volatilitas harga cabai: antisipasi strategi dan kebijakan pengembangan. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 8(1):33–42. <http://dx.doi.org/10.21082/pip.v8n1.2015.33-42>

- Kumar, P., M. Pal, R. Joshi, K. Sairam. 2013. Yield, growth, and physiological responses of mungbean [*Vigna radiate* (L.) Wilczek] genotypes to waterlogging at vegetative stage. *Physiol. Mol. Biol. Plants*. 19:209–220. <https://doi.org/10.1007/s12298-012-0153-3>.
- Kusumawati, A., Hastuti, E.D., Setiari, N. 2009. Peertumbuhan dan pembungaan tanaman jarak pagar setelah penyemprotan GA₃ dengan konsentrasi dan frekuensi yang berbeda. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*. 10(1):18-29. <http://hdl.handle.net/11617/428>
- Larasmita, K. A., N.W. Agustiani, Damanhuri, B. Waluyo. 2019. Interaksi genotip X lingkungan tanaman padi pada cekaman genangan. *Jurnal Produksi Tanaman*. 7(7):1221–1228. <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/1169/1186>
- Lestari, S.A.D., A. Wijanarko, D.H. Kuntastyuti. 2019. Tanggap pertumbuhan dan hasil tiga varietas kacang hijau terhadap lama genangan. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 47(1):32–38. <https://doi.org/10.24831/jai.v47i1.18047>
- Mickelbart, M.V., P.M. Hasegawa, J. Bailey-Serres. 2015. Genetic mechanisms of abiotic stress tolerance that translate to crop yield stability. *Nat Reviews Genet*. 16:237-251. <https://doi.org/10.1038/nrg3901>
- Nurbaiti, A.E. Yulia, J. Sitorus. 2012. Respon pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada medium gambut dengan berbagai periode penggenangan. *J. Agrotek. Trop*. 1(1):14–17. <https://jatt.ejournal.unri.ac.id/index.php/JAT/article/view/1190>
- Park, S.U., C.J. Lee, S.E. Kim, Y.H. Lim, U.H. Lee, S.S. Nam, H.S. Kim, S.S. Kwak. 2020. Selection of flooding stress tolerant sweet potato cultivars based on biochemical and phenotypic characterization. *Plant Physiology and Biochemistry*. 155:243–251. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.07.039>
- Permana, D.G., S. Winarsih, A. Soegianto, Kuswanto. 2018. Respon enam varietas unggul tebu terhadap genangan. *Jurnal Produksi Tanaman*. 6(6):1195–1203. <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/765>
- Raras, P., E. Saptiningsih, S. Haryanti. 2021. Respon tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) varietas pelita f1 terhadap penggenangan. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 6:56–65. <https://doi.org/10.14710/baf.6.1.2021.%25p>
- Striker, G.G. 2012. Time is on our side: the importance of considering a recovery period when assessing flooding tolerance in plants. *Ecol Res*. 27:983–987. <https://doi.org/10.1007/s11284-012-0978-9>
- Piay, S.S., A. Tyasdjaja, Y. Ermawati, F.R.P. Hantoro. 2010. Budidaya dan pascapanen cabai merah. Ungaran, BPTP Jawa Tengah. <http://repository.pertanian.go.id/bitstream/handle/123456789/9109/budidaya%26pascapanencabaimerah.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Poorter, H., K.J. Niklas, P.B. Reich, J. Oleksyn, P. Poot, L. Mommer. 2012. Biomass allocation to leaves, stems and roots: metaanalyses of interspecific variation and environmental control. *New Phytol*. 193:30–50. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03952.x>
- Promkhambut, A., A. Younger, A. Polthanee, C. Akkasaeng. 2010. Morphological and physiological responses of shorghum (*Shorghumbicolor* L., Moench) to waterlogging. *J. Plan Sci*. 9(4):183–193. <https://doi.org/10.3923/ajps.2010.183.193>
- Saptiningsih, E., K. Dewi, Y.A. Purwestri. 2015. Adaptasi morfologi *Widelia trilobata* L. pada kondisi penggenangan. Prosiding konser karya ilmiah. Juni 2015 hal: 75-82. <https://repository.uksw.edu/handle/123456789/8905>
- Saptiningsih, E., K. Dewi, S. Santosa, Y.A. Purwestri. 2019. Clonal integration of the invasive *Widelia trilobata* (L.) hitch in stress of flooding type combination. *International. Journal of Plant Biologi*. 10:4-8. <https://doi.org/10.4081/pb.2018.7526>
- Susilawati, R.A. Suwignyo, Munandar, M. Hasmeda. 2010. Studi karakter agronomi berbagai varietas cabai merah terhadap cekaman genangan fase vegetatif. *Prosiding Seminar Nasional Unsri*. hal: 544–562. <http://repository.unsri.ac.id/id/eprint/10503>
- Susilawati, R.A. Suwignyo, Munandar, M. Hasmeda. 2011. Anatomi akar dan karakter agronomi tanaman cabai merah (*Capsicum annum*. L.) pasca tergenang. *Prosiding Semirata*. hal: 517–527. <http://repository.unsri.ac.id/id/eprint/10498>
- Susilawati, R.A. Suwignyo, Munandar, M. Hasmeda. 2012. Karakter agronomi dan

fisiologi varietas cabai merah pada kondisi cekaman genangan agronomic and physiological characteristics of red chilli varieties under waterlogging stress. *J Agron.* 40(3): 96–203.

<https://doi.org/10.24831/jai.v40i3.6826>

Ulya, H., S.R. Ferniah, S. Darmanti. 2020. Respons fisiologi tanaman cabai (*Capsicum annuum*) var. Lembang 1 terhadap infeksi fusarium oxysporum pada umur tanaman yang berbeda. *Buletin Anatomi dan Fisiologi.* 5(2).

<https://doi.org/10.14710/baf.5.2.2020.%25p>

Verma, K.K., M. Singh, R.K. Gupta, L.C. Verma. 2014. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence, antioxidant enzymes, and growth responses of jatropha curcas during soil flooding. *Turkish Journal of Botany.* 38(1):130–140.

<https://doi.org/10.3906/bot-1212-32>