

Pengaruh Durasi Penggenangan Selama Fase Vegetatif Akhir Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens* L) Varietas Sonar

The Effect of Waterlogging Duration During The End Vegetative Phase on The Growth of Chilli (*Capsicum frutescens* L) Sonar Varieties

Sri Wigati Lambang Sayekti, Nintya Setiari, Sri Darmanti, Endang Saptiningsih*

Program Studi Biologi, Universitas Diponegoro, Semarang

Jl. Prof Jacub Rais, Tembalang, Semarang, 50275

*Email : saptiningsihe@gmail.com

Diterima 25 Oktober 2022 / Disetujui 1 Desember 2022

ABSTRAK

Capsicum frutescens L merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki nilai ekonomi tinggi. Salah satu kendala dalam produksi cabai rawit adalah faktor lingkungan antara lain cekaman genangan. Cekaman genangan terjadi akibat adanya curah hujan yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh durasi penggenangan terhadap pertumbuhan cabai rawit varietas Sonar pada fase vegetatif akhir. Penelitian dilakukan dengan empat perlakuan, yaitu kontrol, durasi penggenangan 1, 3, dan 10 hari. Masing-masing perlakuan terdiri dari lima ulangan. Desain penelitian yang digunakan adalah RAL dengan satu faktor yaitu durasi penggenangan. Analisis data setelah penggenangan menggunakan uji T taraf signifikansi 5% dan setelah fase pemulihan selama 30 hari menggunakan uji *one-way ANOVA* yang diteruskan ke uji LSD taraf signifikansi 5%. Berdasarkan data yang dihasilkan menunjukkan bahwa setelah penggenangan terjadi penghambatan pertumbuhan tanaman meliputi panjang akar, jumlah daun, ukuran daun, tinggi tanaman, dan adanya perubahan warna daun serta penurunan bobot segar tajuk dan bobot segar akar. Penggenangan juga memperpanjang fase vegetatif tanaman sehingga menunda terbentuknya tunas bunga. Pertumbuhan tanaman cabai masih dapat berlangsung setelah cekaman penggenangan durasi 1, 3 dan 10 hari. Setelah fase pemulihan, terjadi peningkatan pertumbuhan tanaman.

Kata kunci : waterlogging; vegetatif; reproduktif; ROS; fase pemulihan

ABSTRACT

Capsicum frutescens L was a plant that is widely cultivated in Indonesia because it has high economic value. One of the obstacles in the production of cayenne pepper is environmental factors such as flooding stress. Flooding stress occurs due to high rainfall. The purpose of the study was to determine the effect of flooding duration on the growth of Sonar cayenne pepper in the late vegetative phase. The study was conducted with four treatments, namely control, flooding duration 1, 3, and 10 days. Each treatment consisted of five replications. The research design used was RAL with one factor, namely the duration of flooding. Analysis of the data after flooding used the T-test with a significance level of 5% and after the recovery phase for 30 days used the one-way ANOVA test which was continued to the LSD test with a significance level of 5%. Based on the resulting data, it was shown that after flooding there was inhibition of plant growth including root length, number of leaves, leaf size, plant height, and changes in leaf color as well as a decrease in shoot fresh weight and root fresh weight. Flooding also prolongs the vegetative phase of the plant thereby delaying the formation of flower buds. Chili plant growth can still take place after flooding stress duration of 1, 3, and 10 days. After the recovery phase, there was an increase in plant growth.

Keywords: waterlogging; vegetative; reproductive; ROS; recovery phase

PENDAHULUAN

Budidaya tanaman cabai banyak dikembangkan di Indonesia (Harpenas dan Dermawan, 2010). Pada musim hujan, produksi tanaman cabai menurun sedangkan permintaan cabai tetap tinggi sehingga harga cabai mengalami kenaikan (Kementrian Pertanian, 2015; Polii dkk., 2019). Penurunan produksi cabai pada musim hujan dikarenakan terjadi genangan pada lahan pertanian yang mengakibatkan penurunan produktivitas cabai (Syukur dkk., 2012).

Waterlogging atau penggenangan adalah kondisi tergenang air pada bagian tanah saja atau sampai terdapat sedikit lapisan air di atas permukaan tanah. Pada kondisi tergenang, hanya akar tanaman yang berada di bawah kondisi anaerobik, sedangkan pucuk tanaman berada di bawah kondisi normal (Striker, 2012). Genangan dapat menyebabkan beberapa perubahan pada sifat fisiokimia tanah, antara lain pH tanah, potensial redoks serta tingkat oksigen (Ashraf, 2012).

Cekaman genangan pada tanaman dapat terjadi pada fase vegetatif awal, vegetatif akhir, dan fase menjelang panen. Respon tanaman terhadap genangan pada masing-masing fase berbeda (Ren *et al.*, 2013). Penggenangan pada fase vegetatif memberikan pengaruh yang lebih nyata pada tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan bobot kering tanaman (Wang *et al.*, 2017). Penggenangan juga dapat terjadi pada durasi pendek, sedang maupun panjang, tergantung pada besarnya curah hujan. Umumnya tanaman yang mengalami penggenangan dalam durasi pendek akan lebih cepat mengalami pemulihan dibandingkan dengan tanaman yang terendam lebih lama.

Beberapa penelitian yang telah dilaporkan menunjukkan hasil bahwa cekaman genangan menghambat pertumbuhan tanaman. Perlakuan cekaman genangan pada tingkat tertentu dapat menghambat pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L.) diantaranya menghambat jumlah cabang, luas daun, bobot segar dan bobot kering, serta panjang akar (Rohmah, 2016). Retnaningrum (2013) melaporkan dalam penelitiannya bahwa perlakuan durasi penggenangan 1 minggu, 2 minggu, dan 3 minggu pada tanaman tembakau tidak berpengaruh secara signifikan terhadap

morfologi tanaman. Pada tanaman tebu dilaporkan bahwa penggenangan pada varietas yang toleran selama fase vegetatif awal (pembibitan) dapat mempertahankan tinggi tanaman, berat kering akar dan kerapatan stomata (Avivi dkk., 2018). Sedangkan pada tanaman kedelai menunjukkan terjadi penurunan hasil lebih rendah apabila penggenangan terjadi selama fase vegetatif dibanding pada fase generatif (Hapsari dan Adie, 2010).

Cekaman penggenangan sering terjadi di lahan budidaya cabai. Cekaman penggenangan ini dapat berlangsung dalam beberapa durasi. Sementara itu, produktivitas cabai dipengaruhi *performance* tanaman selama pertumbuhan vegetatif. Pada cabai varietas Jacko dilaporkan bahwa tanaman toleran terhadap penggenangan durasi 1 hari, 3 hari dan 10 hari selama fase vegetatif awal (Insani dkk., 2021). Penelitian ini akan mengkaji pengaruh durasi penggenangan selama fase vegetatif akhir terhadap pertumbuhan dan panjang waktu vegetatif tanaman cabai varietas Sonar.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan penelitian adalah tanaman cabai rawit (*C. frutescens* L.) varietas Sonar. 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 pertama dilakukan penyemaian benih cabai rawit varietas Sonar menggunakan media semai berisi campuran pasir, sekam, pupuk kompos dengan perbandingan 2:1:1 (v/v/v). Semai dipindahkan pada umur 22 HST ke pot perlakuan menggunakan media tanam yang digunakan adalah campuran tanah, pasir, sekam dan pupuk kompos dengan perbandingan 2:2:1:1 (v/v/v/v). Setelah semai berumur 40 HST dilakukan perlakuan penggenangan, yaitu kontrol (tanpa penggenangan), penggenangan 1 hari, 3 hari, dan 10 hari. Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Perlakuan penggenangan dilakukan dengan meletakkan pot ke dalam kontainer plastik (diameter: 50 cm, tinggi: 35 cm). Masing-masing

kontainer plastik berisi 4 pot. Selanjutnya, kontainer diisi air hingga mencapai tinggi ± 5 cm diatas permukaan media tanam. Setelah perlakuan penggenangan, pot perlakuan dikeluarkan dari kontainer plastik dan tanaman dibiarkan tumbuh untuk memasuki periode pemulihan selama 1 bulan. Setelah fase penggenangan dan pemulihan berakhir dilakukan pengamatan terhadap parameter penelitian. Parameter penelitian meliputi: panjang akar, warna daun, panjang daun, lebar daun, jumlah daun, tinggi tanaman, bobot segar tajuk, bobot segar akar, dan panjang waktu vegetatif. Panjang fase vegetatif dihitung ketika muncul tunas bunga yang pertama. Perawatan tanaman antara lain : penyiraman, pemupukan dan pemberian pestisida..

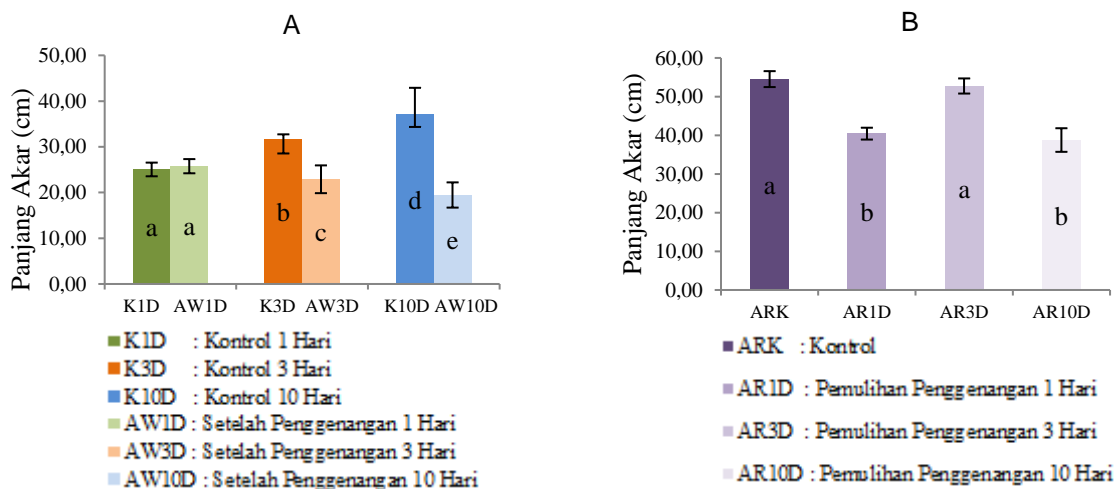
Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan yaitu durasi penggenangan. Masing-masing perlakuan terdiri dari 5 ulangan. Data setelah fase penggenangan dianalisis menggunakan uji T dan data setelah periode

pemulihan dianalisis menggunakan *oneway* ANOVA dan uji LSD dengan taraf signifikansi 5%. Seluruh analisis data menggunakan dengan program SPSS 16.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Panjang Akar

Penggenangan dengan durasi 3 dan 10 hari berpengaruh terhadap pertumbuhan panjang akar. Penggenangan mengakibatkan panjang akar tanaman cabai lebih rendah dari pada kontrol (Gambar 1A). Setelah fase pemulihan berakhir, semua perlakuan menunjukkan peningkatan pertumbuhan akar. Panjang akar pada tanaman penggenangan 3 hari mengalami pemulihan yang lebih besar daripada panjang akar tanaman penggenangan 1 dan 10 hari sehingga pertumbuhan panjang akar tanaman penggenangan 3 hari tidak berbeda secara signifikan dengan kontrol (Gambar 1B).



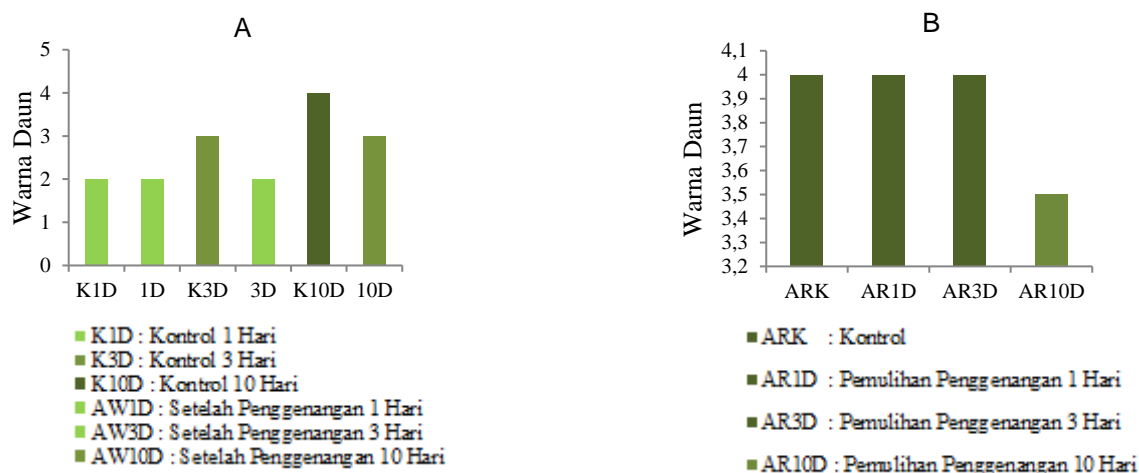
Gambar 1. Panjang akar setelah penggenangan (A), Huruf yang berbeda pada histogram menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada uji T. Panjang akar setelah fase pemulihan (B), huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$) pada uji LSD. Nilai angka adalah Mean \pm SE ($n=5$).

Warna Daun

Durasi penggenangan 3 dan 10 hari berpengaruh terhadap warna daun sehingga skala warna daun tanaman perlakuan penggenangan 3 hari menjadi skala 2 (hijau lebih muda dari skala 3) dan tanaman perlakuan penggenangan 10 hari

menjadi 3 (hijau lebih muda dari kontrol atau skala 4) (Gambar 2A). Setelah fase pemulihan, tanaman perlakuan penggenangan 1 dan 3 hari memiliki warna daun yang sama dengan warna daun tanaman kontrol yaitu di skala 4, sedangkan pada tanaman penggenangan 10 hari warna daun di skala 3,5 (Gambar 2B)

Pengaruh Durasi Penggenangan Selama Fase Vegetatif Akhir Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens* L) Varietas Sonar

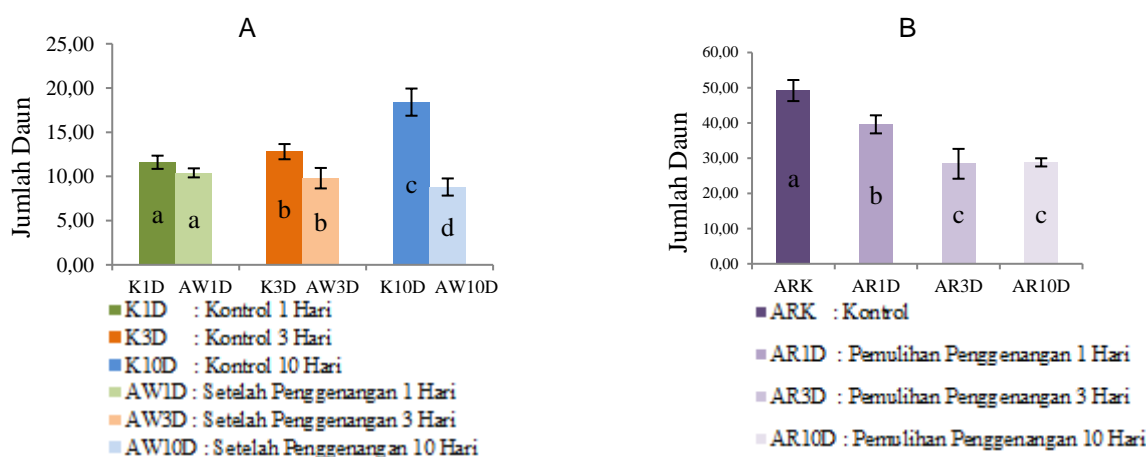


Gambar 2. Warna daun setelah penggenangan (A). Warna daun setelah fase pemulihan (B). Perubahan warna daun setelah penggenangan terjadi pada perlakuan penggenangan 3 hari dan 10 hari. Setelah fase pemulihan, terjadi keseragaman warna hijau pada kontrol, perlakuan 1 hari dan 3 hari, namun tidak terjadi pada perlakuan 10 hari.

Jumlah Daun

Hasil jumlah daun menunjukkan pada perlakuan penggenangan 10 hari menurunkan jumlah daun, namun hal ini tidak terjadi pada penggenangan 1 hari dan 3 hari (Gambar 3A).

Setelah fase pemulihan, jumlah daun mengalami peningkatan pada semua perlakuan. Jumlah tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol dan jumlah terendah pada perlakuan penggenangan 3 hari dan 10 hari (Gambar 3B).



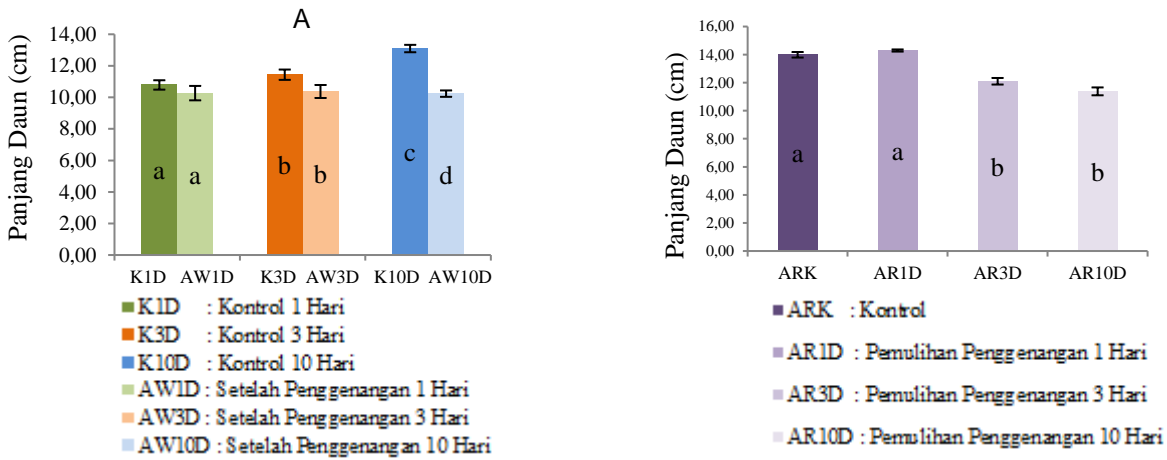
Gambar 3. Jumlah daun setelah cekaman penggenangan (A), huruf yang berbeda pada histogram menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada uji T. Jumlah daun setelah fase pemulihan (B), huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$) pada uji LSD. Nilai angka adalah Mean \pm SE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

Panjang dan Lebar Daun

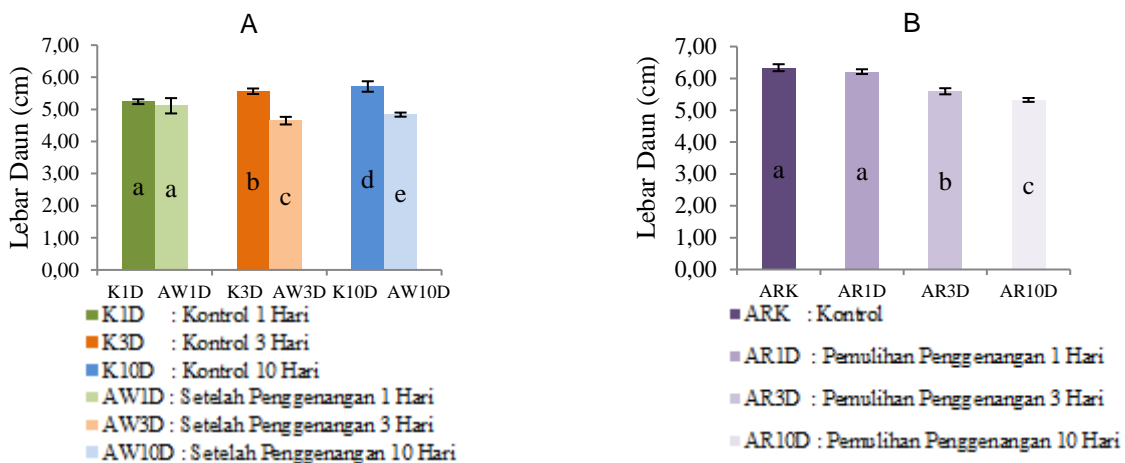
Respon ukuran daun setelah penggenangan terlihat bahwa panjang daun mengalami penurunan setelah penggenangan 10 hari (Gambar 4A). Pada ukuran lebar daun juga mengalami penurunan

setelah penggenangan 3 hari dan 10 hari (Gambar 5A). Setelah tanaman memasuki fase pemulihan, terjadi peningkatan ukuran daun pada semua perlakuan. Ukuran daun tertinggi terdapat pada

kontrol dan penggenangan 1 hari diikuti ukuran daun pada penggenangan 3 hari dan 10 hari.



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



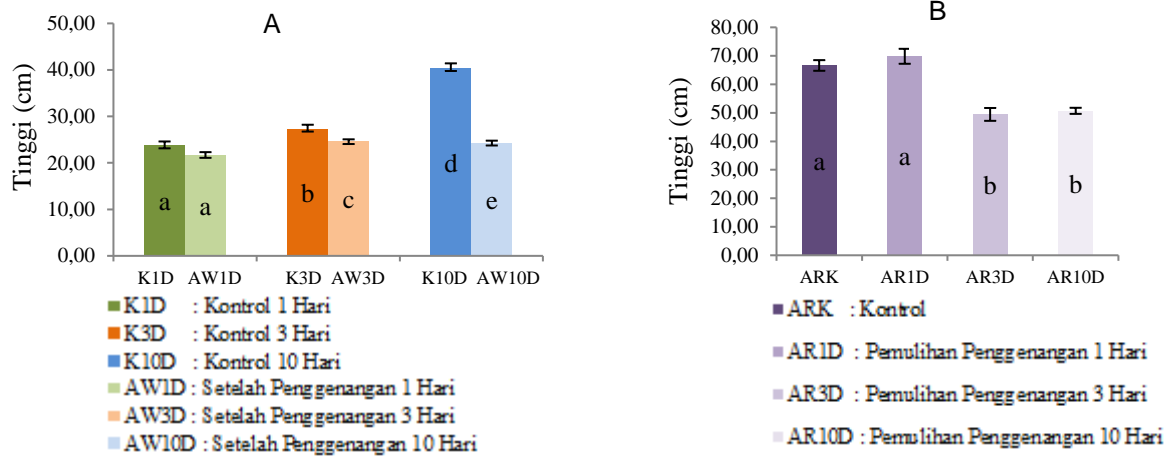
Gambar 5. Lebar daun setelah penggenangan (A), huruf yang berbeda pada histogram menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada uji T. Lebar daun setelah fase pemulihan (B), huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$) pada uji LSD. Nilai angka adalah Mean \pm SE ($n=5$).

Tinggi Tanaman

Penggenangan selama 3 hari dan 10 hari menghambat pertumbuhan tinggi tanaman (6A). Setelah memasuki fase pemulihan, tinggi tanaman

semua perlakuan mengalami peningkatan. Tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol dan penggenangan 1 hari dan terendah terdapat pada penggenangan 3 hari dan 10 hari.

Pengaruh Durasi Penggenangan Selama Fase Vegetatif Akhir Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai (*Capsicum frutescens L*) Varietas Sonar

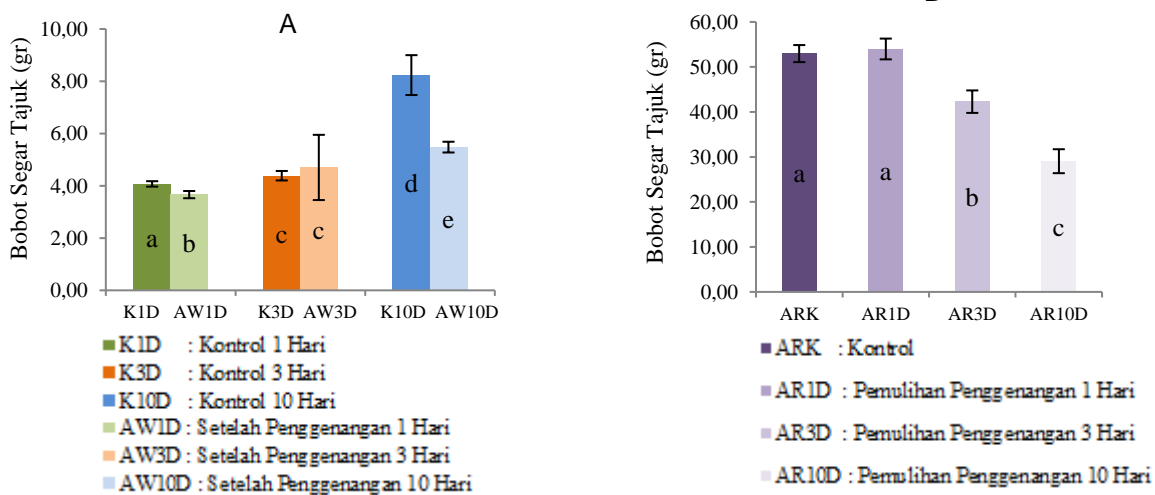


Gambar 6. Tinggi tanaman setelah penggenangan (A), huruf yang berbeda pada histogram menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada uji T. Tinggi Tanaman setelah fase pemulihan (B), huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$) pada uji LSD. Nilai angka adalah Mean \pm SE ($n=5$).

Bobot Segar Tajuk

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggenangan 10 hari mengakibatkan penurunan secara signifikan bobot segar tajuk (Gambar 7A).

Namun setelah fase pemulihan, bobot segar tajuk mengalami peningkatan dibanding berat segar setelah penggenangan, bobot segar tajuk tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol dan penggenangan 1 hari dan terendah terdapat pada penggenangan 10 hari (Gambar 7B).

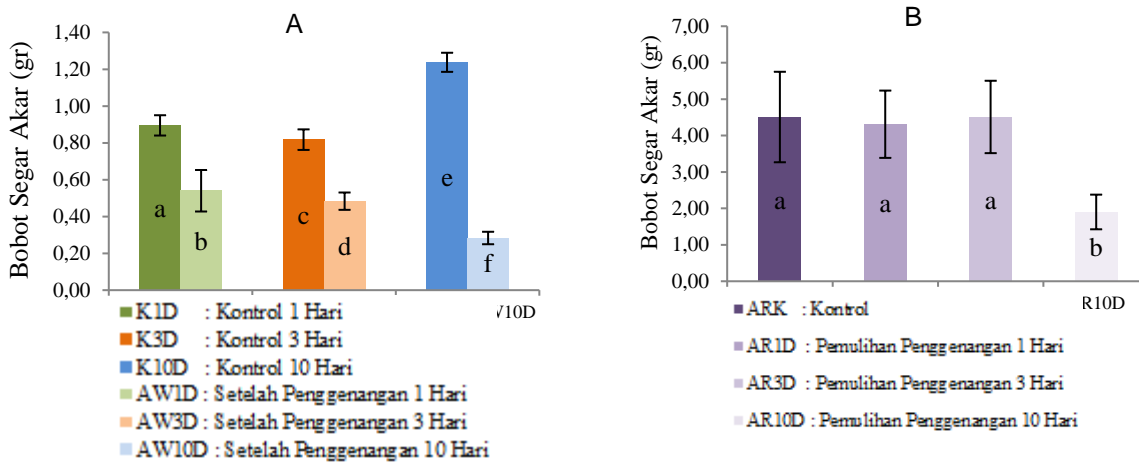


Gambar 7. Bobot segar tajuk setelah penggenangan (A), huruf yang berbeda pada histogram menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada uji T. Bobot segar tajuk setelah pemulihan (B), huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$) pada uji LSD. Nilai angka adalah Mean \pm SE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

Bobot Segar Akar

Bobot segar akar mengalami penurunan yang signifikan setelah perlakuan penggenangan. Setelah fase pemulihan terjadi pertumbuhan akar yang

berdampak pada peningkatan bobot segar akar. Bobot segar akar tertinggi terdapat pada kontrol, perlakuan penggenangan 3 hari dan 10 hari, sedangkan bobot terendah terdapat pada penggenangan 10 hari.

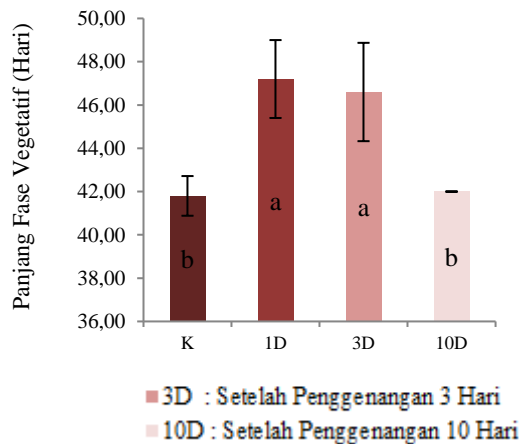


Gambar 8. Bobot segar akar setelah penggenangan (A), huruf yang berbeda pada histogram menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada uji T. Bobot segar akar setelah pemulihan (B), huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$) pada uji LSD. Nilai angka adalah Mean \pm SE ($n=5$).

Panjang Waktu Vegetatif

Fase vegetatif akhir ditandai dengan munculnya tunas bunga. Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa panjang fase

vegetatif tertinggi terdapat pada penggenangan 1 hari dan 3 hari. Sedangkan panjang fase vegetatif terendah terdapat pada perlakuan kontrol dan penggenangan 10 hari.



Gambar 9. Panjang fase vegetatif setelah penggenangan, huruf yang berbeda pada histogram menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) pada uji T. Nilai angka adalah Mean \pm SE ($n=5$).

Respon Tanaman Cabai Setelah Penggenangan

Penggenangan (*waterlogged*) menyebabkan kekurangan oksigen. Oksigen yang tersisa digunakan untuk respirasi akar dan mikrobia anaerob. Hasil dari respirasi tersebut meningkatkan kadar karbondioksida di lingkungan tanah. Karbondioksida yang terakumulasi kemudian larut

dalam air menjadi asam karbonat (Rachmawati & Retnaningrum, 2017). Asam karbonat yang terakumulasi tinggi menyebabkan pH tanah menjadi lebih asam sehingga pertumbuhan akar terhambat (Biswas & Kalra, 2018). Pada kondisi kekurangan oksigen juga terjadi akumulasi etilen (Rajhi and Mhadhbi, 2019). Etilen yang terakumulasi pada akar memperlambat

pemanjangan akar dan menginduksi pembusukan akar (Biswas & Kalra, 2018). Terhambatnya panjang akar yang tergenang dan menurunnya bobot segar akar pada penelitian ini kemungkinan terjadi karena adanya akumulasi karbondioksida dan etilen. Pada cabai rawit varietas Pelita F1 juga dilaporkan bahwa terjadi pembusukan akar di daerah ujung sepanjang 2 mm (Raras dkk., 2021).

Dalam keadaan kekurangan oksigen dan terjadi hambatan pertumbuhan akar dan pembusukan ujung akar akan berdampak pada penyerapan nutrisi dan translokasinya ke tajuk (Herzog *et al.*, 2016). Respirasi anaerob yang terjadi selama penggenangan menghasilkan sedikit energi. Hal ini juga menyebabkan terhambatnya proses penyerapan dan translokasi nutrisi ke tajuk (Nurbaiti dkk., 2012). Salah satu unsur hara yang berkurang akibat terganggunya proses penyerapan ke tajuk adalah nitrogen (N). Defisiensi nitrogen menyebabkan sintesis sitokinin terhambat (Saefas dkk., 2017). Sitokinin berperan dalam mendukung sintesis pigmen fotosintesis. Kondisi ini menyebabkan perubahan warna daun pada tanaman cabai rawit yang digenangi selama durasi 3 dan 10 hari (Gambar 2.). Perubahan warna daun juga dilaporkan Zhou *et al.* (2017) pada daun tanaman *Prunus mira* dan *Prunus amygdalus* bahwa daun menjadi kuning yang disebabkan oleh menurunnya kandungan klorofil. Perubahan warna daun juga dapat diakibatkan oleh tingkat kerusakan klorofil. Kerusakan klorofil selama penggenangan dapat diinduksi oleh akumulasi ROS (Seymen, 2021).

Penggenangan juga mengakibatkan perubahan ukuran daun, terutama pada penggenangan 3 hari dan 10 hari. Penurunan ukuran daun tersebut terjadi karena rendahnya penyerapan air ke tajuk yang menyebabkan kandungan air berkurang. Tanaman merespon dengan mensintesis ABA. ABA yang meningkat menginduksi terjadinya penutupan stomata (Mastur, 2016). Penutupan stomata memicu menurunnya potensial air daun. Penurunan konduktivitas akar yang kemudian memicu penurunan potensial air daun mempengaruhi penurunan laju fotosintesis dan berdampak pada penurunan ukuran daun (Insausti and Gorjon, 2013). Dalam penelitian Safrizal dkk. (2008) dan Siaga *et al.* (2019) melaporkan bahwa

tanaman cabai yang digenangi menghasilkan ukuran daun yang lebih kecil.

Bobot segar tajuk tanaman cabai rawit menurun setelah penggenangan 10 hari. Penurunan bobot segar tajuk ini berhubungan dengan penurunan kandungan klorofil dan penutupan stomata saat terjadi penggenangan yang berdampak pada proses transpirasi dan rendahnya laju fotosintesis. Kondisi ini mengurangi jumlah total sintesis bahan organik sehingga biomassa tanaman berkurang dan distribusi fotosintat ke organ tanaman rendah (Wang *et al.*, 2017). Hal ini menekan pertumbuhan akar, batang, dan daun sehingga pertumbuhan ketiga bagian tersebut lebih rendah daripada kontrol.

Cekaman genangan juga mempengaruhi panjang waktu vegetatif tanaman. Tanaman cabai yang mengalami penggenangan memiliki keragaman waktu pembungaan yang berbeda, sehingga mempengaruhi panjang waktu vegetatif tanaman. Penggenangan mempengaruhi menghambat penyerapan dan translokasi nutri, transpirasi serta proses fotosintesis. Hal tersebut akan menghambat pertumbuhan organ-organ vegetatif tanaman. Pertumbuhan vegetatif mengalami pemanjangan sehingga didapatkan kondisi organ dengan pertumbuhan yang optimal dan akumulasi materi organik yang mencukupi sehingga memungkinkan terjadinya peralihan dari pucuk vegetatif ke pucuk generatif. Salah satu hormon yang mengatur penundaan pembungaan ini adalah hormon auksin. Akumulasi hormon auksin dapat terjadi pada batang suatu tanaman dalam kondisi tergenang (Xiaohua *et al.*, 2018). Hormon auksin dapat menghambat pertumbuhan tunas (Ogunyale *et al.*, 2014) dan pembungaan pada tanaman (Iqbal *et al.*, 2017). Aldana *et al.* (2014), melaporkan pada tanaman *goosberry* bahwa penggenangan selama 4 dan 8 hari menyebabkan tanaman mengalami keterlambatan dalam pertumbuhan dan perkembangan termasuk tertundanya pembungaan awal. Hal ini mendukung bahwa penggenangan selama 1 dan 3 hari memperlambat munculnya tunas bunga sehingga memperpanjang fase vegetatif tanaman. Kondisi berbeda terjadi pada penggenangan selama 10 hari yang mempercepat pembungaan sehingga memperpendek panjang waktu vegetative (Gambar

9.). Perubahan pertumbuhan dari fase vegetatif ke fase generatif yang dipercepat diinduksi oleh meningkatnya etilen setelah terjadi penggenangan. Menurut Puspitorini dan Kurniastuti (2018), bahwa etilen diperlukan tanaman dalam pembungaan yaitu percepatan fase vegetatif ke generatif .

KESIMPULAN

Peningkatan durasi penggenangan mengakibatkan penurunan pertumbuhan dan pemanjangan fase vegetatif, namun pada durasi penggenangan tertinggi yaitu 10 hari tanaman merespon dengan mempercepat fase vegetatifnya. Tanaman cabai mengalami pertumbuhan setelah fase pemulihan dan tingkat pertumbuhan terendah terjadi pada tanaman dengan durasi penggenangan 10 hari. Tanaman cabai rawit varietas Sonar toleran terhadap durasi penggenangan 1 hari, 3 hari dan 10 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas dukungan dana dari Sumber Dana selain APBN Universitas Diponegoro, Tahun Anggaran 2021, Nomor: 233-108/UN7.6.1/PP/2021

DAFTAR PUSTAKA

- Ashraf, M. A. (2012). Waterlogging stress in plants: a review. *Afr. J. Agric. Res.* 7: 1976–1981.
- Avivi, S., Syamsunihar, A., Soeparjono, S., & Chozin, M. (2018). Toleransi berbagai varietas tebu terhadap penggenangan pada fase bibit berdasarkan karakter morfologi dan anatomi. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 46(1): 103-110.
- Biswas, J. C., & Kalra, N. (2018). Effect of waterlogging and submergence on crop physiology and growth of different crops and its remedies: Bangladesh perspectives. *Saudi Journal of Engineering and Technology*. Vol.3 : 315-329.
- de San Celedonio, R.P., Abeledo, L.G. & Miralles, D.J. (2014). Identifying the critical period for waterlogging on yield and its components in wheat and barley. *Plant Soil* 378: 265-277.
- Faruk, U., Sulistyawati, & Pratiwi, S.H. (2017). Respon pertumbuhan dan hasil tanaman kubis (*Brassica oleracea* L.) Dataran rendah terhadap efisiensi pemupukan nitrogen dengan penambahan pupuk organik. *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*. Vol. 1 (1).
- Fiebig, A., & Dodd, I. C. (2016). Inhibition of tomato shoot growth by over-irrigation is linked to nitrogen deficiency and ethylene. *Physiologia Plantarum*, 156(1): 70-83.
- Garcia, N., da-Silva, C. J., Cocco, K. L. T., Pomagualli, D., de Oliveira, F. K., da Silva, J. V. L., de Oliveira, A. C. B., & do Amarante, L. (2020). Waterlogging tolerance of five soybean genotypes through different physiological and biochemical mechanisms. *Environmental and Experimental Botany* 172.
- Gomathi R., Rao, P. N. G., Chandran, K., & Selvi, A. (2014). Adaptive responses of sugarcane to waterlogging stress: an over view. *Sugar Tech* 17(4): 325–338.
- Hapsari, R. T., & Adhie, M. M. (2010). Peluang perakitan dan pengembangan kedelai toleran genangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(2): 50-57
- Harpenas, A. & Dermawan, R. (2010). *Budidaya Cabai Unggul*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Herzog, M., G. G. Striker, T. D. Colmer dan O. Pedersen. 2016. Review mechanisms of waterlogging tolerance in wheat – a review of root and shoot physiology. *Plant, Cell and Environment*. Vol. 39 : 1068–1086.
- Insani, N. N., Darmanti, S., & Saptiningsih, E. (2021). Pengaruh Durasi Penggenangan terhadap Pertumbuhan Vegetatif dan Waktu Berbunga Cabai Merah Keriting *Capsicum annum* (L.) Varietas Jacko. *Buletin Anatomi dan Fisiologi (Bulletin of Anatomy and Physiology)*, 6(2): 104-114
- Kementrian Pertanian. (2015). *Outlook Cabai*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementrian Pertanian Tahun 2015.
- Lestari, S. A. D., Wijanarko, A., & Kuntiyastuti, H. (2019). Tanggap pertumbuhan dan hasil tiga varietas kacang hijau terhadap lama genangan. *Jurnal Agronomi Indonesia*. Vol. 47(1): 32-38.
- Liu, R., Yang, C., Zhang, G., Zhang, L., Yang, F., & Guo, W. (2015). Root recovery development and activity of cotton plants after waterlogging. *Agronomy Journal*. Vol. 107(6).
- Mahmood, U., Hussain, S., Hussain, S., Ali, B., Ashraf, U., Zamir, S., Al-Robai, S.A.,

- Alzahrani, F.O., Hano, C., & El-Esawi, M.A. (2021). Morpho-physio-biochemical and molecular responses of maize hybrids to salinity and waterlogging during stress and recovery phase. *Plants*. 10, 1345.
- Malik, A.I., Colmer, T.D., Lambers, H., Setter, T.L., & Schortemeyer, M., (2002). Short-term waterlogging has long-term effects on the growth and physiology of wheat. *New Phytologist*. 153: 225–236.
- Nurbaiti, A. E., Yulia, & Sitorus, J. (2012). Respon pertumbuhan bibit kelapa sawit (*elaeis guineensis* jacq.) Pada medium gambut dengan berbagai periode penggenangan. *Jurnal Agrotek. Trop*. 1 (1): 14 – 17.
- Pires, H. R. A., Franco, A. C., Piedade, M. T. F., Scudeller, V. V., Kruijt, B., & Ferreira, C. S. (2018). Flood tolerance in two tree species that inhabit both the Amazonian floodplain and the dry Cerrado savanna of Brazil. *AoB Plants*, 10(6), ply065.
- Ploschuk, A., Grimoldi, A. A., Ploschuk, E. L., & Striker, G. G. (2017). Growth during recovery evidences the waterlogging tolerance of forage grasses. *Crop & Pasture*. 68 :574–582.
- Poli, M.G.G., Sondakh, T. D., Raintung, J. S. M., Doodoh, B., & Titah, T. (2019). Kajian teknik budidaya tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) Kabupaten Minahasa Tenggara. *Eugenia*. Vol. 25. No. 3.
- Rachmawati, D. & Retnaningrum, E. (2017). Pengaruh tinggi dan lama penggenangan terhadap pertumbuhan padi kultivar sintanur dan dinamika populasi rhizobakteri pemfiksasi nitrogen non simbiosis. *Bionatura-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik*. Vol. 15, No. 2, Juli 2013: 117 – 125.
- Rajhi, I. and H. Mhadhbi. (2019). Review : mechanisms of aerenchyma formation in maize roots. *African Journal of Agricultural Research*. Vol. 14(14): 680-685.
- Raras RR. P., E. Saptiningsih, dan S. Haryanti. (2021). Respon Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Varietas Pelita F1 terhadap Penggenangan. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. Vol. 6 No. 1.
- Ren, B., Zhang, J., Li, X., Fan, X., Dong, S., Liu, P., & Zhao, B. (2014). Effects of Waterlogging on The Yield and Growth of Summer Maize Under Field Conditions. *Can. J. Plant Sci*. 94: 23-31.
- Rohmah E. A. & Saputro T. B. (2016). Analisis pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L.) Varietas grobogan pada kondisi cekaman genangan. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vo.1. 5. No.2 : 2337-3520.
- Saefas, S.A., Rosniawaty, S., & Maxiselly, Y. (2017). Pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh alami dan sintetik terhadap pertumbuhan tanaman teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) klon gmb 7 setelah centering. *Jurnal Kultivasi* . Vol. 16(2).
- Seymen, M. (2021). How does the flooding stress occurring in different harvest times affect the morpho-physiological and biochemical characteristics of spinach?. *Scientia Horticulturae*, 275, 109713.
- Syukur, M., Yuniarti, Rahmi dan Rahmansyah, D. (2012). *Sukses Panen Cabai Tiap Hari*. Depok : Penebar Swadaya.
- Terryana, R. T., Nugroho, K., Rijzaani, H., dan Lestari, P. (2018). Karakteristik keragaman genetik 27 genotip cabai berdasarkan marka ssr (simple sequence repeat). *Jurnal Ilmu-ilmu Hayati*. Vol. 17 No. 2.
- Verma K. K., Singh, M., Gupta, R. K., & Verma, C. L. (2014). Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence, antioxidant enzymes, and growth responses of *Jatropha curcas* during soil flooding. *Turkish Journal of Botany*. Vol 38 No 1: 130- 140.
- Wang X., Deng, Z., Zhang, W., Meng, Z., Chang, X., & Lv, Mouchao. (2017). Effect of waterlogging duration at different growth stages on the growth, yield and quality of cotton. *PLoS ONE* 12(1): e0169029.
- Zhoua, C., Baia, T., Wang, Y., Wua, T., Zhanga, X., Xua, X., & Han, Z. (2017). Morphological and enzymatic responses to waterlogging in three Prunus species. *Scientia Horticulturae* 221: 62–67.