

Hormon auksin dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan cabai rawit (*Capsicum frutescens*) dan cabai keriting (*Capsicum annum*)

Ragil Puspita Sari, M. Melsandi, Nancy Fransiska, Ahmad Fauzi

Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Muhammadiyah Malang



Penulis koresponden

Ragil Puspita Sari,
Pendidikan Biologi, FKIP
Universitas Muhammadiyah
Malang

Email:
ragilpewege@gmail.com

Kata kunci:

Auksin
Cabai keriting
Cabai rawit
Pertumbuhan cabai
Zat pengatur tumbuh

ABSTRAK

Upaya peningkatan produksi cabai dapat dilakukan dengan menggunakan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) auksin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil pemberian auksin terhadap pertumbuhan cabai rawit (*Capsicum frutescens*) dan cabai keriting (*Capsicum annum*). Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah tinggi batang, lebar daun, dan panjang akar. Penelitian menggunakan auksin dengan 2 konsentrasi yaitu 2 ppm dan 4 ppm, dengan pengulangan sebanyak 4 kali. Data tinggi tanaman serta lebar daun dianalisis menggunakan two-way analysis of covariance, sedangkan data panjang akar dianalisis menggunakan two-way analysis of variance. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) tinggi tanaman tidak dipengaruhi oleh faktor jenis cabai ($F = 1,087$; $p\text{-value} = 0,312$) dan faktor kombinasi (1,849; $p\text{-value} = 0,188$), namun dipengaruhi oleh konsentrasi auksin ($F = 10,124$; $p\text{-value} = 0,001$); 2) Lebar daun tidak dipengaruhi oleh faktor jenis cabai, ($F = 6,976$; $p\text{-value} = 0,180$) konsentrasi hormon ($F = 2,731$; $p\text{-value} = 0,094$), maupun faktor kombinasi ($F = 2,441$; $p\text{-value} = 0,117$); serta 3) panjang akar dipengaruhi oleh jenis cabai ($F = 22,127$; $p\text{-value} = 0,000$) dan konsentrasi hormon ($F = 7,919$; $p\text{-value} = 0,003$), namun tidak dipengaruhi oleh faktor interaksi ($F = 1,467$; $p\text{-value} = 0,257$).

Copyright © 2018 Universitas Muhammadiyah Malang

PENDAHULUAN

Cabai rawit (*Capsicum frutescens*) dan cabai keriting (*Capsicum annum*) merupakan jenis cabai populer yang banyak dibudidayakan di Indonesia (Mariyono & Bhattarai, 2009; Zulfitriyana, Gusriati, & Budaraga, 2016). Cabai ini memiliki beberapa perbedaan. Menurut Djarwaningsih (2005) pada cabai rawit ukurannya lebih kecil dibandingkan cabai keriting dan posisi duduk buahnya tegak sedangkan cabai keriting ukurannya lebih besar dan

lebih panjang dibanding cabai rawit lalu posisi duduk buahnya menggantung. Kedua cabai tersebut mengandung beberapa nutrisi penting, seperti berbagai vitamin (Ikpeme, Henry, & Okiri, 2014; Kantar et al., 2016), antioksidan (De Lourdes Reyes-Escogido, Gonzalez-Mondragon, & Vazquez-Tzompantzi, 2011; Palma et al., 2015), serta beberapa mineral (Ikpeme et al., 2014). Selain itu, cabai memiliki aroma, rasa pedas, dan warna yang spesifik sehingga banyak digunakan masyarakat sebagai rempah-rempah dan

bumbu masakan (Arumingtyas, Kusnadi, Sari, & Ratih, 2017; Pawar et al., 2011; Zulfitriyana et al., 2016).

Seiring berjalannya waktu, kebutuhan akan cabai semakin tinggi akibat dari meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri rumah makan yang pastinya membutuhkan pasokan cabai dalam jumlah banyak (Ardian, Sudarta, & Rantau, 2017; Mariyono & Bhattarai, 2009; Nurlenawati, Jannah, & Nimih, 2008). Sayangnya di Indonesia sendiri produksi cabai sangatlah rendah dan masih banyak terjadi kelangkaan akan kebutuhan cabai di beberapa daerah. Padahal, berdasarkan data statistik (BPS) menginformasikan bahwa konsumsi cabai mencapai 4.65 kg per kapita pertahun dengan luas pertanaman cabai pada tahun 2009 mencapai 1.378.727 ha, menempati urutan pertama terbanyak dibandingkan dengan tanaman sayuran lainnya. Ditambah lagi luas pertanaman cabai di Indonesia pada tahun 2010 meningkat dari tahun 2009 sebesar 3.102 ha yang awalnya 233.904 ha menjadi 237.105 ha.

Kurang optimalnya produktivitas budidaya cabai juga disampaikan di beberapa referensi lainnya. Arifin, Yudono, & Toekidjo (2012) menyampaikan, meskipun pertanaman tinggi akan tetapi produktivitasnya menurun dari 5.89 ton/ha menjadi 5.60 ton/ha. Selain itu, menurut Soelaiman, Ernawati (2013), produktivitas cabai di Indonesia saat ini masih tergolong rendah. Selain itu, permasalahan yang dihadapi adalah mutu cabai yang kurang baik. Dengan demikian, meskipun cabai banyak dibudidayakan tetapi produktivitasnya berdasarkan berbagai informasi tersebut masih rendah.

Banyak faktor yang menyebabkan tidak maksimalnya produksi cabai. Beberapa faktor tersebut, misalnya dari segi kualitas dan kondisi benih yang digunakan, budidaya yang kurang optimal, serta lamanya waktu pertumbuhan tanaman cabai. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian untuk meningkatkan produktivitas tanaman cabai tersebut agar produktivitas

tanaman cabai menjadi lebih baik, lebih cepat dan bermutu tinggi (Soelaiman & Ernawati, 2013). Hal ini diperkuat dengan permasalahan penelitian yang disampaikan oleh Abdullah, Muhammad, & Hashim (2017) yang menyatakan daya perkecambahan yang rendah pada cabai dapat menyebabkan penurunan drastic kualitas dan kuantitas produksi budidaya tanaman ini. Selain itu biji cabai membutuhkan suhu yang agak tinggi untuk mencapai perkecambahan secara maksimum (Arifin et al., 2012).

Pemberian Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) yang merupakan salah satu alternatif yang berpotensi mampu mempercepat perkecambahan berbagai biji tanaman (Miransari & Smith, 2014). Auksin dan giberelin merupakan contoh dari ZPT yang biasa digunakan dan terlibat dalam proses perkecambahan berbagai tanaman. Penambahan ZPT pada berbagai biji pun dilaporkan mampu menginduksi maupun mempercepat perkecambahan biji-biji tanaman yang awalnya membutuhkan waktu yang cukup lama (Adams & Tebeest, 2016; Al-hawezy, 2015; Lalitha, Rafath, & Subash, 2016; Patel & Mankad, 2014; Sharma & Jain, 2016; Vijay & Thriveni, 2012). Beberapa penelitian lain juga membuktikan bahwa pemberian ZPT juga mampu mempercepat pertumbuhan bibit tanaman. Beberapa studi tersebut diantaranya adalah penelitian Dwiati (2016) dan Lidar & Enny, (2016).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Dwiati (2016), dapat diketahui bahwa pemberian auksin dan sitokinin pada *Phalaenopsis* mempengaruhi pertumbuhan akar maupun daun tanaman tersebut. Selain itu dalam penelitian yang dilakukan Lidar & Enny, (2016) terbukti bahwa pemberian auksin dapat meningkatkan tanaman pakcoy dengan hasil terbaik pada konsentrasi 4 cc/L air. Berdasarkan laporan-laporan penelitian tersebut, auksin terlihat mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Parameter yang dapat dilihat ialah cepatnya pertumbuhan pertumbuhan organ-organ

tanaman seperti tinggi batang, panjang akar, lebar dan jumlah daun. Namun pada beberapa penelitian parameter pertumbuhan yang diukur belum merujuk pada 3 bagian nutritif tumbuhan tersebut mengingat auksin berdampak pada pertumbuhan organ organ tersebut maka sebaiknya dapat dijadikan sebagai variabel terikat (pertumbuhan) yang diukur. Variabel bebasnya sendiri ialah berbagai konsentrasi auksin yang dimaksudkan agar bisa tahu konsentrasi berapakah auksin bekerja optimal.

Auksin pada konsentrasi tertentu terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan pada tanaman. Tanggapan setiap tanaman pada berbagai konsentrasi yang auksin berbeda beda. Hal ini yang membuat perlu diadakannya penentuan berbagai konsentrasi untuk mengetahui pertumbuhan cabai lebih optimum pada konsentrasi auksin seberapa. Dengan begitu dapat membantu produktifitas pertanian yang salah satunya pada tanaman cabai yang merupakan satu tanaman rempah-rempah paling sering digunakan sehingga perlu dilakukan penelitian pada konsentrasi berapakah pengaplikasian auksin bisa diterapkan pada cabai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian auksin pada berbagai konsentrasi terhadap pertumbuhan (akar, batang, dan daun) bibit cabai rawit dan cabai keriting

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan pada Bulan April dan Mei 2018 di Margo Utomo, Dau, Malang. Pada penelitian ini, 2 jenis cabai digunakan sebagai subjek penelitian, yakni cabai rawit dan cabai keriting masing-masing sebanyak 12 bibit. Bahan yang digunakan yaitu polybag sebanyak 6 buah, media tanah, air, kertas label, hormon auksin dengan konsentrasi 2ppm dan 4ppm, penggaris, dan botol semprot.

Bibit cabai yang dipilih memiliki umur yang sama dengan tinggi kurang lebih sama pula. Bibit dipindah dalam

polybag yang berisi media tanam yang lebih besar dan telah diberi label perlakuan. Kemudian dilakukan pengukuran tinggi batang dan lebar daun awal. Setiap 2 hari sekali pada sore hari selama 3 minggu (21 hari) dilakukan penyiraman untuk perlakuan konsentrasi auksin 0 ppm dan untuk cabai dengan perlakuan auksin 2 ppm dan 4 ppm dilakukan penyemprotan auksin sesuai konsentrasi masing-masing. Pada minggu ketiga dihari terakhir dilakukan pengukuran terhadap tinggi batang, lebar daun dan juga panjang akar. Jadi data yang didapat ialah data selisih pengukuran akhir dan awal untuk tinggi batang dan lebar daun, untuk panjang akar sendiri hanya didapatkan data akhir saja.

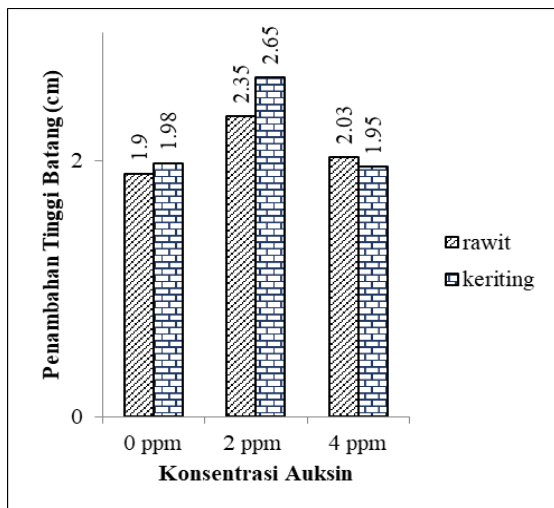
Data pengamatan tinggi batang dan lebar daun yang didapat akan dianalisis menggunakan uji ANAKOVA sedangkan panjang akar akan diuji dengan ANAVA 2 Arah. Sebelum dilakukan uji Hipotesis maka perlu dilakukan uji prasarat Normalitas dan Homogenitas terlebih dahulu. Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan Saphiro-Wilk, sedangkan uji homogenitas menggunakan uji Levene. Untuk mengetahui beda rata-rata karena pengaruh perlakuan maka dalam penelitian ini dilakukan uji lanjut Duncan. Dalam penelitian ini menggunakan taraf signifikansi sebesar 5% dan pengolahan data menggunakan bantuan aplikasi IBM SPSS statistik 22.

HASIL DAN PEMBAHASAN

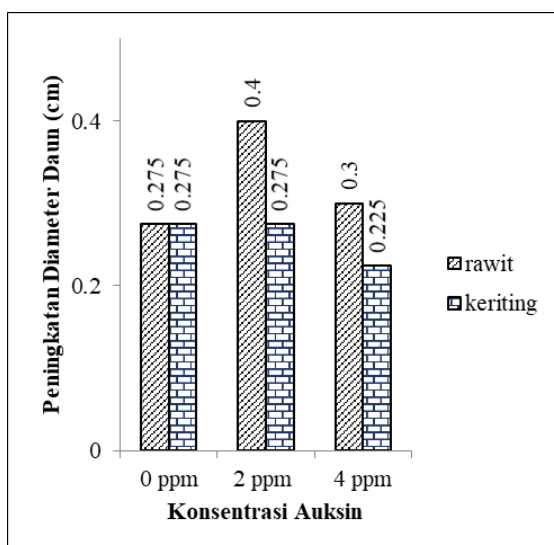
ZPT merupakan kelompok zat yang mampu mempercepat pertumbuhan berbagai tanaman. Salah satu ZPT adalah auksin. Pada penelitian ini, pengaruh auksin terhadap pertumbuhan benih cabai rawit dan cabai keriting diteliti. Parameter pertumbuhan yang diukur adalah pertumbuhan tinggi batang, lebar daun, dan panjang akar. Hasil pengukuran perubahan tinggi batang, lebar daun, dan panjang akar yang diperoleh pada penelitian ini secara

berturut-turut disajikan di Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 1, pemberian auksin mampu mempengaruhi pertumbuhan batang cabai rawit dan cabai keriting. Kecenderungan yang diperoleh adalah pemberian auksin mampu meningkatkan pertumbuhan batang cabai, namun bila konsentrasi auksin terlalu besar, maka pertumbuhan kembali menurun. Hal tersebut nampak terlihat dari hasil penelitian yang memperlihatkan rerata pertumbuhan batang tertinggi terjadi pada perlakuan pemberian auksin pada konsentrasi 2 ppm.

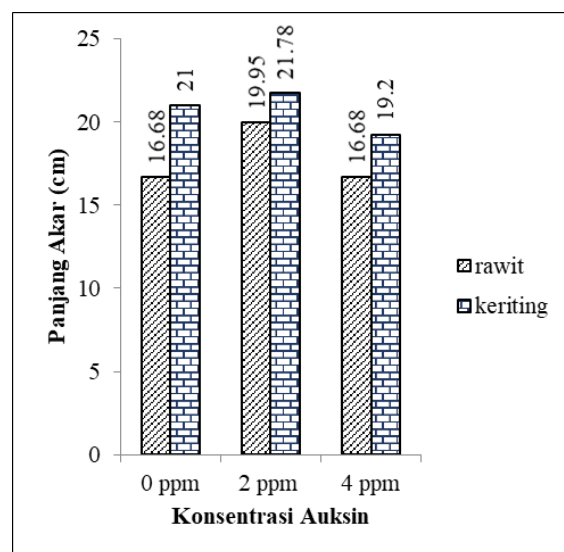


Gambar 1. Hasil perbandingan penambahan tinggi batang cabai rawit dan cabai keriting dengan konsentrasi 0 ppm, 2ppm, dan 4 ppm



Gambar 2. Hasil perbandingan penambahan lebar daun cabai rawit dan cabai keriting dengan konsentrasi 0 ppm, 2ppm, dan 4 ppm

Selanjutnya, sesuai dengan Gambar 2, pemberian auksin juga mampu mempengaruhi pertumbuhan daun. Kecenderungan yang diperoleh di parameter daun juga mirip dengan data yang diperoleh di parameter batang. Pertumbuhan tertinggi juga terjadi pada perlakuan pemberian auksin pada konsentrasi 2 ppm. Kecenderungan yang diperoleh di parameter batang maupun daun juga terjadi pada parameter akar. Data parameter akar dapat dilihat di Gambar 3.



Gambar 3. Hasil perbandingan panjang akar cabai rawit dan cabai keriting dengan konsentrasi 0 ppm, 2ppm, dan 4 ppm

Selanjutnya, data dianalisis untuk mengetahui apakah data penelitian ini memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas atau tidak. Hasil uji normalitas disajikan di Tabel 1, sedangkan hasil uji homogenitas disajikan di Tabel 2. Berdasarkan Tabel 1, dengan menggunakan Saphiro-Wilk diketahui semua data memiliki $p\text{-value} > 0,05$ sehingga data berdistribusi normal. Selanjutnya, berdasarkan Tabel 2. Berdasarkan data hasil uji homogenitas menggunakan Uji Levene diketahui semua data variabel pertumbuhan (tinggi batang, lebar daun, dan panjang akar) memiliki $p\text{-value} > 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa semua data bersifat homogen.

Tabel 1. Ragam hasil uji Normalitas pada pertumbuhan cabai rawit dan keriting dengan konsentrasi 0 ppm, 2 ppm, dan 4 ppm

Data	Statistic	df	Sig.
Batang	0,978	24	0,860
Daun	0,972	24	0,727
Akar	0,954	24	0,331

Setelah data dinyatakan normal dan homogan, maka analisis data dilanjutkan dengan Uji Anakova pada variabel tinggi batang dan lebar daun. Pada variabel panjang akar dilakukan Uji Anova 2 Arah dengan taraf signifikansi 5% untuk mengetahui adakah perbedaan hasil pertumbuhan cabai rawit dan cabai keriting dengan perlakuan berbagai konsentrasi auksin. Angka hasil uji hipotesis disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Ragam hasil uji homogenitas pada pertumbuhan cabai rawit dan cabai keriting dengan konsentrasi 0 ppm, 2ppm, dan 4 ppm

Data	Statistic	Sig.
Batang	1,482	0,245
Daun	1,480	0,245
Akar	1,224	0,338

Tabel 3. Ragam hasil uji hipotesis pengaruh auksin konsentrasi 0 ppm, 2 ppm, dan 4 ppm terhadap pertumbuhan cabai rawit dan keriting

Data	Perlakuan	F hit.	Sig.
Tinggi batang ^a	Jenis cabai	0,130	0,723
	Konsentrasi hormon	9,140	0,002
	Interaksi	0,858	0,442
Lebar daun ^a	Jenis cabai	6,976	0,180
	Konsentrasi hormon	2,731	0,094
	Interaksi	2,441	0,117
Panjang akar ^b	Jenis cabai	22,127	0,000
	Konsentrasi hormon	7,919	0,003
	Interaksi	1,467	0,257

^a = Uji Anakova

^b = Uji Anova 2 Arah

Berdasarkan tabel rangkuman uji Anakova, temuan yang didapat adalah pada variabel tinggi batang, perbedaan konsentrasi auksin memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman cabai ($p\text{-value} < \alpha$). Di sisi lain, pemberian auksin tidak memberikan pengaruh signifikan pada faktor perbedaan jenis cabai dan interaksi antara jenis cabai dan konsentrasi auksin. Hasil uji lanjut faktor konsentrasi

auksin disajikan di Tabel 4. Di sisi lain, pada parameter daun, seluruh faktor tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan lebar daun.

Selanjutnya, di parameter akar, terdapat dua faktor yang memberikan pengaruh signifikan terhadap panjang akar. Dua faktor tersebut, yaitu faktor jenis cabai dan konsentrasi hormon. Namun, interaksi di keduanya dinyatakan tidak signifikan. Hasil uji lanjut pengaruh konsentrasi auksin terhadap panjang akar cabai disajikan di Tabel 4.

Tabel 4. Rangkuman hasil uji lanjut BNT pengaruh konsentrasi auksin terhadap pertumbuhan batang cabai

Kelompok	Rerata Terkoreksi	Notasi
0 ppm	10,390	a
4 ppm	10,437	a
2 ppm	10,960	b

Keterangan : Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata sedangkan notasi berbeda sebaliknya

Tabel 5. Rangkuman hasil uji lanjut BNT pengaruh konsentrasi auksin terhadap panjang akar cabai

Kelompok konsentrasi	Rerata	Notasi
4 ppm	17,938	a
0 ppm	18,838	a
2 ppm	20,863	b

Keterangan : Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata sedangkan notasi berbeda sebaliknya

Hasil uji BNT yang disajikan di Tabel 4 maupun Tabel 5 memberikan informasi yang serupa. Perlakuan pemberian auksin dengan konsentrasi 2 ppm secara signifikan menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi, baik pada parameter batang (Tabel 4) maupun parameter akar (Tabel 5). Di sisi lain, pemberian auksin pada konsentrasi 0 dan 4 ppm tidak memberikan perbedaan yang signifikan pada kedua parameter tersebut. Temuan-temuan dari hasil analisis ini mengindikasikan bahwa auksin mampu memberikan pengaruh pada pertumbuhan namun konsentrasi auksin berperan penting pada pengoptimalan pertumbuhan tanaman cabai.

Secara alami, auksin sebenarnya dapat diproduksi oleh tanaman itu sendiri. Auksin merupakan salah satu ZPT yang berperan sebagai sinyal terhadap sel untuk melakukan pemanjangan dan disintesis di daerah meristematis pada tanaman (Hopkins & Huner, 2009; Majda & Robert, 2018). Daerah meristematis pada tanaman terkonsentrasi di ujung akar dan ujung daun (Hopkins & Huner, 2009). Oleh karena itu, keberadaan auksin bertanggung jawab sebagai salah satu zat yang menentukan pertumbuhan akar dan batang dari suatu tanaman.

Terkonsentrasinya auksin pada daerah pertumbuhan akar dan batang tidak terjadi di daun. Di daun, auksin lebih berperan pada tahapan awal pembentukan organ yang berperan dalam proses fotosintesis tersebut. Hal tersebut mungkin yang menjadi alasan mengapa pemberian auksin tidak mampu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penambahan lebar daun tanaman cabai.

Kinerja auksin dalam menstimulasi pemanjangan sel tersebut dilakukan dengan mempengaruhi ekstensibilitas dinding sel tanaman. Kinerja tersebut melibatkan regulasi auksin dalam melonggarkan dinding sel tersebut (Majda & Robert, 2018).

Dari sudut pandang molekuler, kehadiran auksin mampu memicu proses kompleks dari pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Zat ini mampu meregulasi berbagai gen dan menginduksi gen-gen tersebut untuk semakin aktif ditranskripsikan (Lavy & Estelle, 2016). Regulasi gen tersebut melibatkan beberapa ekuens reseptor di DNA, beberapa faktor transkripsi, serta beberapa represor transkripsi (Chapman & Estelle, 2009). Regulasi genetik tersebut pada akhirnya akan mengarahkan sel untuk melakukan sintesis berbagai protein pertumbuhan yang terlibat dalam pemanjangan sel dan pengembangan dinding sel.

Pada studi ini, konsentrasi paling optimal pemberian auksin adalah sebesar 2 ppm. Studi ini menginformasikan bahwa meski auksin

berperan positif terhadap pertumbuhan akar dan batang, namun keberadaan auksin dengan konsentrasi yang lebih besar belum tentu akan memberikan dampak yang lebih besar. Alasannya, auksin diketahui bekerja optimal pada konsentrasi tertentu. Sama halnya dengan zat sinyal lainnya, kinerja auksin akan lebih optimal pada konsentrasi yang rendah. Bahkan, bila konsentrasi auksin berlebihan, maka kondisi tersebut akan menghambat pertumbuhan tanaman. Lebih lanjut, optimalnya konsentrasi auksin terhadap pertumbuhan berbeda-beda, bergantung pada jenis tanamannya (Suprpto, 2004). Hal ini yang menjelaskan mengapa pada perlakuan auksin konsentrasi 4 ppm, pertumbuhan tanaman kembali mengalami penurunan.

KESIMPULAN

Auksin merupakan salah satu ZPT yang diindikasikan mampu mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Studi ini melaporkan bahwa pemberian auksin juga mampu mempengaruhi pertumbuhan tanaman cabai rawit dan keriting. Pertumbuhan yang dimaksud adalah pertumbuhan tinggi batang dan panjang akar. Pemberian auksin dengan konsentrasi 2 ppm disimpulkan sebagai perlakuan yang paling optimal dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. N. A., Muhammad, N. A., & Hashim, S. N. (2017). A preliminary study on pre-treatment solutions towards chili seeds germination. *Journal of Academia UiTM Negeri Sembilan*, 5, 61–68. Retrieved from https://nsembilan.uitm.edu.my/joacns/images/v5_n1/pdf/SitiNurAzmu1_5_1_A8.pdf
- Adams, R. P., & Tebeest, A. K. (2016). The effects of gibberellic acid (GA₃), Ethrel, seed soaking and pre-treatment storage temperatures on seed germination of *Helianthus annuus* and *H. petiolaris*. *Phytologia*, 98(3), 213–218. Retrieved from <http://www.phytologia.org/uploads/2/>

- 3/4/2/23422706/98_3_213-218adams_germination_of_sunflower_seeds.pdf
- Al-hawezy, S. M. N. (2015). The role of the different concentrations of GA₃ on seed germination and seedling growth of loquat (*Eriobotrya japonica* L.). *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences*, 27(4), 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2003.12.006>
- Ardian, R., Sudarta, W., & Rantau, I. K. (2017). Perbandingan pendapatan usahatani cabai Rawit dengan menggunakan pupuk anorganik dan pupuk campuran (organik, dan anorganik) (Studi kasus di Subak Kudungan, Desa Bontihing, Kecamatan Kubutambahan, Kabupaten Buleleng). *Journal of Agribusiness and Agritourism*, 6(2), 240–248. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/165127-ID-perbandingan-pendapatan-usahatani-cabai.pdf>
- Arifin, Z., Yudono, P., & Toekidjo, T. (2012). Pengaruh konsentrasi GA₃ terhadap pembungaan dan kualitas benih cabai merah keriting (*Capsicum annum* L.). *Vegetalika*, 1(4), 1–7. <https://doi.org/10.1093/icb/icy006/4989945>
- Arumingtyas, E. L., Kusnadi, J., Sari, D. R. T., & Ratih, N. (2017). Genetic variability of Indonesian local chili pepper: The facts. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 050002). <https://doi.org/10.1063/1.5012726>
- Chapman, E. J., & Estelle, M. (2009). Mechanism of auxin-regulated gene expression in plants. *Annual Review of Genetics*, 43(1), 265–285. <https://doi.org/10.1146/annurev-genet-102108-134148>
- De Lourdes Reyes-Escogido, M., Gonzalez-Mondragon, E. G., & Vazquez-Tzompantzi, E. (2011). Chemical and pharmacological aspects of capsaicin. *Molecules*, 16(2), 1253–1270. <https://doi.org/10.3390/molecules16021253>
- Djarwaningsih, T. (2005). *Capsicum* spp. (Chilli): origin, distribution, and its economical value. *Biodiversitas, Journal of Biological Diversity*, 6(4), 292–296. <https://doi.org/10.13057/biodiv/do60417>
- Dwiati, M. (2016). Peran zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin terhadap pertumbuhan semai anggrek *Phalaenopsis*, 1–6.
- Hopkins, W. G., & Huner, N. P. A. (2009). *Introduction to plant physiology*. Danvers: John Wiley & Sons, Inc.
- Ikpeme, C. E., Henry, P., & Okiri, O. A. (2014). Comparative evaluation of the nutritional, phytochemical and microbiological quality of three pepper varieties. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2(3), 74. <https://doi.org/10.11648/j.jfns.20140203.15>
- Kantar, M. B., Anderson, J. E., Lucht, S. A., Mercer, K., Bernau, V., Case, K. A., ... Baumler, D. J. (2016). Vitamin variation in capsicum spp. provides opportunities to improve nutritional value of human diets. *PLoS ONE*, 11(8), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161464>
- Lalitha, J., Rafath, H., & Subash, M. (2016). Effect of gibberellic acid and indole 3-acetic acid on seed germination performance of horse gram (*Macrotyloma uniflorum*) Lam (Verdc). *Journal of Applied and Advanced Research*, 1(2), 36–40. <https://doi.org/10.21839/jaar.2016.v1i2.24>
- Lavy, M., & Estelle, M. (2016). Mechanisms of auxin signaling. *Development*, 143(18), 3226–3229. <https://doi.org/10.1242/dev.131870>
- Majda, M., & Robert, S. (2018). The role of auxin in cell wall expansion. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(4). <https://doi.org/10.3390/ijms19040951>
- Mariyono, J., & Bhattarai, M. (2009). *Chili production practices in Central Java, Indonesia: a baseline report*. Tainan. Retrieved from http://203.64.245.61/fulltext_pdf/EB/2001-2010/eb0118.pdf
- Miransari, M., & Smith, D. L. (2014). Plant hormones and seed germination. *Environmental and Experimental Botany*, 99, 110–121. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.11.005>
- Mutryarny, E., & Lidar, S. (2018). Respon tanam pakcoy (*Brassica rapa* L) akibat pemberian zat pengatur tumbuh hormonik. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 14(2). Retrieved from <https://journal.unilak.ac.id/index.php/jip/article/view/258>
- Nurlenawati, N., Jannah, A., & Nimih.

- (2008). Respon pertumbuhan dan hasil tanaman cabai merah (*Capsicum annuum* L.) varietas prabu terhadap berbagai dosis pupuk fosfat dan bokashi jerami limbah jamur merang. *Agrika*, 4(1), 9–20.
- Palma, J. M., Sevilla, F., Jiménez, A., Del Río, L. A., Corpas, F. J., Álvarez De Morales, P., & Camejo, D. M. (2015). Physiology of pepper fruit and the metabolism of antioxidants: Chloroplasts, mitochondria and peroxisomes. *Annals of Botany*, 116(4), 627–636. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv121>
- Patel, R. G., & Mankad, A. (2014). Effect of gibberellins on seed germination of *Tithonia rotundifolia* Blake. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(3), 10680–10684. Retrieved from https://www.ijirset.com/upload/2014/march/103_EFFECT.pdf
- Pawar, S. S., Bharude, N. V., Sonone, S. S., Deshmukh, R. S., Raut, A. K., & Umalkar, A. R. (2011). Chillies as food, spice and medicine: A perspective. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 1(3), 311–318. Retrieved from https://www.ijpbs.com/ijpbsadmin/upload/ijpbs_50c8439388e3e.pdf
- Sharma, A., & Jain, N. (2016). A Study on effect of gibberlic acid on seed germination of urad bean. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(4), 347–350. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2016.504.041>
- Soelaiman, V., & Ernawati, A. (2013). Pertumbuhan dan perkembangan cabai keriting (*Capsicum annuum* L.) secara in vitro pada beberapa konsentrasi BAP dan IAA. *Bul. Agrohorti*, 1(1), 62–66. Retrieved from <https://journal.ipb.ac.id/index.php/bulagron/article/view/6284>
- Soelaiman, V., Ernawati, A., & Pertanian, F. (2013). Pertumbuhan dan perkembangan cabai leriting (*Capsicum annuum* L.) secara in vitro pada beberapa konsentrasi BAP dan IAA. *Bul. Agrohorti*, 1(1), 62–66. <https://doi.org/10.29244/agrob.1.1.62-66>
- Suprpto, A. (2004). Auksin: Zat Pengatur tumbuh penting meningkatkan mutu stek tanaman, 21(1). Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/17658-ID-auksin-zat-pengatur-tumbuh-penting-meningkatkan-mutu-stek-tanamam.pdf>
- Vijay, C. R., & Thriveni, M. C. (2012). Effect of growth regulators on seed germination and its significance in the management of *Aeginetia indica* L. — A root holoparasite. *American Journal of Plant Sciences*, 3, 1490–1494. <https://doi.org/10.4236/ajps.2012.310179>
- Zulfitriyana, Gusriati, H. G., & Budaraga, I. K. (2016). Analysis of factors affecting demand red chili pepper (*Capsicum annum* L) In Solok and effort fulfillment. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 5(08), 159–173. Retrieved from <http://www.ijstr.org/final-print/aug2016/Analysis-Of-Factors-Affecting-Demand-Red-Chili-Pepper-capsicum-Annum-L-In-Solok-And-Effort-Fulfillment.pdf>