

Original research

# PENGARUH KEKERINGAN TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN DAN KADAR KALSIMUM OKSALAT DAUN BAYAM (*Amaranthus tricolor* L. Var. Giti Hijau)

Imam Safir Alwan Nurza

Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta

## Abstrak:

Bayam merupakan tanaman sayuran yang memiliki kandungan kalsium oksalat di daunnya. Salah satu peran kalsium oksalat dalam tanaman adalah toleransi pada kekeringan. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh kekeringan terhadap pertumbuhan dan kandungan kalsium oksalat daun bayam varietas Giti Hijau. Metode penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan perlakuan penyiraman setiap hari dan penyiraman ketika layu 50%. Perlakuan penyiraman setiap hari dilakukan pada waktu pagi dan sore sedangkan perlakuan penyiraman ketika layu 50% dilakukan pada setengah populasi tanaman yakni 48 tanaman. Setiap perlakuan dilakukan dengan 12 ulangan. Setiap ulangan terdiri dari 4 unit percobaan, sehingga total 192 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdapat 3 tanaman dengan 1 tanaman diamati dan 2 tanaman yang tidak diamati akan dipotong. Tanaman yang diamati memiliki tinggi tanaman yang sama. Berat basah, berat kering, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar, dan kandungan kalsium oksalat diamati selama sebulan. Data dianalisis secara statistika dengan uji T tidak berpasangan. Jumlah daun dan jumlah daun cabang dianalisis dengan khi kuadrat. Hasil penelitian menunjukkan kekeringan hanya mempengaruhi pertumbuhan bayam varietas Giti Hijau dan tidak mempengaruhi kandungan kalsium oksalat. Pengaruh kekeringan terhadap varietas Giti Hijau menghasilkan respon tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan panjang akar lebih tinggi dibandingkan penyiraman setiap hari, kecuali berat basah yang mengalami penurunan. Sementara itu, berat kering tidak terdapat pengaruh yang signifikan.

Kata kunci: *Amaranthus tricolor*, Giti Hijau, Kalsium Oksalat, Kekeringan, Pertumbuhan

## Abstract:

*Amaranth* is a vegetable plant that contains calcium oxalate in its leaves. One of the roles of calcium oxalate in plants is drought tolerance. This study aimed to determine the effect of drought on the growth and calcium oxalate content of spinach leaves of Giti Hijau varieties. The research method used a randomized block design with everyday watering treatment and watering when plant wilted at 50%. The daily watering treatment carried out in the morning and evening, while the watering treatment of 50% withered plant carried out on half the plant population (48 plants). There were 12 repetitions per treatment. Each replicate consisted of 4 experimental units with total experiment are 192 units. Each experimental unit contained three plants: one observed and two plants were cut. The observed plants have the same plant height. Wet weight, dry weight, plant height, number of leaves, leaf area, root length, and calcium oxalate content were observed for a month. The data was analyzed statistically with an independent T-test. The number of leaves data was analyzed by chi-square. The results showed that drought only affected the growth of amaranth Giti Hijau varieties and did not affect the calcium oxalate content. The effect of drought on the Giti Hijau variety resulted in a higher response of plant height, the number of leaves, leaf area, and root length compared to daily watering, except for the decreased wet weight. Meanwhile, the dry weight had no significant effect.

Keywords: *Amaranthus tricolor*, Calcium Oxalate, Drought, Giti Hijau, Growth

## Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman komoditas budidaya (Wibowo dan Asriyanti, 2017; Wahyudie, 2020). Salah satu komoditas yang dibudidaya dan memiliki nilai komersial adalah bayam (*Amaranthus tricolor* L.). Bayam merupakan sayuran yang dikonsumsi karena sayuran ini mengandung gizi, vitamin, dan mineral yang bermanfaat bagi tubuh manusia. Sayuran ini dapat tumbuh di daerah tropika dan subtropika (Kusumawati *et al.*, 2015; Kasmira *et al.*, 2018).

Bayam memiliki morfologi batang mengandung air (*herbaceous*), daun berbentuk bulat telur dengan ujung agak meruncing, tepi berombak, daging daun lunak, dan urat-urat daunnya jelas. Warna daun bervariasi mulai dari hijau muda, hijau tua, dan merah (Paredes-López, 2018; Khurana *et al.*, 2013; Rahman dan Gulshana, 2014). Bayam memiliki kandungan protein yang cukup tinggi, steroid, asam lemak, besi, kalsium, kalsium oksalat, asam oksalat, dan karoten. Tanaman ini memiliki manfaat untuk menurunkan kadar kolesterol, mencegah sakit gusi, merawat kulit kepala dan

rambut, dan mengobati rasa lesu akibat anemia. Kandungan seratnya yang tinggi sangat bagus bagi pencernaan (Aneja *et al.*, 2011; Xiao *et al.*, 2012). Bayam memiliki kalsium oksalat berbentuk roset (*crystal druse*) di dalam daunnya (Capacio dan Belonias, 2018; Anitha dan Sandhiya, 2014).

Penelitian kadar kalsium oksalat pada bayam (*Amaranthus tricolor* L.) telah dilakukan. Penelitian tersebut dilakukan oleh Hasin dan Zain (2019) yang hasilnya memperlihatkan bahwa kadar kalsium oksalat lebih tinggi di daun dibandingkan dengan di batang pada tanaman bayam. Kalsium oksalat diteliti karena kristal ini memiliki peran penting bagi fisiologis tumbuhan yang diantara lain adalah pertahanan dari hewan herbivora, serangga dan patogen, meningkatkan toleransi terhadap logam berat dan kekeringan, serta homeostasis kalsium. Kalsium oksalat dapat dibentuk dalam kondisi terdapat kalsium di lingkungan, seperti daerah karst atau daerah dengan lingkungan berkapur (Nakata dan Paul, 2012; Faheed *et al.*, 2013, Wei *et al.*, 2018).

Kalsium oksalat diteliti pada tanaman bayam untuk mendapatkan informasi keragaan tentang kadar kalsium oksalat ketika kondisi basah dan kering. Bagian tanaman bayam yang dipilih adalah daun, karena daun memiliki kadar kalsium oksalat yang tinggi di dalamnya dibandingkan batang (Hasin dan Zain, 2019).

Penelitian ini menggunakan bayam varietas Giti Hijau untuk mengetahui pertumbuhan tanaman dan kadar kalsium oksalat daun bayam yang dihasilkan akibat cekaman kekeringan. Dipilih bayam varietas Giti Hijau karena termasuk varietas unggul dalam produksi bayam di Indonesia yang memiliki daya hasil tinggi dan stabil dalam berinteraksi dengan lingkungan (Saparinto, 2013).

## **Bahan dan Metode**

### **Rancangan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan kekeringan artifisial melalui intensitas penyiraman, yaitu disiram setiap hari (A) dan disiram ketika layu 50% (B). Perlakuan intensitas penyiraman ini diaplikasikan pada varietas bayam sebagai tanaman uji, yaitu *Amaranthus tricolor* Var. Giti Hijau (GH). Setiap perlakuan dilakukan sebanyak 12 ulangan. Setiap ulangan terdiri dari empat unit percobaan, sehingga total ada 192 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari

tiga tanaman dengan satu tanaman diamati dan dua tanaman yang tidak diamati akan dipotong. Tanaman yang diamati memiliki tinggi tanaman yang homogen atau sama.

### **Alat dan Bahan Penelitian**

Alat yang digunakan adalah buret, Erlenmeyer, statif, gelas ukur, mikroskop cahaya, kaca preparat, timbangan analitik, *hot plate*, kamera, pipet gondok, mortar, corong gelas, baki, botol ukuran 1500 ml, labu ukur, oven, termometer raksa, penggaris, alat tulis, dan timbangan gram. Bahan yang digunakan adalah kertas filter *Whatman*, tisu, tanah merah, kertas koran, pupuk kandang sapi, benih varietas bayam Giti Hijau, aquadest, larutan  $\text{KMnO}_4$  0,01 N, larutan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  0,01 N, dan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2 N.

### **Penanaman dan Penyiraman Tanaman**

Penanaman tanaman bayam varietas Giti Hijau dilakukan dengan benih ditanam secara ditaburi sebanyak 3 benih di atas botol plastik ukuran 1500 ml dengan diameter 7 cm sebagai pot berisi tanah merah dan pupuk sapi kandang dengan perbandingan 1:1 v/v di rumah kaca. Benih ditumbuhkan hingga 10 hari setelah tanam (HST) dan diberi perlakuan pada 11-28 HST dengan dua intensitas penyiraman, yaitu disiram setiap hari dan disiram ketika layu 50%. Intensitas penyiraman dengan disiram setiap hari dilakukan pada waktu pagi dan sore. Disiram ketika layu 50% dilakukan pada setengah dari populasi 96 tanaman yang mengalami kelayuan, yaitu 48 tanaman layu baru akan disiram pada seluruh kelompok yang diberi perlakuan cekaman kekeringan. Kriteria disiram ketika layu 50% adalah tanaman layu yang ditunjukkan pada layu daun. Penyiraman menggunakan air sebanyak 200 ml (Mukhtar, 2016) pada setiap tanaman. Pengukuran parameter pertumbuhan dilakukan setiap tiga hari sekali dari hari ke-13 HST sampai dengan 25 HST. Pengukuran parameter hasil panen dilakukan pada hari ke-28 HST. Pengukuran kadar kalsium oksalat dilakukan dengan memetik daun ke-5 dari setiap tanaman ketika populasi tanaman layu 50%.

### **Pengukuran Pertumbuhan Tanaman**

Pertumbuhan tanaman diukur pada 192 tanaman yang telah ditumbuhkan. Pertumbuhan yang diukur adalah tinggi tanaman (cm), jumlah daun, luas

daun (cm<sup>2</sup>), berat basah dan kering (g), dan panjang akar (cm). Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang hingga ujung apikal. Pengukuran dilakukan pada setiap tanaman dengan menggunakan penggaris. Jumlah daun dihitung pada setiap tanaman. Daun yang dihitung adalah daun sejati, kecuali daun lembaga. Daun lembaga tidak dihitung karena terbentuk sejak dalam tahap biji dan bersifat tetap. Luas daun diukur pada setiap daun tanaman dengan menggunakan aplikasi Image J. Luas daun diukur karena merupakan parameter yang komprehensif dalam dimensi panjang dan lebar daun. Berat basah diukur pada setiap tanaman dengan menggunakan timbangan gram pada saat panen. Pengukuran berat kering dilakukan dengan membungkus tanaman menggunakan kertas koran. Berat kering ditimbang setelah setiap tanaman dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 70–80 °C selama 3x24 jam (Hwang *et al.*, 2018). Panjang akar diukur dari pangkal akar hingga ujung akar pada setiap tanaman dengan menggunakan penggaris pada saat panen. Pengukuran akar dilakukan pada akar terpanjang.

### **Pengukuran Kadar Kalsium Oksalat**

Standarisasi titrasi permanganometri dilakukan dengan menggunakan larutan KMnO<sub>4</sub> 0,01 N dengan larutan H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 0,01 N dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 N. Standarisasi dilakukan dengan melarutkan 10 ml larutan H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 0,01 N dengan 5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 N dan dipanaskan pada suhu 70-80 °C selama 10 menit. Titrasi dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan sampai warna merah muda seulas. Daun bayam diambil saat mengalami kekeringan sebanyak 4 daun dan ditimbang seberat 1,6 g pada setiap ulangan, ditumbuk dengan mortar, dan disaring menggunakan kertas filter *Whatman* ke dalam gelas ukur. Filtrat direbus dengan menggunakan *hot plate* selama 15 menit pada suhu 100 °C untuk mendapatkan ekstrak kalsium oksalat (Hasin dan Zain, 2019). Setelah itu, didiamkan selama 15 menit pada suhu ruang. Penetapan kadar kalsium oksalat dilakukan dengan cara diambil ekstrak kalsium oksalat daun bayam 0,5 ml pada setiap perlakuan dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml. Aquadest ditambahkan sampai tepat tanda batas dan dikocok secara bolak-balik. Ekstrak daun bayam yang sudah diencerkan dipindahkan ke dalam Erlenmeyer sebanyak 10 ml. Sebanyak 5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 N ditambahkan ke ekstrak

daun bayam yang sudah diencerkan dan kemudian dipanaskan pada suhu 70-80 °C selama 10 menit. Larutan KMnO<sub>4</sub> 0,01 N ditambahkan sampai merah muda seulas (Fitriani *et al.*, 2016). Pengulangan sebanyak 3 kali dilakukan pada setiap perlakuan. Rumus kadar kalsium oksalat sebagai berikut.

$$\text{Kadar Kalsium Oksalat} = \frac{V \text{ KMnO}_4 \times N \text{ KMnO}_4 \times \text{BE Ca}}{\text{Berat daun (g)}} \times 100\%$$

Keterangan:

V KMnO<sub>4</sub> : Volume kalium permanganat

N KMnO<sub>4</sub> : Mol kalium permanganat

BE Ca : Berat ekiv kalsium (20 amu/jumlah ion yang dilepas)

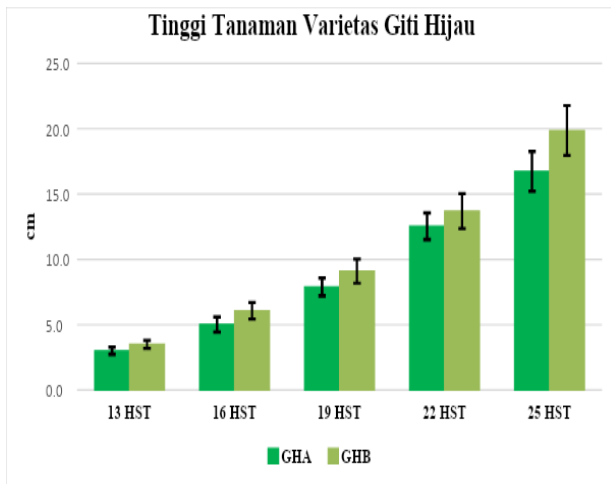
### **Analisis Statistika**

Data dianalisis dengan menggunakan uji T tidak berpasangan (*independent samples T test*) dengan uji prasyarat berupa uji normalitas Shapiro-Wilk untuk mengetahui data yang diperoleh memiliki distribusi normal atau tidak dengan sig. = 0.05. Analisis data dilakukan dengan uji T tidak berpasangan karena hanya dua perlakuan yang diuji dalam penelitian, yaitu disiram setiap hari (A) dan disiram ketika layu 50% (B) pada tanaman bayam varietas Giti Hijau. Oleh karena itu, analisis dilakukan pada antar perlakuan dalam jenis varietas tanaman yang sama. Analisis data jumlah daun dan jumlah daun cabang dengan menggunakan khi kuadrat, karena data parameter ini berupa data skala nominal.

## **Hasil dan Pembahasan**

### **Tinggi Tanaman**

Tinggi tanaman adalah parameter dasar yang dijadikan patokan keragaan sebelum perlakuan (usia tanaman 10 HST). Pemilihan awal perlakuan dimulai pada usia tanaman 11 HST karena pada usia ini tanaman sudah tumbuh stabil dengan rata-rata tinggi yang sama. Hasil uji T tidak berpasangan menunjukkan perlakuan disiram setiap hari dan disiram ketika layu 50% memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman bayam varietas Giti Hijau (Tabel 1). Tanaman bayam varietas Giti Hijau yang disiram ketika layu 50% (GHB) memiliki tinggi yang berbeda secara signifikan dibandingkan bayam varietas Giti Hijau yang disiram setiap hari (GHA) (Gambar 1).



Gambar 1. Tinggi tanaman bayam varietas Giti Hijau disiram setiap hari (GHA) dan Giti Hijau disiram ketika layu 50% (GHB) selama 25 hari

Pertumbuhan tinggi tanaman bayam dalam kondisi kering lebih tinggi daripada kondisi basah. Ini diduga karena bayam merupakan tanaman C3-C4 *intermediate*. Tanaman C3-C4 *intermediate* pada saat kondisi basah menggunakan sistem fotosintesis C3. Namun, saat kondisi kering menggunakan sistem fotosintesis C4. Ketika menggunakan sistem fotosintesis C3, produktivitas fotosintat diperkirakan lebih rendah karena ada pengaruh fotorespirasi. Fotorespirasi merupakan kondisi dimana tanaman kekurangan karbon dan banyak mengikat oksigen akibat cekaman kekeringan karena afinitas enzim RuBisCo lebih banyak berikatan dengan oksigen dan ini terjadi di mesofil daun. Hal ini yang diperkirakan dapat menurunkan produktivitas fotosintat. Sedangkan ketika mengalami cekaman kekeringan, tanaman C3-C4 *intermediate* beralih menggunakan sistem fotosintesis C4 yang efisiensi produktivitas fotosintatnya menjadi lebih tinggi. Ini karena sistem fotosintesis C4 tidak mengalami fotorespirasi dan sistem fotosintesisnya tidak terjadi di mesofil, melainkan di sel pembuluh seludang. Sehingga, afinitas enzim RuBisCo diperkirakan lebih banyak berikatan dengan karbon daripada oksigen. Efisiensi produktivitas fotosintat diperkirakan digunakan oleh tanaman bayam yang tercekam kering untuk terus menumbuhkan tanaman. Produktivitas fotosintat yang tinggi akan memudahkan tanaman untuk menjaga kesetimbangan tumbuhnya dalam menghadapi kurangnya air pada media tanam. Pola ini yang diperkirakan menjadi penyebab mengapa pertumbuhan tinggi tanaman kedua varietas bayam

ketika diberi cekaman kering 50% menjadi meningkat.

Tabel 1. Uji T tidak berpasangan pada tren pertumbuhan tanaman bayam varietas Giti Hijau selama 25 hari

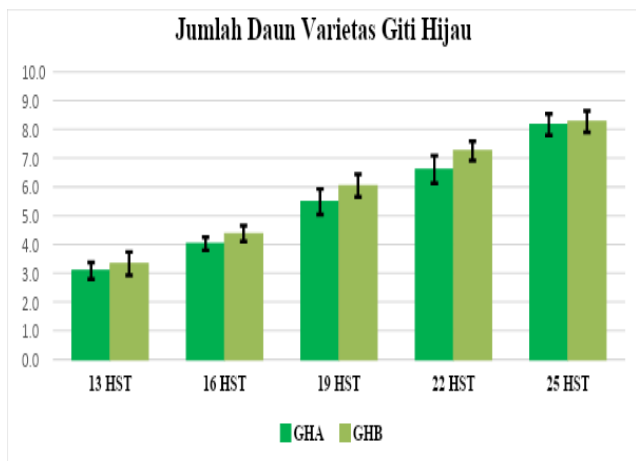
Observasi	Periode (HST)	Sig.
Tinggi tanaman (cm)	13	0,001*
	16	0,000*
	19	0,001*
	22	0,026*
	25	0,000*
Jumlah daun	13	0,587
	16	0,122
	19	0,307
	22	0,500
	25	0,614
Luas daun (cm <sup>2</sup> )	13	0,000*
	16	0,000*
	19	0,000*
	22	0,000*
	25	0,000*

Keterangan: Tanda (\*) menunjukkan beda secara signifikan dengan sig. < 0,05.

Pernyataan ini sesuai dengan Rosa dan Müller (2021) yang menjelaskan bahwa tanaman C3-C4 *intermediate* diduga memiliki kemampuan untuk beralih dari sistem fotosintesis C3 ke C4 dalam meningkatkan efisiensi fotosintesis. Kemampuan memodifikasi sistem fotosintesis ini pada tanaman diperlukan untuk menghindari fotorespirasi karena komponen ini dapat mempengaruhi pengabsorpsian karbon untuk produktivitas fotosintat sehingga efisiensi dalam produktivitas fotosintat memainkan peran penting dalam tanaman untuk bertahan terhadap cekaman abiotik.

### Jumlah Daun

Jumlah daun bayam varietas Giti Hijau yang disiram setiap hari dan disiram ketika layu 50% menunjukkan hasil tidak berbeda secara signifikan (Tabel 1). Tanaman bayam varietas Giti Hijau yang disiram ketika layu 50% (GHB) memiliki jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan jumlah daun bayam varietas Giti Hijau yang disiram setiap hari (GHA) (Gambar 2).

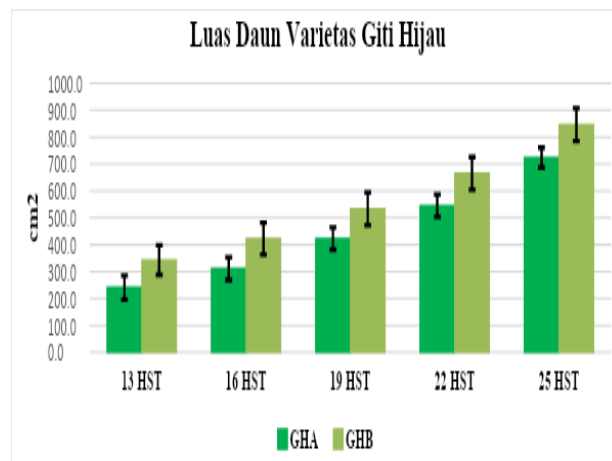


Gambar 2. Jumlah daun bayam varietas Giti Hijau disiram setiap hari (GHA) dan Giti Hijau disiram ketika layu 50% (GHB) selama 25 hari

Jumlah daun bayam varietas Giti Hijau dalam kondisi kering lebih banyak dibandingkan kondisi basah. Ini diperkirakan karena produktivitas fotosintat ketika mengalami cekaman kekeringan diperkirakan digunakan oleh tanaman bayam yang tercekam kering untuk terus menumbuhkan daun sebagai organ fotosintesis. Fotosintesis yang tinggi akan menghasilkan fotosintat yang tinggi dan memudahkan tanaman untuk menjaga pertumbuhannya dalam menghadapi kurangnya air pada media tanam. Pernyataan ini sesuai dengan Shanker dan Venkateswarlu (2011) dan Kumar (2020) yang menjelaskan bahwa tanaman yang mengalami cekaman kekeringan akan menurun fotosintesisnya sehingga fotosintat yang dihasilkan berkurang. Tanaman yang beradaptasi pada cekaman kering memiliki konsentrasi karbon yang tinggi. Ini diduga meningkatkan fotosintesis yang memudahkan tanaman untuk bertahan terhadap cekaman kekeringan.

### Luas Daun

Luas daun bayam varietas Giti Hijau yang disiram setiap hari (GHA) dan disiram ketika layu 50% (GHB) menunjukkan hasil uji T tidak berpasangan berbeda secara signifikan (Tabel 1). Tanaman bayam bayam varietas Giti Hijau yang disiram ketika layu 50% (GHB) memiliki luas daun yang berbeda secara signifikan dibandingkan bayam varietas Giti Hijau yang disiram setiap hari (GHA) ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Luas daun bayam varietas Giti Hijau disiram setiap hari (GHA) dan Giti Hijau disiram ketika layu 50% (GHB) selama 25 hari

Yang *et al.* (2021) menjelaskan bahwa perubahan luas daun secara langsung mempengaruhi fotosintesis dan hasil tanaman adalah salah satu ciri daun tanaman yang paling mudah diamati di bawah cekaman kekeringan. Perubahan luas daun tanaman ada hubungannya dengan tekanan turgor daun, suhu tajuk, dan ketersediaan fotoasimilat. Perubahan ini mengarah ke negatif karena kondisi cekaman kekeringan menyebabkan tekanan turgor dan laju fotosintesis daun menurun yang mengarah pada penurunan luas daun (Taiz dan Zeiger, 2015).

Luas daun tanaman bayam kedua varietas tumbuh lebih tinggi dalam kondisi kering daripada kondisi basah. Hal ini diduga karena efisiensi produktivitas fotosintat yang dihasilkan diperkirakan digunakan oleh tanaman. Efisiensi produktivitas fotosintat yang tinggi akan memudahkan tanaman untuk menumbuhkan ukuram luas daun dalam kondisi cekaman kering. Pernyataan ini sesuai dengan Kapoor *et al.* (2020) yang menjelaskan bahwa cekaman kekeringan mempengaruhi secara signifikan pada luas daun tanaman. Pertumbuhan luas daun tanaman juga meningkat pada lingkungan cekaman kekeringan. Peningkatan pertumbuhan ini diduga sebagai adaptasi tanaman melalui produktivitas fotosintat yang digunakan untuk bertahan menghadapi cekaman kekeringan.

### Berat Basah dan Kering

Berat basah dan kering bayam varietas Giti Hijau yang disiram setiap hari (GHA) dan disiram ketika layu 50% (GHB) menunjukkan hasil uji T tidak berpasangan tidak berbeda secara signifikan. Tanaman bayam varietas Giti Hijau yang disiram

setiap hari (GHA) memiliki berat basah yang lebih besar dibandingkan berat basah bayam varietas Giti Hijau yang disiram ketika layu 50% (GHB). Ini menunjukkan bahwa pada kondisi cekaman kekeringan tanaman bayam varietas Giti Hijau yang disiram ketika layu 50% (GHB) mengalami penurunan berat basah pada saat panen daripada bayam varietas Giti Hijau yang disiram setiap hari (GHA). Berat kering tanaman bayam varietas Giti Hijau yang disiram ketika layu 50% (GHB) memiliki berat lebih besar dibandingkan bayam varietas Giti Hijau yang disiram setiap hari (GHA) (Tabel 2).

Hasil penelitian ini sesuai dengan Gano *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa tanaman yang diberikan air akan memiliki berat lebih besar setelah panen, tetapi mengalami penurunan pada kondisi cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan juga memberikan pengaruh yang signifikan pada berat tanaman (Jafari *et al.*, 2019; Bidgoli, 2018; Yang *et al.*, 2021). Preeyanuch *et al.* (2018) juga menyatakan bahwa berat tanaman yang terkena cekaman kekeringan mengalami penurunan dibandingkan dengan tanaman yang diberikan air.

Tabel 2. Berat basah dan kering bayam varietas Giti Hijau pada saat panen

Bayam	Berat Basah	Berat Kering
GHA	9,1±2,1	0,9±0,3
GHB	8,0±1,2	1,1±0,2
Uji T	0,125	0,138

Keterangan:

1. Berat basah dan berat kering pada varietas Giti Hijau menunjukkan tidak berbeda secara signifikan (sig. > 0,05) dengan uji T tidak berpasangan
2. Angka yang tertera adalah mean±SE
3. GHA = bayam varietas Giti Hijau disiram setiap hari
4. GHB = bayam varietas Giti Hijau disiram ketika layu 50%

Tanaman bayam yang memiliki berat lebih besar dalam kondisi kering daripada kondisi basah. Ini diduga karena produktivitas fotosintat yang dihasilkan tinggi melalui fotosintesis pada tanaman. Produktivitas fotosintat yang tinggi ini diperkirakan digunakan oleh tanaman untuk meningkatkan berat tanaman dan memudahkan tanaman bertahan dalam menghadapi cekaman kekeringan.

Pernyataan ini sesuai dengan Sage *et al.* (2012) juga menjelaskan bahwa tanaman yang hidup pada lingkungan cekaman kekeringan memungkinkan aktivitas fotosintesis akan terganggu dan fotorespirasi menjadi tinggi. Fotorespirasi yang

tinggi akan menghambat pertumbuhan dan menurunkan daya hasil tanaman. Sehingga, tanaman yang tidak mengalami fotorespirasi dapat meningkatkan aktivitas fotosintesis dan menghasilkan fotosintat yang tinggi. Ini karena tersedia karbon secara internal yang dikonsentrasikan pada RuBisCo untuk bertahan dalam cekaman kekeringan.

### Panjang Akar

Panjang akar bayam varietas Giti Hijau yang disiram setiap hari (GHA) dan disiram ketika layu 50% (GHB) saat panen menunjukkan hasil uji T tidak berpasangan berbeda secara signifikan. Ini menyatakan bahwa tanaman bayam varietas Giti Hijau memiliki pengaruh yang signifikan pada panjang akar. Tanaman bayam varietas Giti Hijau yang disiram ketika layu 50% (GHB) memiliki panjang akar yang berbeda secara signifikan dibandingkan panjang akar bayam varietas Giti Hijau yang disiram setiap hari (GHA) (Tabel 3).

Tabel 3. Panjang akar bayam varietas Giti Hijau pada saat panen

Bayam	Mean±SE	Uji T
GHA	37,0±3,4	0,003
GHB	41,3±2,8	

Keterangan:

1. Bayam varietas Giti Hijau menunjukkan berbeda secara signifikan (sig. < 0,05) dengan uji T tidak berpasangan
2. GHA = bayam varietas Giti Hijau disiram setiap hari
3. GHB = bayam varietas Giti Hijau disiram ketika layu 50%

Panjang akar bayam varietas Giti Hijau yang terkecam kekeringan sesuai dengan Djazuli (2010) menyatakan bahwa mekanisme morfo-fisiologis tanaman untuk menghindari dari cekaman kekeringan dengan kemampuan tanaman memanjangkan akarnya untuk mencari sumber air jauh dari permukaan tanah pada saat terjadi kekeringan di area dekat permukaan tanah.

Hasil penelitian ini pada tanaman bayam varietas Giti Hijau sesuai dengan Riaz *et al.* (2013) menjelaskan bahwa pertumbuhan dan produktivitas tanaman di bawah cekaman kekeringan sangat terkait dengan panjang akar. Dimana pertumbuhan akar yang lebih tinggi pada kondisi defisit air dapat meningkatkan toleransi kekeringan pada tanaman. Penghindaran kekeringan karena sistem akar yang mendalam meningkatkan kemampuan tanaman

untuk mendapatkan air adalah mekanisme adaptasi mendasar terhadap kekeringan (Laisina *et al.*, 2021).

Tanaman bayam yang memiliki akar lebih panjang dalam kondisi kering daripada kondisi basah. Ini diduga karena tanaman menghasilkan produktivitas fotosintat yang tinggi. Produktivitas fotosintat yang tinggi ini diperkirakan digunakan oleh tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan akar. Pola ini yang diperkirakan menjadi penyebab pertumbuhan akar menjadi lebih panjang pada bayam varietas Giti Hijau ketika diberi cekaman kering 50%. Pernyataan ini sesuai dengan Polania *et al.* (2017) yang menjelaskan bahwa pertumbuhan panjang akar dipengaruhi secara signifikan oleh kekeringan. Tanaman yang memiliki kemampuan bertahan pada cekaman kekeringan diduga dapat meningkatkan pertumbuhan akar. Jadi, akar yang tumbuh memanjang diduga menjadi mekanisme beradaptasi pada lingkungan kekeringan. Vogan dan Sage (2011) juga menjelaskan bahwa fotosintesis tanaman yang meningkatkan efisiensi afinitas enzim RuBisCo pada karbon daripada oksigen akan menurunkan fotorespirasi. Efisiensi ini dapat meningkatkan asimilasi karbon yang akan meningkatkan pertumbuhan tanaman.

### **Kandungan Kalsium Oksalat**

Kadar kalsium oksalat bayam varietas Giti Hijau yang disiram setiap hari (GHA) dan disiram ketika layu 50% (GHB) menunjukkan hasil uji T tidak berpasangan tidak berbeda secara signifikan. Ini menunjukkan bahwa tanaman bayam varietas Giti Hijau tidak memiliki pengaruh yang signifikan pada kadar kalsium oksalat. Tanaman bayam varietas Giti Hijau yang disiram ketika layu 50% (GHB) memiliki kadar kalsium oksalat yang lebih besar dibandingkan dengan bayam varietas Giti Hijau yang disiram setiap hari (GHA) (Tabel 4).

Gouveia *et al.* (2018) menjelaskan bahwa tanaman yang toleransi pada cekaman kekeringan memiliki akumulasi kalsium oksalat yang tinggi sehingga dapat bertahan hidup selama kondisi cekaman kekeringan. Maksud dari penjelasan ini adalah kandungan kalsium oksalat yang tinggi dalam tanaman dapat memberikan kemampuan toleransi saat mengalami cekaman kekeringan. Penjelasan ini sesuai dengan hasil penelitian yang ditunjukkan dengan kandungan kalsium oksalat tinggi pada bayam varietas Giti Hijau pada kondisi kekeringan.

Tabel 4. Kadar kalsium oksalat bayam varietas Giti Hijau pada daun ke-5

<b>Bayam</b>	<b>Mean±SE</b>	<b>Uji T</b>
GHA	0,201±0,011	0,360
GHB	0,205±0,007	

Keterangan:

1. Kadar kalsium oksalat daun bayam varietas Giti Hijau menunjukkan tidak berbeda secara signifikan (sig. < 0,05) dengan uji T tidak berpasangan
2. GHA = bayam varietas Giti Hijau disiram setiap hari
3. GHB = bayam varietas Giti Hijau disiram ketika layu 50%

### **Kesimpulan**

Cekaman kekeringan secara signifikan hanya mempengaruhi pertumbuhan tanaman bayam varietas Giti Hijau dan tidak berpengaruh pada kadar kalsium oksalat. Pengaruh kondisi kekeringan (disiram ketika layu 50%) terhadap bayam varietas Giti Hijau menghasilkan respon rata-rata tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan panjang akar yang signifikan lebih tinggi dibandingkan disiram setiap hari, kecuali berat basah yang mengalami penurunan. Sementara itu, jumlah daun cabang dan berat kering tidak terdapat pengaruh yang signifikan.

### **Kontribusi Penulis**

**Imam      Safir      Alwan      Nurza:**

Conceptualization, Formal analysis, Investigation, Methodology, Validation, Visualization.

### **Ucapan Terima Kasih**

Terima kasih kepada pihak Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jakarta yang telah mendukung dan memberikan fasilitas penelitian berupa rumah kaca, benih tanaman bayam varietas Giti Hijau, tanah merah, dan pupuk kandang sapi. Terima kasih juga kepada pihak Laboratorium Fisiologi Tumbuhan UNJ yang telah menyediakan alat dan bahan untuk pengujian kadar kalsium oksalat serta oven untuk pengeringan tanaman bayam.

### **Conflict of Interest**

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penulisan artikel ini.

### **Referensi**

Aneja S., Vats M., Sardana S., Aggarwal S. (2011). Pharmacognostic Evaluation and Phytochemical Studies on The Roots of *Amaranthus tricolor*



- (Linn.). *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research.* 2 (9): 2332-2336.
- Anitha, R. Sandhiya, T. (2014). Occurrence of Calcium Oxalate Crystals in The Leaves of Medicinal Plants. *International Journal of Pharmacognosy.* 1 (6): 389-393.
- Bidgoli, R.D. (2018). Effect of Drought Stress on Some Morphological Characteristics, Quantity and Quality of Essential Oil in Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Advancement in Medicinal Plant Research.* 6: 40–45.
- Capacio, A.F.Z., belonias, B.S. (2018). Occurrence and variation of Calcium Oxalate Crystals in Selected Medicinal Plant Species. *Annals of Tropical Research.* 40 (2): 45-60.
- Faheed, F., Ahmed, M., Shereen, A.E. (2013). Physiological and Ultrastructural Studies on Calcium Oxalate Crystal Formation in Some Plants. *Turkish Journal of Botany.* 37: 139-152.
- Fitriani, H., Nurlailah, Rakhmina, D. (2016). Kandungan Asam Oksalat Sayur Bayam. *Medical Laboratory Technology Journal.* 2 (2): 51-55.
- Gano, B., Dembele, J.S.B., Tovignan, T.K., Sine, B., Vadez, V., Diouf, D., Audebert, A. (2021). Adaptation Responses to Early Drought Stress of West Africa Sorghum Varieties. *Agronomy.* 11: 443.
- Gouveia, C. S. S., Ganança, J. F. T., Lebot, V., Carvalho, M. Â. A. P. (2018). Quantitation of Oxalates in Corms and Shoots of *Colocasia esculenta* (L.) Schott Under Drought Conditions. *Acta Physiologiae Plantarum.* 40 (12): 214.
- Hasin, A., Zain, R. (2019). Analisis Kadar Kalsium Oksalat ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ) pada Daun dan Batang Tanaman Bayam di Pasar Tradisional Kota Makassar. *Jurnal Media Laboran.* 9 (1): 6-11.
- Hwang, S.G., Chao, H.C., Lin, H.L. (2018). Differential Responses of Pak Choi and Edible Amaranth to an Elevated Temperature. *Horticultural Science.* 53 (2): 195–199.
- Jafari, S., Hashemi, G.S.E., Azadegan, B. (2019) Effects of Drought Stress on Morphological, Physiological, and Biochemical Characteristics of Stock Plant (*Matthiola incana* L.). *Scientia Horticulturae.* 253: 128–133.
- Kapoor, D., Savita, B., Marco, L., Arti, S., Muthusamy, R., Anket, S. (2020). The Impact of Drought in Plant Metabolism: How to Exploit Tolerance Mechanisms to Increase Crop Production. *Applied Sciences.* 10: 5692.
- Kasmira, L., Fadillah, R. (2018). Analysis of Changes in Chemical Components Green Spinach Chips (*Amaranthus tricolor*.L) Due to Frying Process. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian.* 4 : 49-55.
- Khurana, D.S., Singh, J., Kaur, B. (2013). Genetic Variability, Correlation and Path Coefficient Analysis in Amaranthus. *Vegetable Science.* 40 (2): 238-240.
- Kumar, S. (2020). Abiotic Stresses and Their Effects on Plant Growth, Yield and Nutritional Quality of Agricultural Produce. *International Journal of the Science of Food and Agriculture.* 4 (4): 367-378.
- Kusumawati, K., Muhartini, S., Rogomulyo, R. (2015). The Effect of Industrial Tofu Liquid Waste with Different Concentrations and Frequencies on Growth and Yield of Spinach (*Amaranthus tricolor* L.) Cultivated on The Beach Sand. *Vegetalika.* 4 (2) : 48-62.
- Laisina, J.K.J, Awang, M., Sobir, Agus, P. (2021). Drought Adaptive Prediction in Potato (*Solanum tuberosum*) Using in Vitro and in Vivo Approaches. *Biodiversitas.* 22 (2): 537-545.
- Mukhtar, R.B. (2016). Effect of Drought Stress on Early Growth of *Adansonia digitata* (L.) in Semi-Arid Region of Nigeria. *Journal of Research in Forestry, Wildlife & Environment.* 8 (4): 109-115.
- Nakata, P.A. (2012). Engineering Calcium Oxalate Crystal Formation in Arabidopsis. *Plant Cell Physiology.* 53: 1275-1282.
- Paredes-López, O. (2018). *Amaranth Biology, Chemistry, and Technology.* Boca Raton: CRC Press.
- Polania, J., Rao, I.M., Cajiao, C., Grajales, M., Rivera, M., Velasquez, F., Raatz, B., Beebe, S.E. (2017). Shoot and Root Traits Contribute to Drought Resistance in Recombinant Inbred Lines of MD 23–24 × SEA 5 of Common Bean. *Frontiers in Plant Science.* 8: 296.
- Preeyanuch, L., Nounjan, N., Siangliw, J.L., Toojinda, T., Sanitchon, J., Jongdee, B., Piyada, T. (2018). Physiological Responses under Drought Stress of Improved Drought-Tolerant Rice Lines and their Parents. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici.* 46 (2): 679-687.
- Rahman, A.H.M.M., Gulshana, M.I.A. (2014). Taxonomy and Medicinal Uses on Amaranthaceae Family of Rajshahi, Bangladesh.



*Applied Ecology and Environmental Sciences. 2*  
(2): 54-59.

Riaz, A., Younis, A., Taj, A.R., Karim, A., Tariq, U., Munir, S., Riaz, S. (2013). Effect of Drought Stress on Growth and Flowering of Marigold (*Tagetes erecta* L.). *Pakistan Journal of Botany. 45* (1): 123-131.

Rosa, L.N., Müller, G.B. (2021). *Evolutionary Developmental Biology*. Switzerland: Springer.

Saparinto, C. (2013). *Grow Your Vegetable*. Penebar Swadaya: Yogyakarta.

Shanker, A.K., Venkateswarlu, B. (2011). *Abiotic Stress in Plants – Mechanisms and Adaptations*. Croatia: InTech.

Taiz, L., Zeiger, E. (2015). *Plant Physiology and Development*. Sunderland, MA, USA: Sinauer Associates.

Vogan, P. J., Sage, R. F. (2011). Effects of low atmospheric CO<sub>2</sub> and elevated temperature during growth on the gas exchange responses of C3, C3–C4 intermediate, and C4 species from three evolutionary lineages of C4 photosynthesis. *Oecologia, 169* (2): 341–352.

Wahyudie, T. (2020). *Pengelolaan Komoditas Hortikultura Unggulan Berbasis Lingkungan*. Nusa Tenggara Barat: FP. Aswaja.

Wei, X., Deng, X., Xiang, W., Lei, P., Ouyang, S., Wen, H., Chen, L. (2018). Calcium Content and High Calcium Adaptation of Plants in Karst Areas of Southwestern Hunan, China. *Biogeosciences. 15*: 2991-3002.

Wibowo, S, Asriyanti, SA. (2017). Aplikasi Hidroponik NFT pada Budidaya Pakcoy (*Brassica rapa* Var. Chinensis). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan. 13* (3): 159-167.

Xiao Z., Lester G.E., Luo Y., Wang Q. (2012). Assessment of Vitamin and Carotenoid Concentrations of Emerging Food Products: Edible Microgreens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry. 60*: 7644-7651.

Yang, X., Lu, M., Wang, Y., Wang, Y., Liu, Z., Chen, S. (2021). Response Mechanism of Plants to Drought Stress. *Horticulturae. 7*: 50.