

## Pemberian Berbagai Level Air dan Pengaruhnya Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merr) Varietas Grobogan

### *Various Water Levels Application and Their Effect on Growth and Yield of Soybean (*Glycine max* (L) Merr) Varieties of Grobogan*

Yusthian Hendra Mahardika, Bistok Hasiholan Simanjuntak \*)

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Bisnis,  
Universitas Kristen Satya Wacana, Jalan Diponegoro 52-60, Salatiga, 50711

\*) Penulis untuk korespondensi E-mail : [bhasiholans@gmail.com](mailto:bhasiholans@gmail.com)

Diajukan: 07 Juli 2022 /Diterima: 09 November 2022 /Dipublikasi: 29 November 2022

#### ABSTRACT

*The soil water availability was a limiting factor of soybean growth and yield. Therefore, the study's purpose was to determine the effect of various water level applications on the growth and yield of soybean Grobogan varieties. The research was carried out with a Randomized Complete Block Design (RCBD), consisted of 4 level water treatments, namely, treatment was watering up to 25% field capacity (P1), 50% field capacity (P2), 75% field capacity (P3), 100% field capacity (P4). Each treatment was repeated 6 times. The research data of leaf proline, stress index (SI), plant height, plant dry weight, pod number and grain weight per hectare. Data analysis used analysis of variance and continued with the Tukey test with a 95% confidence level. The results showed that water application affected by proline production, growth, and yield of soybeans Grobogan variety. The higher the drought level made the higher the proline content. Watering up to 75% field capacity resulted in lower plant drought levels, and soybean plant height, plant dry matter, pod number, and grain weight did not have significant different with watering up to 100% field capacity. Watering up to 50% of field capacity increased crop drought levels into moderate and significantly reduced crop height. When watering up to 25% of the field capacity, the drought degree of the crop was high and significantly reduced plant height, dry weight, number of fruits, and weight of seeds per hectare. Watering up to 25% field capacity reduced 69% soybean seed weight per hectare compared to 100% field yield.*

**Keywords:** *field capacity; grain weight; proline; soil water; soybean*

#### INTISARI

Faktor ketersediaan air tanah menjadi faktor pembatas pertumbuhan dan hasil kedelai. Oleh karena itu tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh pemberian berbagai level kadar air tanah terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai varietas Grobogan. Tata letak penelitian dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK), terdiri atas 4 perlakuan pemberian air sebanyak kadar air tanah 25% kapasitas lapang (P1), kadar air tanah 50% kapasitas lapang (P2), kadar air tanah 75% kapasitas lapang (P3), kadar air tanah 100%

kapasitas lapang (P4). Masing-masing perlakuan diulang 6 kali. Data penelitian terdiri atas prolin daun, *stress index* (SI), tinggi tanaman, berat kering tanaman, jumlah polong per tanaman dan berat biji per hektar. Data dianalisis dengan Analisis Sidik Ragam dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata (BNJ) dengan taraf kepercayaan 95%. Pemberian air mempengaruhi produksi prolin, pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai varietas Grobogan. Akumulasi prolin dalam tanaman semakin meningkat ketika tingkat cekaman kekurangan air semakin tinggi. Pemberian air 75% kapasitas lapang mengakibatkan cekaman kekeringan tanaman kelas rendah, sedangkan tinggi tanaman kedelai, bahan kering tanaman, jumlah polong, dan berat gabah tidak berbeda nyata dengan pemberian air 100% kapasitas lapang. Pemberian air 50% kapasitas lapang mengakibatkan cekaman kekeringan tanaman kelas sedang dan secara nyata menurunkan tinggi tanaman. Pemberian air 25% kapasitas lapang mengakibatkan cekaman kekeringan tanaman kelas tinggi dan pada kondisi demikian terjadi penurunan secara nyata pada tinggi tanaman, berat kering tanaman, jumlah polong dan berat biji per hektar serta terjadi penurunan hasil hingga 69% jika dibandingkan dengan pemberian air 100% kapasitas lapang.

**Kata Kunci:** air tanah; berat butir; kapasitas lapang; kedelai; prolin

## PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* (L) Merr) adalah komoditas pangan dengan kandungan protein nabati 35-40% (Lestari *et al.*, 2021). Kedelai merupakan komoditas strategis karena sebagai bahan baku pembuatan tempe, tahu, dan kecap (Swastika, 2015; Rusmana *et al.*, 2020) serta bahan baku pakan ternak. Pada 2021, kebutuhan kedelai dalam negeri 2,98 juta ton, namun sekitar 2,48 juta ton dari kebutuhan tersebut dipenuhi melalui *import* (BPS, 2022). Rendahnya pasokan kedelai dalam negeri karena terbatasnya produksi kedelai Indonesia.

Kedelai merupakan tanaman palawija yang tidak tahan pada kondisi kekeringan maupun genangan (Maimunah *et al.*, 2018). Kedelai sebagai tanaman palawija, umumnya dibudidayakan pada lahan tadah hujan dan kekurangan air menjadi masalah

utama. Curah hujan adalah sumber air utama tanaman dimana jumlah dan distribusi kejadian hujan menjadi masalah ketersediaan air tanaman (Oktaviani *et al.*, 2013). Kekurangan air selama masa pertumbuhan tanaman akan mempengaruhi penurunan semua komponen vegetatif dan generatif kedelai hingga akhirnya terjadi penurunan hasil panen baik kuantitas maupun kualitas (Shaheen *et al.*, 2016; Dhungana *et al.*, 2021; Suhartina *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2022).

Kondisi cekaman kekurangan air pada kedelai selama fase vegetatif akan terhambatnya tinggi tanaman, berkurangnya jumlah ruas, terhambatnya perkembangan perakaran, menurunnya biomassa tanaman dan bobot kering akar (Ku *et al.*, 2013; Rusmana *et al.*, 2020). Disamping itu, cekaman kekurangan air selama fase generatif mengakibatkan hasil kedelai menurun secara signifikan baik pada

kualitas maupun kuantitas (Chun *et al.*, 2021). Cekaman kekurangan air pada saat kedelai muncul bunga atau polong menyebabkan tingginya kerontokan bunga dan polong muda, sementara itu cekaman kekurangan air pada saat masa pengisian biji menyebabkan biji terbentuk tidak normal yaitu ukuran biji di bawah normal, menurunnya bobot biji, dan kondisi ini menurunkan produksi hingga 50% (Zou *et al.*, 2020; Oqba and Andras, 2020).

Hasil penelitian Chun *et al.* (2021) menunjukkan kedelai tumbuh normal membutuhkan kadar air tanah lebih besar 70% dari kapasitas lapangan, dimana pada kondisi tersebut akar berkembang penuh, pertumbuhan dan hasil tanaman masih baik. Namun hasil penelitian Rahardian (2013) menunjukkan kedelai memberikan hasil terbaik jika kadar air tanah >80 % dari air tersedia, jika kadar air tanah lebih rendah 80% dari air tersedia maka tanaman mengalami cekaman kekurangan air dan akibatnya pertumbuhan dan produksi tanaman menurun secara signifikan. Besarnya pengaruh cekaman kekurangan air terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai ditentukan pada lama kekurangan air, berat ringannya kekurangan air, sifat genetik tanaman-varietas dan fase pertumbuhan tanaman saat mengalami kekurangan air (Kusvuran, 2012; Rusmana *at al.*, 2020). Oleh Taufiq dan Titik (2012) dinyatakan setiap varietas tanaman mempunyai respon fisiologi dan morfologi yang

berbeda pada berbagai kondisi level ketersediaan air tanah. Oleh karena itu, untuk menjamin budidaya tanaman kedelai secara optimal, harus diketahui berapa besar kandungan air tanah dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Hal ini berguna untuk memahami respon kedelai terhadap kekurangan air dan mengelola efisiensi irigasi selama budidaya tanaman kedelai.

Berdasarkan umur panen, kedelai dikelompokkan menjadi kedelai sangat genjah jika umur panen <70 hari setelah tanam, kedelai genjah jika umur panen 70–79 hari setelah tanam, kedelai sedang jika umur panen 80–85 hari setelah tanam, kedelai dalam jika umur panen 86–90 hari setelah tanam dan kedelai sangat dalam jika umur panen >90 hari setelah tanam (Adie, 2007). Kedelai varietas Grobogan adalah kedelai unggul Nasional dengan umur panen 76 hari atau kedelai genjah, berat 100 biji berkisar 15,90–20,00 gram, produktivitas biji kering rata-rata 2,77 ton/ha dan potensi tertinggi biji kering mencapai 3,50 ton/ha. Atas dasar karakter umur panen dan potensi produktifitasnya, kedelai varietas Grobogan dijadikan salah satu *benchmark* varietas unggul untuk kedelai genjah (Vita dan Triono, 2016). Namun kedelai varietas Grobogan peka terhadap cekaman kekurangan air (Muzaiyanah *et al.*, 2017) sehingga ketersediaan air menjadi faktor pembatas pengembangan kedelai varietas

Grobogan. Pada kedelai, setiap fase tumbuh tanaman akan memiliki respon adaptasi yang berbeda terhadap kondisi cekaman kekurangan air, dan ini merupakan mekanisme pengaturan mempertahankan diri pada kondisi cekaman kekurangan air (Dong *et al.*, 2019). Dampak lebih lanjut pada respon tanaman yang mengalami cekaman kekurangan air adalah terjadinya penurunan pertumbuhan dan hasil, bahkan pada level cekaman kekurangan air tertentu tanaman akan mati (Wang *et al.* 2014). Dalam usaha untuk mengoptimalkan produktivitas kedelai varietas Grobogan, maka dilakukan penelitian dengan tujuan mengetahui seberapa besar pengaruh pemberian berbagai level air terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai varietas Grobogan.

### METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada Februari hingga April 2020 di Kecamatan Tengaran, Kabupaten Semarang. Alat yang digunakan adalah alat tanam, pencatat, penyiram air, alat analisis tanah dan jaringan tanaman. Bahan yang digunakan adalah benih kedelai varietas Grobogan, rhizobium (*Rhizobium japonicum*) yang dijual bebas dengan nama dagang Legin, pupuk organik dari kotoran sapi dengan C:N sebesar 27, air tawar sebagai air siraman dengan pH air netral (6,5 -7) dan polibag ukuran 35x35 cm.

Penelitian dilakukan di rumah kaca dengan tata letak percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Jumlah kelompok sebanyak 6, dengan dasar pengelompokan adalah urutan pemberian air perlakuan per kelompok. Hal ini dikarenakan pemberian air perlakuan tidak mampu dilakukan serentak pada seluruh unit percobaan. Perlakuan pemberian air terdiri atas 4 perlakuan yaitu pemberian air setara kondisi kelembaban tanah pada kadar air tanah 25% kapasitas lapang (P1), kadar air tanah 50% kapasitas lapang (P2), kadar air tanah 75% kapasitas lapang (P3), kadar air tanah 100% kapasitas lapang (P4). Oleh karena itu total unit percobaan sebanyak 24.

Tahapan pelaksanaan penelitian dimulai dari persiapan benih dengan pemberian inokulan rhizobium (*Rhizobium japonicum*) dengan nama dagang Legin dan dosis pemberian 7,8 gram/kg benih kedelai. Kemudian menyiapkan media tanam dengan memasukkan 10 kg tanah kedalam polibag ukuran 35x35 cm. Tanah yang digunakan adalah *topsoil* (20 cm dari permukaan) dari *inceptisols* yang telah dibersihkan dari kerikil, batu, kotoran lain, serta kondisi kering angin dengan kadar air tanah 10,79%. Karakteristik tanah penelitian selengkapnya tertera pada Tabel 1. Penanaman benih dengan 4 biji benih per polibag yang kemudian djarangkan menjadi 2 tanaman per polibag setelah tanaman berumur 14 hari setelah tanam (HST).

Tabel 1. Karakteristik Tanah Awal

Analisis	Metode	Nilai
pH	Pelarut H <sub>2</sub> O	6,89
N total	Kjedahl	0,21 % N
P tersedia	Bray II	0,03 ppm P
K tersedia	Larut dalam air	0,33 ppm K
C organik	Walkey and Black	0,04 % C
Tekstur	Bouyoucos	Tekstur Liat
Berat Isi Tanah		(62,03% Liat, 32,18% Debu, 5,79% Pasir)
Kadar air tanah		1,57 g/cm <sup>3</sup>
Kapasitas Lapang	Alhrich-Gravimetric	36,13 %

Tabel 2. Banyak Air Siraman untuk Setiap Perlakuan Penelitian

Perlakuan	Banyak Air (ml) per polibag per hari
25% Kapasitas Lapang (P1)	350
50% Kapasitas Lapang (P2)	700
75% Kapasitas Lapang (P3)	1050
100% Kapasitas Lapang (P4)	1400

Pupuk dasar digunakan pupuk organik dari kotoran sapi (rasio C:N adalah 27) dengan dosis 20 ton/ha atau 63 kg per 1 polibag yang diberikan 1 hari sebelum tanam. Disamping itu juga diberikan pupuk anorganik dosis 200 mg Urea/polibag, 600 mg SP36/polibag dan 200 mg KCl/polibag yang diberikan saat tanam benih. Pupuk susulan diberikan Urea 200 mg/polibag saat tanaman berumur 28 HST.

Perlakuan air siraman diberikan saat tanaman berumur 8 sampai 70 HST. Jumlah air yang diberikan setiap perlakuan didasarkan pada kandungan air tanah kondisi 100% kapasitas lapang sebesar 36,13% (P4) yang setara dengan jumlah air 1400 ml per polibag per hari. Adapun jumlah air yang diberikan setiap perlakuan P1, P2, P3 tertera pada Tabel 2. Pemberian perlakuan air dilakukan dengan disiramkan merata setiap hari pukul 7.00-8.00 pagi.

Variabel dan data yang diukur serta analisis data terdiri atas:

1. Variabel cekaman kekurangan air tanaman, dengan data yang diukur adalah kandungan proline dan indeks kondisi cekaman. Kandungan prolin ( $\mu\text{g/g}$ ) diukur pada organ daun bagian tengah tanaman, saat tanaman berumur 60 HST. Analisis data prolin menggunakan nilai rata-rata dan standar deviasi. Indeks kondisi cekaman kekurangan air dihitung dengan persamaan *Stress Index* (SI) (Petrozza *et al.*, 2014). SI menggambarkan kelas tingkat cekaman tanaman akibat kondisi abiotik atau biotik yang tidak menguntungkan, dengan rumus:

$$SI = \frac{Y_p - Y_s}{Y_p + Y_s} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- SI : indeks cekaman kekurangan air, nilai SI berkisar -1 hingga 1, jika SI antara -1 – 0 adalah tanaman tidak tercekam kekurangan air, sedangkan SI antara 0 – 1 adalah tanaman tercekam kekurangan air dengan klasifikasi sebagai berikut:

- 1) SI antara 0 - 0,25 adalah tanaman tercekam kekurangan air kelas ringan;
  - 2) SI antara 0,25 – 0,50 adalah tanaman tercekam kekurangan air kelas sedang;
  - 3) SI antara 0,50 – 0,75 adalah tanaman tercekam kekurangan air kelas tinggi;
  - 4) SI antara 0,75 – 1,00 adalah tanaman tercekam kekurangan air kelas sangat tinggi.
- $y_s$  adalah hasil tanaman pada kondisi tercekam kekurangan air (berat biji per hektar perlakuan P1 atau P2 atau P3).
  - $y_p$  hasil tanaman pada kondisi tidak tercekam kekurangan air (berat biji per hektar perlakuan kapasitas lapang 100% atau perlakuan P4).
2. Variabel pertumbuhan tanaman, dengan data yang diukur tinggi tanaman (cm) dan berat kering tanaman (gram per tanaman). Tinggi tanaman diukur setiap minggu dari minggu ke 2 hingga ke 10. Berat kering tanaman diukur setelah panen. Data tinggi tanaman pengukuran minggu ke 10 dan berat kering tanaman dianalisis dengan Analisis Sidik Ragam (uji F 5%) dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata (BNJ) dengan taraf kepercayaan 95%. Variabel hasil tanaman, dengan data yang diukur adalah jumlah polong per tanaman, berat biji per hektar (ton per hektar) yang semuanya diukur setelah panen. Data dari variabel hasil tanaman dianalisis dengan Analisis Sidik Ragam dan dilanjutkan dengan

Uji Beda Nyata (BNJ) dengan taraf kepercayaan 95%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Prolin Tanaman

Produksi prolin oleh tanaman saat kondisi cekaman kekurangan air merupakan salah satu mekanisme *osmoregulasi* tanaman (Hidayati *et al.*, 2017). Prolin adalah asam amino yang terbentuk karena respon fisiologi tanaman ketika tanaman mengalami kondisi stres lingkungan baik lingkungan biotik atau abiotik (Natalie and Christian, 2008; Saibi and Faical, 2020). *Osmoregulasi* atau pengaturan tekanan osmosis sel untuk mempertahankan turgositas sel dan menjaga kesetimbangan air dalam sel merupakan respon fisiologi tanaman untuk ketahanan terhadap cekaman kekurangan air (Hendrati *et al.* 2016; Li and Nong, 2018; Wang *et al.*, 2019).

Tabel 3 menunjukkan kandungan prolin tertinggi saat perlakuan pemberian air sebanyak 25% kapasitas lapang (P1) yaitu 27,72  $\mu\text{g/g}$ , diikuti perlakuan pemberian air sebanyak 50% kapasitas lapang (P2) yaitu 21,40  $\mu\text{g/g}$ . Sementara itu kandungan prolin pada perlakuan pemberian air sebanyak 75% kapasitas lapang (P3) sebesar 19,30  $\mu\text{g/g}$  dan perlakuan pemberian air sebanyak 100% kapasitas lapang (P4) sebesar 19,12  $\mu\text{g/g}$ .

Tabel 3. Pengaruh Pemberian Air terhadap Kandungan Prolin pada Tanaman Kedelai Varietas Grobogan

Perlakuan Pemberian Air	Prolin ( $\mu\text{g/g}$ ) di daun		
	Kisaran	Rataan	Standar deviasi
25% Kapasitas Lapang (P1)	27,31 - 28,02	27,72	0,37
50% Kapasitas Lapang (P2)	21,00 - 21,70	21,40	0,36
75% Kapasitas Lapang (P3)	18,80 - 19,60	19,30	0,44
100% Kapasitas Lapang (P4)	18,91 - 19,24	19,12	0,19

Tabel 4. Pengaruh Pemberian Air terhadap *Stress Index* (SI) pada Tanaman Kedelai Varietas Grobogan

Perlakuan Pemberian Air	Kondisi Tanaman Terhadap Cekaman Kekurangan Air	
	SI	Kelas Cekaman Kekurangan Air
25% Kapasitas Lapang (P1)	0,53	Tercekam Tinggi
50% Kapasitas Lapang (P2)	0,29	Tercekam Sedang
75% Kapasitas Lapang (P3)	0,18	Tercekam Ringan
100% Kapasitas Lapang (P4)	0,00	Tidak Tercekam (kontrol)

Prolin digunakan sebagai indikator tingkat cekaman kekurangan air, dimana semakin tinggi tingkat kekurangan air maka akan semakin meningkat respon fisiologi tanaman dalam memproduksi prolin pada sel daun tanaman (Yajun *et al.*, 2013). Hal ini tampak pada Tabel 3 dimana semakin rendah kadar air tanah maka akan semakin tinggi kadar prolin dalam tanaman. Ketika tanaman

Terdapat beragam indikator untuk melihat tingkat cekaman kekurangan air pada tanaman (Yehia, 2020), namun salah satu indeks yang dapat digunakan adalah *Stress Index* (SI) (Petrozza *et al.* 2014) yang hasilnya tertera dalam Tabel 4. Cekaman kekurangan air tanaman terjadi karena tidak seimbangannya antara kebutuhan air tanaman dan ketersediaan air. Kemampuan serapan air oleh tanaman dipengaruhi oleh laju evapotranspirasi, sistem perakaran, dan ketersediaan air tanah (Shaheen *et al.*, 2016) dan setiap varietas tanaman akan memiliki tingkat kepekaan cekaman kekurangan air yang berbeda-beda

mengalami cekaman kekurangan air, maka kondisi defisit air tanaman akan merangsang sinyal kimia dari akar yaitu salah satunya asam absisat (ABA) yang akan ditransfer ke tajuk dan kondisi ini akan menginduksi pembentukan prolin di daun (Zhao *et al.*, 2018).

#### ***Stress Index* (SI) Tanaman pada Kondisi Cekaman Kekurangan Air**

Dinyatakan oleh Gao *et al.*, (2020) bahwa kedelai adalah tanaman yang peka terhadap kondisi kekurangan air dan ketika mengalami cekaman kekurangan air pada level tinggi maka terjadi penurunan aktivitas fotosintesis, terhambatnya sintesis protein dan dinding sel sehingga pertumbuhan dan hasil tanaman akan menurun. Tabel 4 menunjukkan untuk kedelai varietas Grobogan dengan perlakuan pemberian air sebanyak 25% kapasitas lapang (P1) tanaman mengalami cekaman kekurangan air kelas tinggi dan perlakuan pemberian air sebanyak 50% kapasitas lapang (P2) tanaman mengalami cekaman

kekurangan air kelas sedang. Sementara itu pada perlakuan pemberian air sebanyak 75% kapasitas lapang (P3) tanaman mengalami cekaman kekurangan air kelas ringan.

### **Pengaruh Pemberian Air terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai**

Pertumbuhan tanaman adalah bertambahnya ukuran tanaman yang diukur dari bertambah besar dan tingginya organ

tumbuhan karena hasil dari penambahan jumlah dan ukuran sel. Respon tanaman terhadap kondisi lingkungan seperti cekaman kekurangan air akan tampak pada pertumbuhan tanaman. Hal ini seperti yang dinyatakan oleh Rasheed *et al.* (2022) bahwa respon kondisi cekaman kekurangan air akan mudah dilihat pada perubahan morfologi tanaman baik pada fase vegetatif maupun generatif.

Tabel 5. Pengaruh Pemberian Air terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai Varietas Grobogan

Perlakuan Pemberian Air	Pertumbuhan Tanaman Kedelai	
	Tinggi tanaman(cm)	Berat kering tanaman (gram)
25% Kapasitas Lapang (P1)	33,77 a	4,34 a
50% Kapasitas Lapang (P2)	39,49 a	8,08 ab
75% Kapasitas Lapang (P3)	46,35 b	9,27 b
100% Kapasitas Lapang (P4)	47,19 b	10,46 b

*Keterangan:* Angka dengan huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata, sedangkan angka dengan huruf berbeda menunjukkan adanya berbeda nyata antar perlakuan pemberian air pada analisis BNJ dengan tingkat kepercayaan 95 %.

Tabel 5 menunjukkan perlakuan pemberian air mampu secara nyata mempengaruhi tinggi tanaman, hal ini terlihat pada perlakuan pemberian air sebanyak 25% kapasitas lapang (P1) dan 50% kapasitas lapang (P2) secara nyata memiliki tinggi tanaman yang lebih rendah dibandingkan perlakuan pemberian air sebanyak 75% kapasitas lapang (P3) dan 100% kapasitas lapang (P4). Kekurangan air pada tanaman akan mengganggu proses fisiologi tanaman yang menyebabkan pertumbuhan tertekan dan hal ini tampak pada menurunnya tinggi tanaman (Seleiman *et al.*, 2021).

Pada parameter berat kering tanaman menunjukkan perlakuan pemberian air

sebanyak 25% kapasitas lapang (P1) walaupun tidak berbeda secara nyata dengan perlakuan pemberian air sebanyak 50% kapasitas lapang (P2) akan tetapi secara nyata lebih rendah jika dibandingkan pada perlakuan pemberian air sebanyak 75% kapasitas lapang (P3) dan 100% kapasitas lapang (P4). Ketika tanaman kekurangan air maka tekanan turgor sel berkurang sehingga diferensiasi dan pembelahan sel terhambat dan akhirnya pertumbuhan tanaman terhambat (Wang *et al.*, 2022). Kondisi cekaman kekeringan pada fase vegetatif secara signifikan menurunkan laju evapotranspirasi dan fotosintesis, kondisi demikian menyebabkan terhambatnya pemanjangan batang, penyusutan ukuran



batang, penurunan luas daun dan penurunan akumulasi biomassa tanaman (Cui *et al.*, 2021). Sementara itu oleh Du *et al.* (2019) dilaporkan jika kedelai mengalami cekaman kekurangan air maka akan terjadi penurunan biomassa tanaman dan alokasi biomassa ke organ reproduksi, sehingga menurunkan bobot biji kedelai. Hal ini dikarenakan cekaman kekurangan air dapat mengganggu berbagai proses fisiologis, terjadi stres oksidatif, penurunan integritas membran, dan aktivitas enzim, yang semuanya dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan dan hasil tanaman (Du *et al.*, 2020; Seleiman *et al.*, 2021)

## Pengaruh Pemberian Air terhadap Hasil Tanaman Kedelai

Cekaman kekurangan air tanaman kedelai dapat terjadi karena kelembaban udara yang rendah, suhu tinggi, dan jumlah air tanah yang rendah sehingga tanaman kekurangan air dan kondisi tersebut akan mempengaruhi produksi tanaman (Rini *et al.*, 2020). Cekaman kekurangan air pada fase vegetatif dan generatif secara nyata akan menurunkan jumlah polong dan biji tanaman kedelai sehingga akan menurunkan produktivitas kedelai (Candogan *et al.*, 2013).

Tabel 6. Pengaruh Pemberian Air terhadap Hasil Tanaman Kedelai Varietas Grobogan

Perlakuan Pemberian Air	Hasil Tanaman Kedelai		
	Jumlah polong kering total pertanaman (buah)	Berat biji per Ha (ton)	Persentase Penurunan Hasil Kedelai (%)
25% Kapasitas Lapang (P1)	25,95 a	1,05 a	69
50% Kapasitas Lapang (P2)	31,63 ab	1,91 ab	44
75% Kapasitas Lapang (P3)	33,85 b	2,40 b	30
100% Kapasitas Lapang (P4)	39,07 b	3,43 b	0

*Keterangan:* Angka dengan huruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata, sedangkan angka dengan huruf berbeda menunjukkan adanya berbeda nyata antar perlakuan pemberian air pada analisis BNJ dengan tingkat kepercayaan 95 %.

Pada Tabel 6 menunjukkan perlakuan pemberian air sebanyak 25% kapasitas lapang (P1) memiliki jumlah polong kering total pertanaman dan berat biji per ha secara nyata lebih rendah jika dibandingkan perlakuan pemberian air sebanyak 75% dan 100% kapasitas lapang (P4). Berdasarkan dari hasil tanaman terlihat perlakuan pemberian air sebanyak 100%, 75% dan 50% kapasitas lapang memiliki hasil jumlah polong kering total pertanaman dan berat biji per ha yang tidak saling berbedanyata. Hal ini dikarenakan pada

perlakuan pemberian air sebanyak 75% dan perlakuan pemberian air sebanyak 50% kapasitas lapang kondisi tanaman tercekam kelas ringan dan sedang (lihat Tabel 4), sehingga walaupun telah terjadi penurunan pertumbuhan dan hasil tanaman tetapi besarnya penurunan tersebut belum berbeda secara nyata jika dibanding perlakuan pemberian air sebanyak 100% kapasitas lapang. Kondisi demikian seperti yang dinyatakan Sincik *et al.* (2008) bahwa kehilangan hasil kedelai karena kekurangan air

bergantung pada tingkat cekaman kekurangan air. Sementara itu toleransi tanaman terhadap kekurangan air dipengaruhi karakter tanaman seperti varietas, pola perakaran, jumlah stomata, penyesuaian osmotik (*osmoregulasi*), dan elastisitas dinding sel (Devi *et al.*, 2014).

Oleh Soegijatni dan Suyanto (2000) dilaporkan tanaman kedelai yang tercekam kekurangan air selama fase generatif terutama saat periode pengisian polong terjadi penurunan hasil hingga 55%. Kedelai varietas Grobogan adalah kedelai genjah (umur <80 hari) namun termasuk kelompok kedelai yang peka terhadap cekaman kekurangan air (Muzaiyanah *et al.*, 2017). Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan ketika tanaman kedelai varietas Grobogan berada pada kondisi cekaman kekurangan air pada kelas tinggi (lihat Tabel 4) maka secara signifikan terjadi penurunan pertumbuhan dan hasil tanaman. Hal ini nampak pada perlakuan pemberian air sebanyak 25% kapasitas lapang (P1) terjadi penurunan hasil panen sebesar 69% dan perlakuan pemberian air sebanyak 50% kapasitas lapang (P2) terjadi penurunan hasil sebesar 44% bila dibandingkan pada perlakuan pemberian air sebanyak 100% kapasitas lapang (P4). Tanaman kedelai berada pada kondisi tercekam kekurangan air akan terjadi penurunan asimilasi karbon dan penyimpanan hasil asimilat karbon sehingga akan menurunkan ukuran dan berat biji dan pengaruh selanjutnya akan menurunkan hasil tanaman (Shaheen *et al.*, 2016; Gao *et al.*,

2020). Pada tanaman kedelai kondisi cekaman kekurangan air merupakan kondisi lingkungan yang paling merusak tanaman dan secara signifikan menurunkan produktivitas kedelai hingga lebih dari 40% (Le *et al.*, 2012) bahkan lebih dari 50% dari potensi hasil (Liu *et al.*, 2004; Ku *et al.*, 2013).

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan pemberian air mempengaruhi produksi prolin, pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai varietas Grobogan. Akumulasi prolin dalam tanaman semakin meningkat ketika tingkat cekaman kekurangan air semakin tinggi. Pemberian air sebanyak 75% kapasitas lapang tanaman mengalami cekaman kekurangan air pada kelas ringan serta tinggi tanaman, berat kering tanaman, jumlah polong dan berat hasil tanaman tidak berbeda nyata dengan pemberian air sebanyak 100% kapasitas lapang. Pemberian air sebanyak 50% kapasitas lapang menjadikan tanaman mengalami cekaman kekurangan air pada kelas sedang dan secara nyata menurunkan tinggi tanaman. Pemberian air sebanyak 25% kapasitas lapang maka tanaman mengalami cekaman kekurangan air pada kelas tinggi dan pada kondisi demikian terjadi penurunan secara nyata pada tinggi tanaman, berat kering tanaman, jumlah polong dan berat biji per hektar serta telah terjadi penurunan hasil hingga 69% jika dibandingkan dengan pemberian air 100% kapasitas lapang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adie, M. M. 2007. Panduan pengujian individual, kebaruan, keunikan, keseragaman dan kestabilan kedelai. Pusat Perlindungan Varietas Tanaman. Departemen Pertanian Republik Indonesia.
- BPS. 2022. Kata Data. *Nilai Import Kedelai Indonesia 2021*. Badan Pusat Statistik.
- Candogan, B. N., M. Sincik, H. Buyukcangaz, C. Demirtas, A. T. Goksoy and S. Yazgan. 2013. Yield, quality and crop water stress index relationships for deficit-irrigated soybean (*Glycine max* L. Merr.) in sub-humid climatic conditions. *Agricultural Water Management* 118: 113–121.
- Chun, H.C., S. Lee, Y. D. Choi, D.H. Gong and K. Y. Jung. 2021. Effects of drought stress on root morphology and spatial distribution of soybean and adzuki bean. *Journal of Integrative Agriculture*. 20(10): 2639–2651.
- Cui, Y. S. Ning, J. Jin, S. Jiang, Y. Zhou and C. Wu. 2021. Quantitative Lasting Effects of Drought Stress at a Growth Stage on Soybean Evapotranspiration and Aboveground Biomass. *Water* 13 (1): 1-19.
- Devi, J. M, T. R. Sinclair, P. Chen and T. E. Carter. 2014. Evaluation of elite southern maturity soybean breeding lines for drought-tolerant traits. *Agron. J.* 106(6): 1947–1954.
- Dhungana, S. K, J.H. Park; J. H. Oh, B.K. Kang, J.H. Seo, J. S. Sung, H. K. Kim, S.O Shin, I.Y. Baek and C. S. Jung, 2021. Quantitative Trait Locus Mapping for Drought Tolerance in Soybean Recombinant Inbred Line Population. *Plants* 10(1816): 1-13.
- Dong, S., Y. Jiang, Y. Dong, L. Wang, W. Wang, Z. Ma, C. Yan, C. Ma and L. Liu. 2019. A study on soybean responses to drought stress and rehydration. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 26(8): 2006–2017.
- Du, Y., Q. Zhao, S. Li, X. Yao, F. Xie and M. Zhao. 2019. Shoot/root interactions affect soybean photosynthetic traits and yield formation: A case study of grafting with record-yield cultivars. *Front. Plant Sci.* 10. 445
- Du, Y., Q. Zhao, L. Chen, X. Yao and F. Xie. 2020. Effect of drought stress at reproductive stages on growth and nitrogen metabolism in soybean. *Agronomy* 10(302): 1-12.
- Gao, X.B., C. Guo, F.M. Li, M. Li and J. He. 2020. High soybean yield and drought adaptation being associated with canopy architecture, water uptake, and root traits. *Agronomy*. 10(4): 1-11.
- Hendrati R.L., D.Rachmawati dan A.C. Pamuji. 2016. Respon kekeringan terhadap pertumbuhan, kadar prolin dan anatomi akar *Acacia auriculiformis* Cunn, *Tectona grandis* L, *Alstonia spectabilis* Br dan *Cedrela odorata* L. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 5(2): 123-133

- Hidayati, N., R.L.Hendrati dan A. Triani. 2017. Pengaruh kekeringan terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman Nyamplung (*Callophylum inophyllum* L.) dan Johar (*Cassia florida* Vahl) dari provenan yang berbeda. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*. 11(2): 99–111.
- Ku, Y.S., W.K. Au-Yeung, Y.L. Yung, M.W. Li, C.Q. Wen, X. Liu and H.M. Lam. 2013. Drought stress and tolerance in soybean. In: Board JE (ed). A Comprehensive Survey of International Soybean Research—Genetics, Physiology, Agronomy and Nitrogen Relationships. Intech, New York. <http://dx.doi.org/10.5772/52945>
- Kusvuran, S. 2012. Influence of drought stress on growth, ion accumulation and antioxidative enzymes in okragenotypes. *International J.Agric.Biol.*14: 401–406.
- Le, D.T., R. Nishiyama, Y. Watanabe, M. Tanaka, M. Seki, L.H. Ham, K. Yamaguchi-Shinozaki, K. Shinozaki and L.S.P Tran. 2012. Differential gene expression in soybean leaf tissues at late developmental stages under drought stress revealed by genome-wide transcriptome analysis. *PLoS One*.7(11): e49522.
- Liu, F., C.R. Jensen and M.N Andersen. 2004. Drought stress effect on carbohydrate concentration in soybean leaves and pods during early reproductive development: its implication in altering pod set. *Field Crops Research*. 86: 1–13.
- Li, Y. and Nong. 2018. Effects of drought stress on growth, physiological and biochemical characteristics of two sugarcane varieties. *Anhui Agric. Sci. Bull.* 24 (21): 25-28
- Maimunah, G. Rusmayadi, dan B.F. Langai. 2018. Pertumbuhan dan hasil dua varietas tanaman Kedelai (*Glycine max.* L Merrill) dibawah kondisi cekaman kekeringan pada berbagai stadia tumbuh. *Enviro Scienteeae*. 14(3): 211-221
- Muzaiyanah, S, H. Pratiwi, A. Taufiq, dan T. Sundari. 2017. Karakter morfologi empat genotipe kedelai pada beberapa level kadar lengas tanah. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi 2017. Malang
- Nathalie, V. and C. Hermans. 2008. Proline Accumulation in Plants: a review. Article in *Amino Acids*. Springer-Verlag. <http://dx.doi.org/10.1007/s00726-008-0061-6>
- Oqba, B. and A. Szabo. 2020. Physiology, yield and quality of soybean as affected by drought stress. *Asian J Agric & Biol*. 8(3): 247-252.
- Oktaviani, S. Triyono dan N. Haryono. 2013. Analisis neraca air budidaya tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr.) pada lahan kering. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 2(1): 7–16.
- Lestari, P., R.E. Putri, I.A. Rineksane, E. Handayani, K. Nugroho dan R.T. Terryana. 2021. Keragaman genetik 27 aksesori Kedelai (*Glycine max* L. Merr.) introduksi subtropis berdasarkan marka SSR. *Vegetalika*. 10(1): 1–17.

- Petrozza, A., A. Santaniello, S. Summerer, G. Di Tommaso, D. Di Tommaso, E. Paparelli, A. Piaggese, P. Perata and Cellini F. 2014. Physiological responses to Megafol treatments in tomato plants under drought stress: A phenomic and molecular approach. *Scientia Horticulturae*.174(1): 185–192.
- Rahardian, K.I. 2013. Pengaruh Kadar Air Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kedelai. Skripsi. IPB
- Rasheed, A., A. Mahmood, R. Maqbool, M. Albaqami, A. Sher, A. Sattar, G. Bakhsh, M. Nawaz, M. U. Hassan, R. Al-Yahyai, M. Aamer, H. Li and Z. Wu. 2022. Key insights to develop drought-resilient soybean: A review. *Journal of King Saud University – Science*. 34(5): 1-13.
- Rini D.S, B. Budiarto, I. Gunawan , R.H. Agung and R. Munazar. 2020. Mekanisme respon tanaman terhadap cekaman kekeringan. *Berita Biologi*. 19(3B). 373-384.
- Rusmana, N. E.P and Justika, A. 2020. Growth and yield of various soy varieties (*Glycine max* L. Merr.) on drought stress. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 8(3): 228–235.
- Saibi, W and B. Faical. 2020. Proline, a peculiar amino acid with astucious functions in development and salt tolerance process in plants. *Journal of Food Nutrition and Metabolism*.3(2): 2-8.
- Seleiman, M.F., N. Al-Suhaibani, N. Ali, M. Akmal, M. Alotaibi, Y. Refay, T. Dindaroglu, H. H. Abdul-Wajid and M. L. Battaglia. 2021. Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. *Plants* 10(259): 1-25.
- Shaheen, T, Mahmood-ur-Rahman, R. M. Shahid, Y. Zafar and Mehbood-ur-Rahman. 2016. Soybean production and drought stress. *Abiotic and Biotic Stresses in Soybean Production*. 1: 177–196.
- Sincik, M., B. N Candogan, C. Demirtas, H. Buyukcangaz, S. Yazgan and A.T. Goksoy. 2008. Deficit irrigation of soya bean (*Glycine max* L. Merr) in a sub-humid climate. *J. Agron and Crop Sci*. 194: 200–205.
- Soegijatni, S. dan Suyanto. 2000. Uji daya hasil pendahuluan kedelai toleran kekeringan. Laporan Teknik Hasil Penelitian Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi umbian. Malang.
- Suhartina, P., N. Nugrahaeni dan A. Taufiq. 2014. Stabilitas hasil galur kedelai toleran cekaman kekeringan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 33(1): 54-60.
- Swastika, D.K.S. 2015. Kinerja produksi dan konsumsi serta prospek pencapaian swasembada kedelai di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. 33(2): 149–160

- Taufiq, A., dan S. Titik. 2012. Respons tanaman kedelai terhadap lingkungan tumbuh. *Buletin Palawija*.23: 13–26
- Vita, S.F. dan B.S. Triono. 2016. Respon karakter fisiologis kedelai (*Glycine max* L.) varietas Grobogan terhadap cekaman genangan. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 5(2): 2337-3520.
- Wang, L.N., X.Y. Yang, Z.H. Ren and X.F. Wang. 2014. Regulation of photoassimilate distribution between source and sink organs of crops through light environment control in greenhouses. *Agricultural Sciences*. 5: 250-256.
- Wang, N., M. Yuan, H. Chen, Z.Z. Li and M.X. Zhang. 2019. Effects of drought stress and rewatering on growth and physiological characteristics of invasive *Aegilops tauschii* seedlings. *Acta Prataculturae Sinica*. 28(1): 70-78.
- Wang, X., Z. Wu, Q. Zhou, X. Wang, S. Song and S. Dong. 2022. Physiological response of soybean plants to water deficit. *Front. Plant Sci*. 12:1-12.
- Wang, Y., H. Guo, X. Wu, J. Wang, H. Li and R. Zhang. 2022. Transcriptomic and physiological responses of contrasting maize genotypes to drought stress. *Frontiers in Plant Science*. 13: 1-14.
- Yajun, L., Z. Jiachang, Z. Juan, H. Ling, H. Jinping, D. Liusheng, Z. Mingcai and L. Zhaohu. 2013. Expression of an Arabidopsis molybdenum cofactor sulphurase gene in soybean enhances drought tolerance and increases yield under field conditions. *Plant Biotechnology Journal*.11:747–758.
- Yehia W.M.B. 2020. Evaluation of some egyptian cotton (*Gossypium barbadense* l.) genotypes to water stress by using drought tolerance indices. *Elixir Agriculture*. 143: 54133-54141
- Zhao T., A. Muqadas and A.S. Ripa. 2018. Adaptation to water stress in soybean: morphology to genetics. plant, abiotic stress and responses to climate change. *Creative Commons Attribution License*. 3: 33-68.
- Zou, J.N., Q. Yu, X.J. Jin, M.Y. Wang, B. Qin and C.Y. Ren. 2020. Effects of exogenous melatonin on physiology and yield of soybean during seed filling stage under drought stress. *Acta Agron. Sin*.46: 745–758.