



EFEKTIVITAS PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAM BEBERAPA KULTIVAR KEDELAI (*Glycine max* (L) Merr.) DENGAN PEMBERIAN POLIETILENA GLIKOL (PEG) UNTUK SIMULASI CEKAMAN KEKERINGAN

GROWTH EFFECTIVENESS AND YIELD OF SOME SOYBEAN CULTIVARS (*Glycine max* (L) Merr.) WITH POLYETHYLENE GLYCOL (PEG) ADMINISTRATION FOR DROUGHT STRESS SIMULATION

Winda Anindya, Dian Palupi*, Iman Budisantoso

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Dr. Soeparno 63, Purwokero, 53122

*Corresponding author: dian.palupi@unsoed.ac.id

Naskah Diterima: 31 Agustus 2022; Direvisi: 7 Mei 2023; Disetujui: 10 Juni 2023

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi varietas kedelai dengan konsentrasi Polietilen glikol (PEG) yang diberikan terhadap pertumbuhan serta hasil tanam dan menentukan varietas kedelai yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor pertama adalah varietas kedelai, yaitu Gepak Kuning, Argomulyo, dan Anjasmoro, sedangkan faktor kedua adalah konsentrasi PEG yang diberikan, yaitu 0% (kontrol), 5%, 10%, dan 15%. Pengamatan dilakukan secara destruktif pada hari ke-20, 40, 60 setelah tanam dan saat panen dengan ulangan dilakukan sebanyak tiga kali, sehingga terdapat 36 unit percobaan. Parameter yang diamati meliputi bobot basah, bobot kering, luas daun, laju asimilasi bersih, dan bobot biji pertanaman. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf 5% dan dilakukan uji *Honestly Significance Different*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara varietas kedelai dan konsentrasi PEG yang diberikan. Pada variabel yang diamati varietas Argomulyo memiliki respon fisiologi lebih baik dengan nilai rata-rata bobot basah, bobot kering, luas daun, laju asimilasi bersih, dan bobot biji pertanaman tertinggi dibandingkan Anjasmoro dan Gepak Kuning pada seluruh konsentrasi PEG.

Kata Kunci: Cekaman; Hasil tanam; Kedelai (*Glycine max*); Pertumbuhan; Polietilena glikol

Abstract

The first aim of this research was to determine the effect of the interaction of soybean varieties with the concentration of Polyethylene glycol (PEG) given on plant growth and yield, and secondly to determine soybean varieties that are tolerant to drought stress. The research was conducted using the factorial Completely Randomized Design (RAK) method consisting of 2 factors. The first factor is the soybean variety, namely Gepak yellow, Argomulyo, and Anjasmoro, while the second factor is the PEG concentration given, namely 0% (control), 5%, 10%, and 15%. Observations were carried out destructively on days 20, 40, 60 after planting and at harvest with repetitions carried out three times, so there were 36 experimental units. The parameters observed included wet weight, dry weight, leaf area, net assimilation rate, and seed weight planted. The data obtained were analyzed using ANOVA at the 5% level and an *Honestly Significance Different* test was carried out. The results showed that there was no interaction between soybean varieties and the PEG concentration provided. In the variables observed, the Argomulyo variety had a better physiological response with the highest average value of wet weight, dry weight, leaf area, net assimilation rate, and seed weight compared to Anjasmoro and Gepak Kuning at all PEG concentrations.

Keywords: Crop yield; Drought; Soybean (*Glycine max*); Growth; Polyethylene glycol

Permalink/DOI: <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v17i1.29345>

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) merupakan komoditas tanaman pangan yang penting di Indonesia, setelah padi dan jagung karena mengandung protein nabati yang tinggi. Kandungan protein nabati pada kedelai dapat digunakan sebagai bahan baku produk olahan sehari-hari seperti tempe, kecap, tahu, susu, tauco, dan sebagainya (Krisnawati, 2017). Kedelai juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar, tinta, cat, pernis dengan pelumas dalam bidang industri. Sifat multiguna dari kedelai menyebabkan kebutuhan kedelai oleh masyarakat Indonesia dipastikan akan terus meningkat setiap tahun, seiring dengan pertumbuhan penduduk dan berkembangnya industri pangan berbahan baku kedelai (Aldillah, 2015).

Permintaan kedelai yang terus naik akibat sifat multiguna dan tingginya kebutuhan sesuai dengan peningkatan produksi kedelai di Indonesia, namun di sisi lain masih belum bisa mengimbangi laju peningkatan konsumsi kedelai sehingga pemerintah melakukan impor dengan jumlah yang semakin meningkat setiap tahun sesuai kebutuhan yang juga meningkat. Hal ini dapat dilihat berdasarkan data BPS bahwa produksi kedelai nasional sejak Tahun 2011–2015 berada di kisaran angka 700–900 ribu ton, sedangkan angka impor berada di kisaran 1,6–2 juta ton (Yurika & Retnaningsih, 2020). Menurut Adinasa dan Awaliyah (2021), data BPS pada tahun 2019 menunjukkan impor kedelai Indonesia mencapai 2.670.000 ton yang berasal dari berbagai negara dan Amerika masih menjadi negara pemasok terbesar. Impor dapat dikurangi dengan meningkatkan jumlah produksi dalam negeri. Rendahnya produksi kedelai dalam negeri disebabkan adanya kendala dalam budi daya tanaman pertanian seperti alih fungsi lahan, serangan hama, kekeringan, maupun banjir.

Tanaman kedelai sendiri merupakan tanaman yang peka terhadap kekeringan dan kelebihan air dalam siklus hidupnya, cekaman kekeringan menjadi salah satu kendala pada budi daya kedelai. Besarnya penurunan hasil biji akibat cekaman kekeringan bergantung pada fase pertumbuhan dan spesies tanaman. Langkah awal untuk meningkatkan produksi kedelai dapat dilakukan dengan menyediakan varietas unggul atau toleran baik secara kuantitas maupun kualitas serta mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan setempat (Bahri, 2017). Cara yang dapat dilakukan untuk menguji toleransi tanaman terhadap kekeringan, yaitu dengan mengubah lingkungan agar cekaman dapat diminimalisasi dan memperbaiki genotipe tanaman agar tahan terhadap cekaman kekeringan atau dapat dilakukan dengan menggunakan model simulasi cekaman dari Polietilen glikol (PEG). PEG merupakan senyawa bersifat larut dalam air dan merupakan suatu cara untuk menciptakan kondisi cekaman karena membuat ketersediaan air pada media berkurang sebagaimana yang terjadi pada tanah kering (Ilyani et al., 2017). Manfaat PEG sudah lama digunakan dalam menginduksi cekaman air pada tanaman. Hal ini karena senyawa PEG dapat menurunkan potensial air dalam media. Sifat seperti ini dapat dimanfaatkan untuk simulasi penurunan potensial air, sehingga sering digunakan untuk menguji suatu tanaman terhadap kekeringan. PEG dengan berat molekul 4000 dan 6000 dalton biasanya digunakan untuk melihat respon morfologi biji terhadap kekeringan (Azhari & Violita, 2019). Semakin besar berat molekul dari PEG kemampuan untuk mengikat air semakin besar dan semakin kecil kemungkinan diserap sehingga tidak bersifat toksik pada tanaman (Nio et al., 2019).

Penggunaan PEG sebagai simulasi cekaman telah digunakan dalam beberapa penelitian. Berdasarkan hasil penelitian, PEG 6000 dengan konsentrasi 25% diketahui efektif memberikan cekaman pada padi beras merah (*Oryza sativa* L.) (Ilyani et al., 2017). Hasil penelitian pada tanaman kangkung (*Ipomea reptans* L.) dengan pemberian PEG 6000 sebagai simulasi kekeringan dengan berbagai konsentrasi diketahui dapat memengaruhi pertumbuhan pada tanaman kangkung, seperti penurunan pada tinggi tanaman di minggu ke-4, jumlah daun, dan lebar daun. Hasil dalam penelitian tersebut menunjukkan jumlah daun terbanyak adalah kontrol dan PEG dengan konsentrasi 10%, sedangkan konsentrasi 20% dan 30% tidak berbeda nyata (Fathia et al., 2020).

Konsentrasi dosis PEG yang digunakan adalah 5%, 10%, dan 15%. Pengaruh dosis yang bervariasi dapat dilihat dengan adanya perbedaan presentase perkecambahan. Pemberian PEG yang semakin tinggi sangat menurunkan kinerja perkecambahan dan pembentukan bibit (Lei et al., 2021). Hal ini sesuai dengan pendapat Lestari dan Mariska (2006), bahwa semakin tinggi dosis yang

diberikan maka aktivitas metabolisme terganggu karena air yang diperlukan tidak tercukupi, sehingga tanaman sulit berkecambah. Hal tersebut ditandai dengan penambahan dosis 5–10% tidak ada perbedaan kecepatan berkecambah pada tiga varietas tanaman padi, namun konsentrasi 15% memperlihatkan perbedaan presentase perkecambahan serta pada konsentrasi 30% tidak ada benih yang berkecambah. Berdasarkan hasil penelitian pada tanaman anggrek menunjukkan konsentrasi tertinggi 20% sangat berpengaruh nyata terhadap total dan indeks stomata yang semakin menurun (Putri et al., 2022). Tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengetahui pengaruh interaksi varietas kedelai yang digunakan dan PEG terhadap pertumbuhan dan hasil produksi, serta untuk menentukan varietas kedelai yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah memberikan informasi ilmiah mengenai konsentrasi PEG yang tepat pada varietas kedelai yang tahan terhadap cekaman kekeringan.

MATERIAL DAN METODE

Material yang digunakan yaitu benih 3 varietas kedelai Gepak Kuning, Argumulyo, dan Anjasmoro. PEG 6000 dengan konsentrasi 5%, 10% dengan 15%, air, *aquadest*, media berupa tanah, pupuk, dan sekam. Metode yang digunakan yaitu eksperimental menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah varietas kedelai yang terdiri atas 3 yaitu Gepak Kuning, Anjasmoro dan Argomulyo. Faktor kedua adalah konsentrasi PEG 6000 yang terdiri atas 4 taraf yaitu, 0% (kontrol) 5%, 10%, dan 15%. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali ulangan, sehingga diperoleh 36 unit percobaan. Perlakuan diberikan setiap 2 hari sekali secara berselang-seling antara penyiraman PEG dan penyiraman air biasa.

Pembuatan dan Perlakuan Larutan PEG

Pembuatan PEG 6000 dilakukan dengan menghitung terlebih dahulu gram PEG yang dibutuhkan menggunakan rumus persen konsentrasi, baru setelahnya larutan PEG dibuat dengan konsentrasi yang diinginkan, yaitu 5%, 10%, dengan 15%. Penimbangan dilakukan sesuai konsentrasi masing-masing, yaitu 5% (50g/l), 10% (100g/l), dan 15% (150g/l). Konsentrasi PEG yang sudah ditimbang selanjutnya dimasukkan ke dalam gelas ukur, ditambahkan 1000 ml akuades untuk dihomogenkan menggunakan *hot plate magnetic stirrer*. Dalam menghitung larutan PEG menggunakan persen konsentrasi dengan rumus $\% (m/v) \text{ zat terlarut} = \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{volume larutan}} \times 100\%$ dimana M= massa (g) dan V= volume (ml) (Wulandari & Yulkifli, 2018).

Pengamatan Tanaman

Pengamatan dilakukan secara destruktif pada hari ke-20, 40, 60 setelah tanam, dan saat panen. Pengamatan tanaman berupa penimbangan bobot basah tanah, penimbangan bobot kering tanaman, penimbangan luas daun, pengukuran laju asimilasi, dan pengukuran bobot biji pertanaman. Bobot basah tanaman merupakan total penimbangan bagian daun, batang, dan bagian akar tanaman. Penimbangan bobot basah dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik.

Penimbangan bobot kering tanaman dilakukan setelah penimbangan bobot basah. Seluruh bagian tanaman dimasukkan ke dalam kantong kertas yang telah diberi label dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70 °C hingga diperoleh bobot yang konstan. Penimbangan bobot kering dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik.

Penimbangan luas daun dilakukan dengan mengambil seluruh daun dari tanaman dengan cara dipotong, kemudian bobot seluruh daun tersebut ditimbang, dan dicatat. Selanjutnya pola dengan ukuran 2 cm x 2 cm dibuat untuk 5 helai daun. Metode gravimetri dihitung dengan menggunakan rumus berdasarkan Irwan & Wicaksono (2017), yaitu luas daun = $\frac{\text{Bobot seluruh daun}}{5 \text{ helai pola } 2 \times 2 \text{ cm}} \times 20 \text{ cm}^2$

Laju asimilasi bersih (LAB) dilakukan berdasarkan bobot kering dengan luas daun tanaman per satuan waktu menggunakan rumus, yaitu $\text{LAB} = \frac{\ln L_2 - \ln L_1}{L_2 - L_1} \times \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}$ dimana W1= Bobot kering tanaman pada awal pengamatan (g), W2= bobot kering tanaman pada akhir pengamatan (g), L1 =

luas daun pertanaman pada awal pengamatan (cm^2), L_2 = luas daun pertanaman pada akhir pengamatan (cm^2), T_1 = waktu pengamatan awal periode pengamatan (minggu) dan T_2 = waktu pengamatan akhir periode pengamatan (minggu) (Shon et al., 1997).

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan *Analysis of Varian* (ANOVA) pada taraf 5% dan dilanjutkan dengan uji *Honestly Significance Different* (HSD).

HASIL

Pada penelitian ini variabel yang diamati adalah pertumbuhan dan produksi tanam. Variabel pertumbuhan meliputi bobot basah, bobot kering, luas daun, dan LAB, sedangkan variabel produksi adalah bobot biji petanaman. Hasil analisis ragam untuk faktor varietas parameter bobot basah, bobot kering, luas daun, LAB menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata ($P < 0,05$), sedangkan bobot biji pertanaman berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Faktor konsentrasi seluruh variabel pertumbuhan dan hasil tanam kedelai menunjukkan hasil berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Interaksi antara varietas dan konsentrasi menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata pada seluruh variabel pengamatan. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan varietas kedelai Gepak Kuning, Argomulyo, dan Anjasmoro memiliki nilai rerata tidak berbeda nyata pada parameter bobot basah, bobot kering, luas daun, dan LAB, namun berbeda nyata pada parameter bobot biji pertanaman. Pada parameter bobot biji pertanaman varietas Argomulyo berbeda nyata dengan varietas Gepak Kuning dengan nilai rerata tertinggi diperoleh Argomulyo sebesar 10,572 g dan terendah diperoleh Gepak Kuning sebesar 6,625 g, selain itu Argomulyo diketahui memiliki nilai rerata tertinggi pada seluruh variabel pengamatan. Hal ini menunjukkan Argomulyo mempunyai toleransi yang baik pada seluruh variabel pengamatan (Tabel 1).

Tabel 1. Bobot basah, bobot kering, luas daun, laju asimilasi bersih, dan bobot biji pertanaman terhadap varietas kedelai

Varietas kedelai	Bobot basah (g)	Bobot kering (g)	Luas daun (cm^2)	Laju asimilasi bersih ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{minggu}^{-1}$)	Bobot biji pertanaman (g)
Gepak Kuning	12,909 ^a	3,458 ^a	50,027 ^a	0,030 ^a	6,652 ^b
Argomulyo	15,405 ^a	4,361 ^a	61,051 ^a	0,039 ^a	10,572 ^a
Anjasmoro	13,421 ^a	3,528 ^a	54,715 ^a	0,032 ^a	8,273 ^{ab}

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0,05%

Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan variabel pengamatan pada pemberian PEG konsentrasi 5% memiliki hasil yang tidak berbeda nyata dengan kontrol, sedangkan pada perlakuan 10% dan 15% memberikan perbedaan nyata dengan kontrol, namun antar perlakuan PEG tidak berbeda nyata (Tabel 2).

Tabel 2. Bobot basah, bobot kering, luas daun, laju asimilasi bersih, dan bobot biji pertanaman terhadap konsentrasi PEG

Konsentrasi PEG	Bobot basah (g)	Bobot kering (g)	Luas daun (cm^2)	Laju asimilasi bersih ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{minggu}^{-1}$)	Bobot biji pertanaman (g)
0%	17,980 ^a	5,361 ^a	68,540 ^a	0,045 ^a	11,433 ^a
5%	14,845 ^{ab}	4,100 ^{ab}	60,360 ^{ab}	0,035 ^{ab}	8,977 ^{ab}
10%	11,924 ^b	3,223 ^b	47,275 ^b	0,028 ^b	7,546 ^b
15%	10,898 ^b	2,445 ^b	45,383 ^b	0,025 ^b	6,040 ^b

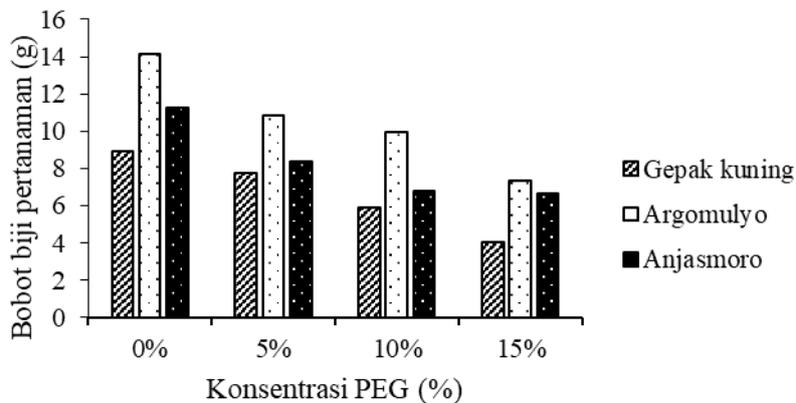
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 0,05%

Hasil persentase penurunan beberapa varietas kedelai terhadap variabel pengamatan diketahui varietas Gepak Kuning pada parameter bobot basah memperoleh rata-rata sebesar -31%,

Argomulyo sebesar -37% dengan Anjasmoro sebesar -43%. Pada parameter bobot kering varietas Gepak Kuning memiliki rata-rata persentase penurunan sebesar -21%, Argomulyo sebesar -62% dengan Anjasmoro sebesar -28%, sedangkan untuk parameter luas daun varietas Anjasmoro memperoleh persentase peningkatan rata-rata sebesar 18%, Argomulyo memperoleh penurunan persentase sebesar -28% dengan Gepak Kuning sebesar -44%. Pada parameter LAB varietas Argomulyo memperoleh persentase penurunan sebesar -33%, lalu Anjasmoro sebesar -50% dan Gepak Kuning sebesar -42%. Pada parameter bobot biji pertanaman Anjasmoro memperoleh rata-rata persentase penurunan sebesar -11%, Gepak Kuning sebesar -34%, serta Argomulyo sebesar -54,67% (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil persentase varietas Gepak Kuning, Argomulyo, dan Anjasmoro terhadap variabel pengamatan

Variabel pengamatan	Gepak Kuning			Argomulyo			Anjasmoro		
	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Bobot basah (g)	-19%	-35%	-39%	-29%	-35%	-47%	-25%	-51%	-51%
Bobot kering (g)	-10%	-18%	-36%	-53%	-62%	-70%	17%	-38%	-61%
Luas daun (cm ²)	-17%	-59%	-57%	-12%	-33%	-37%	17%	-16%	52%
Laju asimilasi bersih (g.cm ⁻² . minggu ⁻¹)	-25%	-50%	-50%	-16%	-33%	-50%	-50%	-50%	-50%
Bobot biji pertanaman (g)	-9%	-45%	-51%	-41%	-54%	-68%	-6%	-22%	-5%



Gambar 1. Bobot biji pertanaman beberapa varietas kedelai terhadap konsentrasi PEG

Berdasarkan Gambar 1, menunjukkan bahwa terdapat penurunan bobot biji pertanaman pada masing-masing varietas seiring dengan penambahan konsentrasi PEG dan varietas Argomulyo menunjukkan bobot yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lainnya.

PEMBAHASAN

Pengaruh Varietas dan PEG terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai

Hasil analisis ragam terhadap variabel yang diamati menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi yang nyata antara varietas dan PEG yang diberikan. Hal ini disebabkan kemampuan setiap varietas untuk merespon perlakuan konsentrasi bergantung dari sifat genetik varietas itu sendiri. Menurut Wati et al. (2018), terdapat interaksi yang tidak nyata terhadap semua peubah pertumbuhan dan hasil tanam disebabkan kemampuan tiap varietas untuk merespon perlakuan sangat bergantung pada genotipe dari varietas tersebut dan lingkungannya.

Pada faktor varietas tidak memberikan pengaruh nyata pada hampir semua pengamatan dan berdasarkan hasil uji lanjut BNJ (Tabel 1) diketahui bahwa nilai rerata tertinggi dalam pengamatan dijumpai pada varietas Argomulyo. Argomulyo merupakan varietas yang tahan terhadap perlakuan PEG, karena memberikan nilai rata-rata bobot basah, bobot kering, luas daun, LAB, dan bobot biji pertanaman tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa setiap varietas memberikan respon yang berbeda dan Argomulyo mempunyai genetik lebih baik dibandingkan Anjasmoro serta Gepak Kuning.

Menurut Warbaal et al. (2019), varietas unggul mempunyai kemampuan genetik yang berbeda-beda. Perbedaan pertumbuhan antar varietas dipengaruhi sifat genetik dan faktor lingkungan, sedangkan tingginya produksi disebabkan varietas tersebut mampu beradaptasi pada lingkungannya (Asnizar et al., 2013). Tingkat toleransi tanaman sangat tergantung pada bagaimana tanaman beradaptasi dan merespon cekaman kekeringan secara fisiologis dan morfologis (Nadir et al., 2019). Hal ini juga sesuai dengan pendapat Wijaya et al. (2017), pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan hasil tanam tergantung dari tingkat cekaman dan varietas yang ditanam, karena saat kondisi tercekam beberapa varietas memiliki karakteristik tanaman yang diatur oleh gen sehingga kemampuan beradaptasi menjadi berbeda. Pada penelitian ini varietas Argomulyo, Grobogan, Dega 1, dan Anjasmoro menjadi salah satu varietas unggul dengan respon paling baik bagi lahan kering diantara Argomulyo, Grobogan, Mutiara 2, Dega 1, Dering, Anjasmoro, Detam 1, Gema, dan Mitani. Berdasarkan hasil penelitian Pale et al. (2018), varietas Argomulyo dan Grobogan memiliki pertumbuhan yang lebih baik pada parameter panjang akar, bobot segar akar, bobot kering akar, dan ketiga parameter tersebut memungkinkan kriteria cepat untuk penampisan awal toleransi kekeringan.

Pada faktor konsentrasi PEG yang diberikan sangat berpengaruh nyata terhadap bobot basah, bobot kering, luas daun, LAB, dan bobot biji pertanaman. Berdasarkan hasil uji lanjut BNJ (Tabel 2) semakin tinggi konsentrasi PEG yang diberikan maka pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai semakin menurun. Hal ini disebabkan tingginya cekaman kekeringan pada tanaman. Pada perlakuan konsentrasi rendah 5% menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan kontrol, selanjutnya pada perlakuan 10%, dan 15% memberikan perbedaan nyata dengan kontrol, namun antar perlakuan PEG tidak berbeda nyata. Hal ini sesuai dengan pendapat Pasaribu dan Tistama (2019), bahwa semakin pekat konsentrasi PEG maka semakin banyak air yang diserap dan ketersediaan air pada media menjadi berkurang serta tanaman yang kuat menghadapi PEG maka tanaman tersebut akan semakin tahan dalam menghadapi cekaman.

Berdasarkan hasil persentase (Tabel 3) diketahui bahwa seluruh varietas kedelai mengalami persentase penurunan pada parameter bobot basah, LAB, dan bobot biji pertanaman. Pada parameter bobot basah varietas Anjasmoro dengan konsentrasi 10% dan 15% memiliki persentase penurunan tertinggi sebesar 51%, selanjutnya persentase penurunan tertinggi diperoleh varietas Argomulyo dengan konsentrasi 15% sebesar 68% untuk parameter bobot biji pertanaman. Pada parameter LAB persentase penurunan tertinggi diperoleh varietas Gepak Kuning pada konsentrasi 10% dengan 15%, Argomulyo pada konsentrasi 15% dan Anjasmoro pada konsentrasi 5%, 10%, serta 15% sebesar 50%. Pada parameter bobot kering terdapat persentase peningkatan tertinggi pada varietas Anjasmoro konsentrasi 5% sebesar 17% serta peningkatan tertinggi parameter luas daun terdapat pada varietas Anjasmoro dengan konsentrasi 15% sebesar 52%.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa PEG berpengaruh sangat nyata terhadap bobot basah tanaman, tetapi tidak menunjukkan adanya interaksi. Bobot basah merupakan total bobot tanaman yang masih segar dan diperoleh dengan cara menimbang tanaman setelah panen sebelum tanaman tersebut layu karena kehilangan air, selain itu bobot basah menunjukkan hasil aktivitas metabolisme tanaman itu sendiri yang dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara (Rosyida & Nugroho, 2017). Semakin baik hara yang diserap tanaman maka ketersediaan bahan dasar untuk proses fotosintesis semakin baik dan akan berpengaruh pada bobot basah tanaman (Suhartono & Khoiruddin, 2008). Air dalam kehidupan tanaman berperan sebagai pelarut unsur hara yang terkandung dalam tanah. Saat tanah mengalami kekeringan maka terjadi penurunan penyerapan air dan hara, sehingga menyebabkan suplai air yang dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman tidak terpenuhi dan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat. Terhambatnya pertumbuhan disebabkan karena transportasi unsur hara ke daun ikut terhambat, sehingga berdampak pada produksi yang dihasilkan (Felania, 2017). Hal ini sejalan dengan pendapat Supriyanto (2013), bahwa kekeringan akan menyebabkan terganggunya proses metabolisme tanaman seperti terhambatnya penyerapan nutrisi (unsur hara), penurunan laju fotosintesis, penutupan stomata, dan laju transpirasi. Apabila laju fotosintesis menurun maka pertumbuhan tanaman juga akan terpengaruh, karena berkurangnya sumber energi yang diperlukan untuk proses pembelahan dan pembesaran sel. Menurut Dewi et al.

(2019), respon pertama tanaman terhadap kondisi kekeringan adalah menutupnya stomata. Tanaman harus mempertahankan potensial air dengan mekanisme penutupan stomata. Pembukaan dan penutupan stomata ditentukan oleh tekanan turgor dari kedua sel penjaga, sementara itu tekanan turgor dipengaruhi oleh banyaknya air yang masuk ke sel penjaga. Penutupan stomata ini terjadi pada tumbuhan untuk mengurangi kehilangan air yang berlebihan akibat cekaman air yang terjadi. Penutupan stomata juga menjadi upaya tanaman menghindari kehilangan air berlebih melalui proses transpirasi.

Bobot basah berkorelasi terhadap bobot kering dan sebaliknya. Berdasarkan uji korelasi antara kedua parameter diketahui nilai $R = 0,893$ yang berarti bobot kering dipengaruhi bobot basah sebesar 89,3%. Hal ini dijelaskan oleh Alfiandi et al. (2022), bahwa ketika bobot basah menurun maka bobot kering juga menurun. Berkurangnya bobot basah tanaman berhubungan dengan tingkat kecukupan hara yang secara bersamaan memengaruhi bobot kering (Alfiandi et al., 2022). Menurut Tri dan Nopiyanto (2020), bobot basah adalah bobot tanaman yang ditimbang segera setelah panen agar air tidak cepat menguap, karena bobot basah menggambarkan kandungan air dan kelembapan tanaman. Pertambahan bobot basah dipengaruhi oleh penyerapan air dan unsur hara. Rendahnya kadar air menyebabkan kandungan hara dalam tanah sulit diserap akar, kemudian suplai hara berkurang. Air dan unsur hara yang diserap akan diteruskan ke daun untuk digunakan dalam proses fotosintesis, sehingga bobot basah tanaman merupakan gambaran fotosintesis selama proses pertumbuhan tanaman dan 90% bobot kering tanaman merupakan hasil fotosintesis. Penurunan bobot basah berarti penurunan bobot kering.

Pada pengamatan bobot kering hasil analisis ragam PEG berpengaruh sangat nyata, tetapi tidak menunjukkan interaksi. Berdasarkan hasil uji lanjut BNJ (Tabel 1) diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi PEG yang diberikan maka bobot kering tanaman semakin turun, karena cekaman kekeringan merupakan kondisi lingkungan tanaman kurang menerima asupan air yang cukup, sehingga tanaman tidak dapat melakukan pertumbuhan dan perkembangan secara optimal. Menurut Wahono et al. (2018), ketersediaan air memengaruhi pertumbuhan dan bobot kering yang lebih tinggi. Hasil bobot kering merupakan keseimbangan antara fotosintesis dan respirasi. Fotosintesis meningkatkan bobot kering dengan pengambilan CO_2 , sedangkan respirasi menurunkan bobot dengan melepas CO_2 . Penurunan bobot kering dapat terjadi karena aktivitas fotosintesis menurun akibat menutupnya stomata untuk menghindari pelepasan air secara berlebih. Hasil fotosintesis selanjutnya dikirim ke seluruh bagian tanaman melalui floem dengan bantuan air. Saat ketersediaan air sedikit maka transport fotosintat dalam tanaman akan terhambat dan menyebabkan kandungan hara di dalam tanah sulit untuk diserap akar, akibatnya kandungan hara yang larut dengan air menyebabkan pembentukan bahan organik tanaman berkurang serta bobot kering secara langsung mengalami penurunan. Berdasarkan uji korelasi antara bobot kering dan luas daun diketahui nilai $R = 0,419$ yang berarti bobot kering dipengaruhi luas daun sebesar 41,9%. Menurut Wijiyanti et al. (2019), bobot kering dan bobot basah dipengaruhi oleh tinggi tanaman dan jumlah daun. Saat tanaman tumbuh lebih tinggi dan jumlah daun banyak bobot basah serta kering yang diperoleh meningkat. Jumlah daun dapat berpengaruh, karena daun adalah tempat terakumulasinya hasil fotosintesis yang dapat dimanfaatkan tanaman untuk respirasi dan bobot kering merupakan hasil keseimbangan antara fotosintesis dengan respirasi. Hal ini sejalan dengan pendapat Mulyadi et al. (2018), bahwa bobot kering merupakan hasil dari fotosintesis, sehingga bobot basah dengan bobot kering dipengaruhi proses fotosintesis dan respirasi.

Berdasarkan hasil analisis ragam PEG berpengaruh sangat nyata terhadap luas daun, tetapi tidak menunjukkan adanya interaksi. Berdasarkan hasil uji lanjut BNJ (Tabel 1) diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi PEG yang diberikan maka ukuran luas daun semakin sempit, apabila konsentrasi yang diberikan semakin rendah maka luas daun semakin lebar. Daun menjadi indikator tingkat kekurangan air secara langsung, hal ini disebabkan daun merupakan organ asimilasi dan transpirasi. Perubahan luas daun akan memengaruhi fotosintesis dan hasil tanaman, sedangkan penyebab utama perubahan luas daun adalah tekanan turgor dengan ketersediaan asimilat (Yang et al., 2021). Hal ini sesuai dengan pendapat Nadir et al. (2019), penurunan pertumbuhan luas daun pada kondisi kekeringan disebabkan oleh penurunan tekanan turgor sel daun akibat penurunan

kadar air daun. Hal ini menyebabkan terhambatnya penyerapan CO₂ oleh stomata, sehingga laju fotosintesis menurun. Menurut Aini et al. (2019), cekaman kekeringan akan menghambat pertumbuhan, salah satunya perluasan daun. Berkurangnya luas daun menjadi respon pertama terhadap kekeringan. Luas daun menurun karena pembelahan sel yang melambat dan ukuran daun tetap sempit untuk mengurangi hilangnya evapotranspirasi. Luas permukaan daun yang sempit akan menyerap sedikit cahaya, sehingga daun yang lebih lebar tentu menghasilkan hasil fotosintesis yang lebih banyak, lalu memicu inisiasi terbentuknya jumlah daun yang lebih banyak dan berimbas pada bobot basah serta bobot kering (Fathia et al., 2020).

Berdasarkan hasil analisis ragam pemberian PEG berpengaruh sangat nyata terhadap LAB, tetapi tidak menunjukkan adanya interaksi. Hasil uji lanjut (Tabel 1) juga menunjukkan LAB mengalami penurunan seiring bertambah besarnya konsentrasi PEG yang diberikan, sehingga kebutuhan air tanaman berkurang dan proses fotosintesis menurun. Menurut Aziez et al. (2021), cekaman kekeringan dapat menghambat laju fotosintesis sehingga asimilat yang dihasilkan menjadi rendah. Rendahnya laju asimilasi bersih akan menyebabkan produktivitas tanaman rendah, karena asimilat tersebut digunakan dalam proses metabolisme di dalam tanaman. Menurut Suryaningrum et al. (2016), terhambatnya laju fotosintesis disebabkan menutupnya stomata pada daun, sehingga menghambat proses pertukaran CO₂ dan O₂ dari jaringan tanaman dengan atmosfer. Hal ini sesuai dengan pendapat Panda et al. (2021), bahwa fotosintesis merupakan salah satu metabolisme utama yang menentukan pertumbuhan dan produksi tanaman. Kekeringan akan mengubah kecepatan standar fotosintesis dan menutupnya stomata akan mengurangi masuknya CO₂ pada daun. Beberapa faktor yang terlibat dalam penurunan fotosintesis, yaitu penutupan stomata, penurunan tekanan turgor, serta penurunan CO₂ asimilasi. Menurut Maisura et al. (2015), selain bobot kering laju asimilasi juga berkorelasi dengan luas daun. Saat luas daun berkurang maka akan berdampak pada penurunan kapasitas daun dalam menyerap cahaya sehingga fotosintesis terhambat. Hal ini sejalan dengan pendapat Aziez et al. (2021), LAB adalah produksi bahan kering per satuan luas daun per satuan waktu. Ini memberikan pemahaman bahwa daun dan cahaya merupakan faktor penentu dalam pembentukan hasil asimilasi. LAB akan lebih tinggi ketika seluruh daun menyerap cahaya dan tidak ternaungi. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi PEG yang diberikan memengaruhi pertumbuhan setiap varietas kedelai karena menghambat proses penyerapan air dari lingkungan.

Pengaruh Varietas dan PEG terhadap Hasil Tanam Kedelai

Berdasarkan hasil analisis ragam PEG berpengaruh sangat nyata terhadap varietas dan bobot biji pertanaman, tetapi tidak menunjukkan adanya interaksi. Setelah dilakukan uji lanjut varietas Argomulyo menunjukkan hasil berbeda nyata dengan Gepak Kuning dan tidak berbeda nyata dengan varietas Anjasmoro (Tabel 1). Hasil tersebut menunjukkan bahwa kekurangan air selama fase pembungaan berakibat pada berkurangnya jumlah polong dan jumlah biji per polong. Menurut Patriyawaty dan Anggara (2020), fase reproduktif adalah fase paling sensitif terhadap cekaman karena berdampak pada proses pembungaan dan pengisian polong. Hal ini juga dijelaskan oleh Suhartina et al. (2014), cekaman kekeringan akan menghambat distribusi karbohidrat dari daun ke polong sehingga jumlah dan ukuran biji menurun, selain itu fase reproduktif pada tahap pengisian polong merupakan periode kritis tanaman terhadap cekaman kekeringan yang dapat menyebabkan penurunan hasil lebih dari 40%. Menurut Cahyono (2019), Argomulyo merupakan varietas tahan kekeringan dengan hasil biji kedelai tertinggi diikuti Grobogan, sedangkan hasil rendah dijumpai Wonogiri dan varietas lokal Karanganyar.

Efektifitas PEG untuk mengetahui respon tanaman terhadap kekeringan juga dapat diuji secara *in vitro* dengan menambahkan PEG pada media tanam. Penambahan PEG 6000 dengan konsentrasi 5% pada media MS mampu menstimulasi cekaman kekeringan pada parameter tinggi tunas, jumlah daun, jumlah daun layu, presentase pertumbuhan, skor kerusakan eksplan, dan indeks sensitivitas beberapa varietas kedelai (Pasaribu & Tistama, 2019). PEG 6000 pada konsentrasi 20% menyebabkan kematian benih dua kali lipat sebesar 90,25% dibandingkan konsentrasi 15% sebesar 49,75%, sedangkan konsentrasi 10% memiliki presentase sebesar 26,25% dan 5% sebesar 6%. Hal ini menunjukkan pemberian PEG 6000 pada konsentrasi 5–20% secara *in vitro* mengakibatkan

potensial osmotik terhambat dengan kondisi tanah pada kapasitas lapang tanaman kedelai (Zuyasna et al., 2016). Hasil penelitian lain oleh Mapikasari et al. (2017), PEG 6000 pada konsentrasi 15% dapat digunakan untuk toleransi berkecambah jewawut (*Setaria italica*) terhadap cekaman kekeringan, sedangkan PEG 8000 pada konsentrasi 20% menggunakan media kapas menunjukkan presentase perkecambahan dan laju perkecambahan sangat rendah dibandingkan konsentrasi 10%. Semakin tinggi konsentrasi PEG dalam media maka membuat tanaman rentan terhadap cekaman air serta menyebabkan gagal berkecambah bahkan menyebabkan kematian pada benih.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa interaksi antara tiga varietas dan konsentrasi PEG tidak berpengaruh terhadap semua parameter yang di uji, namun konsentrasi PEG memengaruhi pertumbuhan dan hasil tanam kedelai pada pengamatan bobot basah, bobot kering, luas daun, LAB, dan bobot biji pertanaman. Perlakuan tiga varietas berpengaruh terhadap bobot biji pertanaman. Varietas yang tahan terhadap cekaman kekeringan dijumpai pada Argomulyo.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada varietas Argomulyo dengan memberikan jarak antar konsentrasi yang lebih jauh, karena kurangnya perbedaan antar perlakuan serta diperolehnya informasi yang konsisten.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan artikel ilmiah ini, khususnya proyek Riset Dasar Dosen Unsoed 2021 sebagai sumber dana dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Adinasa, M. N. M., & Awaliyah, F. (2021). Analisis permintaan kedelai sebagai bahan baku agroindustri tahu di Kabupaten Garut (demand analysis of soybean as an agroindustry raw material in garut district). *Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 7(1), 377-385.
- Aini, Q., Jamarun, N., Sowmen, S., & Sriagtula, R. (2019). Pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan berbagai galur sorgum mutan brown midrib sebagai pakan ternak. *Pastura*, 8(2), 110-112.
- Aldillah, R. (2015). Proyeksi produksi dan konsumsi kedelai Indonesia. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*, 8(1), 9-23.
- Alfiandi, M. T. C., Hasbi, A., & Suroso, B. (2022). Respon pertumbuhan dan produksi tanaman terung (*Solanum melongena* L.) terhadap pemberian pupuk oraganik cair azolla (*Azolla pinata*) dan pupuk p. *National Multidisciplinary Sciences*, 1(2), 123-137.
- Asnijar, A., Kesumawati, E., & Syammiah, S. (2013). Pengaruh varietas dan konsentrasi pupuk bayfolan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agrista*, 17(2), 60-66.
- Azhari, S., & Violita, V. (2019). Identification of drought tolerance of some West Sumatera local rice (*Oryza Sativa* L.) at germination stage using peg 8000. *Serambi Biologi*, 4(1), 25-33.
- Aziez, A. F., Supriyadi, T., Dewi, T. S. K., & Saputra, A. F. (2021). Analisis pertumbuhan kedelai varietas grobogan pada cekaman kekeringan. *Jurnal Ilmiah Agrineca*, 21(1), 25-33.
- Bahri, S. (2017). Respon pertumbuhan dan hasil tiga varietas kedelai (*Glycine max*, L.) terhadap cekaman kekeringan. *Jurnal Penelitian Agrosamudra*, 4(2), 1-14.
- Cahyono, O. (2019). Pengaruh cekaman kekeringan pada pertumbuhan dan hasil beberapa varietas kedelai (*Glycine max* L Merr) lokal. *Jurnal Ilmiah Agrineca*, 19(1), 63-73.
- Dewi, S. M., Yuwariah, Y., Qosim, W. A., & Ruswandi, D. (2019). Pengaruh cekaman kekeringan terhadap hasil dan sensitivitas tiga genotip jawawut. *Kultivasi*, 18(3), 933-941.
- Fathia, A. N., Handayani, T. T., Zulkifli, Z., & Lande, M. L. (2020). The effect of peg (polyethylene glycol) 6000 on water spinach (*Ipomoea reptans* L.) growth. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati (J-BEKH)*, 7(1), 12-17.

- Felania, C. (2017). Pengaruh ketersediaan air terhadap pertumbuhan kacang hijau (*Phaseolus radiatus*). *Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 131-38.
- Ilyani, D. S., Suliansyah, I., & Dwipa, I. (2017). Pengujian resistensi kekeringan terhadap beberapa genotipe padi beras merah (*Oryza sativa* L.) lokal Sumatera Barat pada fase vegetatif. *Jaguar: Jurnal Agroteknologi Universitas Andalas*, 1(1), 6-14.
- Irwan, A. W., & Wicaksono, F. Y. (2017). Perbandingan pengukuran luas daun kedelai dengan metode gravimetri, regresi dan scanner. *Kultivasi*, 16(3), 425-429.
- Krisnawati, A., (2017). Kedelai sebagai sumber pangan fungsional (soybean as source of functional food). *Iptek Tanaman Pangan*, 12(1), 57-65.
- Lei, C., Bagavathiannan, M., Wang, H., Sharpe, S. M., Meng, W., & Yu, J. (2021). Osmopriming with polyethylene glycol (peg) for abiotic stress tolerance in germinating crop seeds: A review. *Agronomy*, 11(11), 1-12.
- Lestari, E. G., & Mariska, I. (2006). Identifikasi somaklon padi gajahmungkur, towuti dan ir 64 tahan kekeringan menggunakan polyethylene glycol. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 34(2), 71-78.
- Maisura, M., Chozin, M. A., Lubis, I., Junaedi, A., & Ehara, H. (2015). Laju asimilasi bersih dan laju tumbuh relatif varietas padi toleran kekeringan pada sistem sawah. *Jurnal Agrium*, 12(1), 10-15.
- Mapikasari, S., Adisyahputra, A., & Indrayanti, R. (2017). Perkecambahan 4 aksesori jewawut (*Setaria Italica* (L.) P. Beauv) pada kondisi cekaman kekeringan artifisial. *Bioma*, 13(1), 43-50.
- Mulyadi, S., Patriani., & Lorensius. (2018). Pengaruh pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah pada tanah gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 7(3), 1-11.
- Nadir, M., Ansyar, I., & Khaerani, P. I. (2019). Effect of various polyethylene glycol concentrations on the growth of seedlings of *Indigofera zollingeriana*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 43(1), 1-4.
- Nio, S. A., Pirade, M., & Ludong, D. P. M. (2019). Leaf chlorophyll content In North Sulawesi (Indonesia) local rice cultivars subjected to polyethylene glycol (peg) 8000-induced water deficit at the vegetative phase. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(9), 2462-2467.
- Pale, R. F., Damanik, R. I. M., & Khardinata, E. H. (2018). Germination performance of selected local soybean (*Glycine max* (L.) Merrills) cultivars during drought stress induced by polyethylene glycol (peg). *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 122(1), 012054. doi: [10.1088/1755-1315/122/1/012054](https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012054).
- Panda, D., Mishra, S. S., & Behera, P. K. (2021). Drought tolerance in rice: Focus on recent mechanisms and approaches. *Rice Science*, 28(2), 119-132.
- Pasaribu, S. A., & Tistama, R. (2019). Deteksi dini terhadap cekaman kekeringan semaian karet (*Hevea brasiliensis*) gt1 dengan polietilen glikol 6000. *Warta Perkaretan*, 38(2), 61-74.
- Patriyawaty, N. R., & Anggara, G. W. (2020). Pertumbuhan dan hasil genotipe kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) pada tiga tingkat cekaman kekeringan. *Agromix*, 11(2), 151-165.
- Putri, F. Y., Nurcahyani, E., Wahyuningsih, S., & Yulianty, Y. (2022). Pengaruh polyethylene glycol (peg) 6000 terhadap karakter ekspresi spesifik planlet anggrek *Dendrobium* sp. secara in vitro. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 7(02), 122-131.
- Rosyida, R., & Nugroho, A. S. (2017). Pengaruh dosis pupuk npk majemuk dan pgpr (plant growth promoting rhizobacteria) terhadap bobot basah dan kadar klorofil daun tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 6(2), 42-56.
- Shon, T. K., Haryanto, T. A. D., & Yoshida, T. (1997). Dry matter production and utilization of solar energy in one year old *Bupleurum falcatum*. *Journal Faculty of Agriculture Kyushu University*, 41, 133-140.
- Suhartina, S., Purwantoro, P., Nugrahaeni, N., & Taufiq, A. (2014). Stabilitas hasil galur kedelai toleran cekaman kekeringan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 33(1), 54-60.

- Suhartono, R., & Khoiruddin, A. (2008). Pengaruh interval pemberian air terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glicine Max* (L) Merrill) pada berbagai jenis tanah. *Jurnal Embryo*, 5(1), 98-112.
- Supriyanto, B. (2013). Pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan hasil padi gogo lokal, kultivar jambu. *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 12(1), 77-82.
- Suryaningrum, R., Purwanto, E., & Sumiyati, S. (2016). Analisis pertumbuhan beberapa varietas kedelai pada perbedaan intensitas cekaman kekeringan. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 18(2), 33-37.
- Tri, S. S., & Nopiyanto, R. (2020). Pengaruh zat pengatur tumbuh alami dari ekstrak tauge terhadap pertumbuhan pembibitan budchip tebu (*Saccharum officinarum* L.) varietas bululawang. *Mediagro*, 16(1), 68-80.
- Wahono, E., Izzati, M., & Parman, S. (2018). Interaksi antara tingkat ketersediaan air dan varietas terhadap kandungan prolin serta pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr). *Buletin Anatomi dan Fisiologi (Bulletin Anatomy and Physiology)*, 3(1), 11-19.
- Warbaal, A., Renwarin, J., Mawikere, N.L., & Mustamu, Y. A. (2019). Daya hasil beberapa varietas kedelai unggul nasional di Distrik Manokwari Barat dan Sidey Provinsi Papua Barat. *Cassowary*, 2(2), 106-113.
- Wati, R. P., Azizah, N., Santoso, M., & Brawijaya, U. (2018). Pengaruh konsentrasi biourin sapi pada pertumbuhan dan hasil tiga varietas tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) the effect concentration of cow biourine on growth and yield of three varieties beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6, 609-618.
- Wijaya, A. A., Sukmasari, M. D., Dani, U., & Waluyo, B. (2017). Respon sembilan varietas kedelai (*Glycine max*. L (Merril) yang ditanam pada kondisi jenuh air. *Jurnal Agronomika*, 12(2), 87-91.
- Wijiyanti, P., Hastuti, E. D., & Haryanti, S. (2019). Pengaruh masa inkubasi pupuk dari air cucian beras terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi (Bulletin of Anatomy and Physiology)*, 4(1), 21-28.
- Wulandari, D.A., & Yulkifli. (2018). Studi awal rancang bangun colorimeter sebagai pendeteksi pada pewarna makanan menggunakan sensor photodiode. *Pillar of Physics*, 11(2), 81-87.
- Yang, X., Lu, M., Wang, Y., Wang, Y., Liu, Z., & Chen, S. (2021). Response mechanism of plants to drought stress. *Horticulturae*, 7(3), 1-36.
- Yurika, D., & Retnaningsih, U. O. (2020). Kepentingan Indonesia melakukan impor kedelai dari Malaysia. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Ilmu Sosial dan Ilmu Politik*, 7(2), 1-15.
- Zuyasna, Z., Effendi, E., Chairunnas, C., & Arwin, A. (2016). Efektivitas polietilen glikol sebagai bahan penyeleksi kedelai kipas merah bireun yang diradiasi sinar gamma untuk toleransi terhadap cekaman kekeringan. *Jurnal Floratek*, 11(1), 66-74.