

RESPON VARIETAS LOKAL KACANG TUNGGAK (*Vigna unguiculata* L. Walp) MALUKU BARAT DAYA TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN PADA FASE PERKECAMBAHAN

[*Response of Local Cowpea Varieties (Vigna unguiculata* L. Walp) from Southwest Maluku to Drought Stress on The Germination Phase]

Ritha Lusian Karuwal^{1✉*}, dan Hermalina Sinay¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP-Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena Kampus Unpatti Poka Ambon-97233

*Email: karuwalritha8@gmail.com

ABSTRACT

Drought stress is one of the agricultural problems, especially in the dry land. Responses to drought stress of local cowpea varieties (*Vigna unguiculata* L. Walp) collected from Southwest Maluku in the germination phase, have never been conducted. This study aimed to evaluate the responses of local cowpea varieties to drought stress in the germination phase. This study was conducted by using seven local varieties of cowpea (KM1, KM3, KM4, KM6, KM7, KM8, and KM9) from Kisar Island and three cultivars from ILETRI Malang. Treatments of drought stress were performed by the watering period in every five days (P1) and in every two days (P0) as the control. All treatments were replicated three times. The parameters of sprout number, final germination percent, sprout length, sprout weight, vigor index, and proline content in the root were observed. Data were analyzed using ANOVA, followed by DMRT at 95%. The results showed that P1 inhibited the germination phase in all varieties studied. As compared to P0, local variety KM4 at P1 had the highest mean in several parameters, such as sprout number on the 7th day of treatments, final germination percentage, sprouts dry weight, and vigor index of dry weight sprouts (17.67 sprouts, 70.67%, 0.1 g, 7.05), while KM6 had the highest mean values on sprout root length, sprout shoot length, sprout wet weight, and vigor index of sprout length (12.08 cm, 8.96 cm, 0.73 g, 1306.37). Based on the correlation analysis, there is a positive correlation that is significant between the sprouting number with final germination percent, and sprout length with sprout weight. The result of the principal component analysis showed that PC1 and PC2 were selected with the cumulative percentages of the variance 70.60% and 12.99%, respectively. Cowpea varieties were clustered in the two main clusters. Cluster I consisted of KM1, KM4, KM6, KT1 dan KT2, while cluster II contained KM7, KM8, KM3, KM9 and KT7. Therefore, the initial selection of drought tolerance of cowpea varieties in the germination phase is essential for plant breeding as an effort for its development and utilization sustainability.

Keywords: cowpea, drought stress, germination, Southwest Maluku.

ABSTRAK

Cekaman kekeringan adalah salah satu masalah pertanian, khususnya pada lahan kering yang menghambat proses perkecambahan. Respon terhadap cekaman kekeringan pada varietas lokal kacang tunggak (*Vigna unguiculata* L. Walp) dari Maluku Barat Daya dalam fase perkecambahan belum pernah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi respon varietas lokal kacang tunggak terhadap cekaman kekeringan pada fase perkecambahan. Penelitian ini menggunakan tujuh varietas lokal kacang tunggak yang dikoleksi dari pulau Kisar (KM1, KM3, KM4, KM6, KM7, KM8, KM9) dan tiga kultivar (KT1, KT2, KT7) dari Balitkabi Malang. Perlakuan cekaman kekeringan adalah berupa periode pemberian air setiap lima hari sekali (P₁) sedangkan kontrol adalah pemberian air setiap dua hari sekali (P₀) dengan jumlah ulangan sebanyak tiga kali. Parameter yang diukur dalam penelitian ini berupa jumlah kecambah, persentase perkecambahan akhir, panjang kecambah, bobot kecambah, indeks vigor, dan kadar prolin akar. Data pengamatan dianalisis menggunakan ANOVA, dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa P₁ menghambat perkecambahan pada semua varietas. Dibandingkan dengan P₀, varietas lokal KM4 pada P₁ memiliki rerata jumlah kecambah hari ke-7, persentase perkecambahan akhir, bobot kering kecambah, dan indeks vigor bobot kering kecambah yang tertinggi (17.67 kecambah, 70.67%, 0.1 g, 7.05) sedangkan KM6 memiliki panjang akar, panjang tajuk, bobot basah kecambah, dan indeks vigor panjang kecambah yang tertinggi (12.08 mm, 8.96 mm, 0.73 g, 1306.37). Berdasarkan hasil analisis korelasi ditemukan adanya korelasi positif yang signifikan antar jumlah kecambah dengan persentase perkecambahan akhir, panjang akar dan panjang tajuk dengan bobot basah kecambah. Hasil analisa komponen utama menunjukkan bahwa KU1 dan KU2 dipilih dengan persentase varian kumulatif masing-masing 70.60% dan 12.99%. Varietas kacang tunggak dikelompokkan dalam dua klaster utama. Klaster I terdiri atas varietas KM1, KM4, KM6, KT1 dan KT2 sedangkan klaster II meliputi KM7, KM8, KM3, KM9 and KT7. Dengan demikian, seleksi dini toleransi kekeringan pada fase perkecambahan ini sangat diperlukan untuk tujuan pemuliaan tanaman dalam upaya pengembangan dan pemanfaatan yang berkelanjutan.

Kata kunci: cekaman kekeringan, kacang tunggak, MBD, perkecambahan.

PENDAHULUAN

Kekeringan merupakan faktor pembatas bagi tanaman terutama pada wilayah dengan iklim berbeda. Hal ini disebabkan oleh mekanisme evaporasi dan evapotranspirasi yang tinggi sepanjang tahun pada wilayah-wilayah tersebut (Beshir *et al.*, 2016). Dampak kekeringan pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman dimulai dari penghambatan dalam hal ketersediaan dan

pengambilan air, ketidakseimbangan nutrisi, dan toksisitas ion spesifik (Fereira *et al.*, 2017). Murillo-Amador *et al.* (2002) menjelaskan bahwa dalam kondisi kekeringan terjadi penurunan penyerapan air selama imbibisi dan stres pada taraf yang lebih ekstrim dapat menyebabkan penyerapan ion yang berlebihan. Oleh karena itu, diperlukan teknik penanganan yang tepat dalam mengatasi cekaman kekeringan. Teknik penapisan yang cepat

*Kontributor Utama

*Diterima: 5 Oktober 2021 - Diperbaiki: 10 Oktober 2022 - Disetujui: 5 Desember 2022

dan akurat untuk toleransi terhadap kekeringan merupakan tahapan pemuliaan yang penting (Boopathi *et al.*, 2013). Salah satunya dengan mensimulasi kondisi cekaman kekeringan di laboratorium menggunakan media osmotik yang diatur interval pemberiannya.

Cekaman kekeringan dapat mempengaruhi berbagai tahapan perkembangan tanaman termasuk perkecambahan yang merupakan tahap paling kritis dalam menentukan perkembangan bibit dan keberhasilan panen (Almansouri *et al.*, 2001). Proses perkecambahan akan menurun seiring dengan meningkatnya stres osmotik pada biji (Cokkzigin *et al.*, 2013). Selain itu, tahapan ini sangat sensitif terhadap cekaman kekeringan dan sering digunakan dalam seleksi dini toleransi cekaman kekeringan pada tanaman (Hellal *et al.*, 2018). Benih yang memiliki perkecambahan yang normal dan cepat pada kondisi tercekam menunjukkan potensi genetik toleran terhadap cekaman kekeringan (Effendi dan Azrai, 2010). Bateman *et al.* (2016) menjelaskan bahwa kekeringan dapat menunda dan menekan laju perkecambahan biji serta menyebabkan perubahan fisiologi dan biokimia pada biji secara signifikan. Namun demikian, tanaman tertentu dapat menunjukkan adaptasi fisiologis yang memungkinkan tanaman mengembangkan mekanisme pertahanan terhadap kondisi tersebut.

Pada kacang tunggak, kekeringan dapat menunda perkecambahan. Persentase perkecambahan kacang tunggak menurun secara signifikan dengan meningkatnya lama interval pemberian air (Araujo *et al.*, 2018). Dibandingkan dengan kacang umum lainnya, seperti *Phaseolus vulgaris* L., kacang tunggak adalah tanaman dengan kebutuhan yang rendah akan air dan nutrisi (Costa *et al.*, 2011). Namun, di bawah kondisi defisit air yang ekstrim, tanaman ini menunjukkan penyesuaian osmotik seluler melalui akumulasi zat terlarut yang kompatibel dalam sitosol, pengurangan area daun dan potensi air daun, penutupan stomata, penghambatan fotosintesis, dan pertumbuhan sistem akar terhambat (Sharma *et al.*, 2012).

Cekaman kekeringan juga berpengaruh pada panjang akar dan tajuk dan juga bobot basah dan bobot kering kecambah serta indeks vigor perkecambahan (Widoretno, 2011). Ferreira *et al.* (2017); Silva Júnior *et al.* (2014) melaporkan bahwa penelitian cekaman kekeringan pada kacang tunggak telah dilakukan secara intensif untuk perbaikan genetik dan fiksasi nitrogen. Carvalho *et al.* (2019) juga melaporkan bahwa cekaman kekeringan dapat menyebabkan penundaan perkecambahan dan pertumbuhan bibit dan meningkatkan akumulasi prolin.

Informasi mengenai studi tentang respon kacang tunggak terhadap kondisi cekaman masih sangat minim khususnya yang terkait dengan varietas lokal kacang tunggak di kabupaten Maluku Barat Daya (MBD) yang merupakan salah satu lahan kering di Indonesia. Karuwal *et al.* (2017) menyatakan bahwa dengan perlakuan interval penyiraman sepuluh hari sekali di rumah kaca, ketujuh varietas lokal asal kabupaten Maluku Barat Daya (MBD) menunjukkan respon morfofisiologi yang berbeda sebagai bentuk adaptif terhadap cekaman kekeringan. Selanjutnya Karuwal *et al.* (2018) menyebutkan bahwa analisis klaster berdasarkan respon morfofisiologi ditemukan varietas KM7 merupakan varietas yang toleran terhadap cekaman kekeringan pada tanaman dewasa. Sejauh ini, respon terhadap cekaman kekeringan pada fase perkecambahan untuk varietas lokal dari kabupaten Maluku Barat Daya (MBD) belum dilakukan. Hal ini sangat penting dalam upaya seleksi dini varietas yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Dengan demikian tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan evaluasi terhadap respon varietas lokal kacang tunggak MBD terhadap cekaman kekeringan pada tahap perkecambahan dan melakukan seleksi varietas yang bersifat toleran.

BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan tanaman yang digunakan adalah benih tujuh varietas lokal dari pulau Kisar Kabupaten Maluku Barat Daya yang merupakan daerah dengan ketersediaan air terbatas (KM1, KM3, KM4, KM6, KM7, KM8, KM9) dan tiga kultivar budidaya dari Balitkabi Kementan Malang Jawa Timur (KT1, KT2, KT7).

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan perlakuan berupa periode penyiraman dan perbedaan varietas kacang tunggak. Cekaman kekeringan diberikan dalam bentuk periode pemberian air. Pemberian air dua hari sekali (P_0) sebagai kontrol dengan kadar air yang relatif sama (Karuwal *et al.*, 2018) dan pemberian air lima hari sekali (P_1) sebagai perlakuan. Replikasi percobaan dilakukan sebanyak tiga kali. Tahapan kerja dalam penelitian ini meliputi pemilihan benih, sterilisasi benih, perkecambahan, dan pengamatan. Benih yang dipilih adalah benih yang telah matang secara fisiologis, seragam dan bernas. Untuk sterilisasi, sebanyak 50 benih tiap kombinasi perlakuan dan ulangan dicuci kemudian direndam dalam akuades selama satu jam dan 25 benih yang tenggelam diambil untuk dikecambahkan. Perkecambahan dilakukan dengan cara menebarkan benih pada kertas saring berukuran 30x20 cm dalam wadah plastik dengan posisi hipokotil ke atas. Proses perkecambahan dilakukan pada laboratorium pada

suhu ruang (25 °C) dengan fotoperiode 16 jam gelap dan 8 jam terang selama 7 hari.

Parameter yang diamati adalah jumlah kecambah 3 hari setelah tanam (HST) (JK3), jumlah kecambah 5 HST (JK5), jumlah kecambah 7 HST (JK7), persentase perkecambahan akhir (PPA), panjang kecambah (akar dan tajuk), bobot kecambah (basah dan kering), indeks vigor panjang kecambah (IVPK) dan indeks vigor bobot kering kecambah (IVBKK) yang diukur pada akhir perkecambahan. Pengukuran bobot kering dilakukan dengan metode destruksi dengan menyimpan sampel kecambah dalam oven selama dua hari pada suhu 70 °C dan ditimbang bobotnya. PPA, IVPK, dan IVBKK dihitung dengan menggunakan rumus:

$$PPA = \frac{\text{jumlah kecambah normal pada akhir pengamatan}}{\text{total benih yang dikecambahkan}} \times 100\%$$

$$IVPK = PPA \times \text{total panjang kecambah}$$

$$IVBKK = PPA \times \text{bobot kering kecambah}$$

Pengukuran kadar prolin akar dilakukan dengan mengikuti metode dalam (Carvalho *et al.*, 2019) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 40 mg akar dihaluskan dalam mortar dan dihomogenisasi dengan 1 ml asam sulfosalisilat 3% (b/v) dalam tabung kemudian disentrifugasi pada 12.000 g selama 20 menit. Setelah disentrifugasi, 0.1 ml supernatan dicampur dengan 0.4 ml asam-ninhidrid

dan 0.4 ml asam asetat glasial. Campuran yang dihasilkan dipanaskan selama 1 jam pada 100 ° C dalam penangas air. Setelah itu, tabung ditempatkan di atas es dan kemudian ditambahkan 0.8 ml toluen sambil tabung digojok. Fase atas dari campuran tersebut diambil dan ditera pada spektrofotometer untuk dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 520 nm. Kandungan prolin dihitung dengan mengacu pada kurva standar menggunakan L-prolin dan dinyatakan sebagai g prolin/mg jaringan segar.

Data dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam faktorial dan dilanjutkan dengan uji DMRT pada tahap signifikan 95 % menggunakan program SPSS versi 16.0. Analisis korelasi antar parameter jumlah kecambah, persentase perkecambahan akhir, panjang kecambah, bobot basah dan bobot kering kecambah menggunakan korelasi Pearson dengan bantuan program SPSS 16.0. Analisis pengelompokan varietas lokal kacang tunggak berdasarkan parameter yang diamati menggunakan analisis komponen utama pada program PAST 3.0.

HASIL

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan pengaruh signifikan dari varietas dan perlakuan cekaman kekeringan pada semua parameter pengamatan. Interaksi antar kedua faktor juga menunjukkan pengaruh kecuali pada panjang akar

Tabel 1. Rekapitulasi hasil analisis sidik ragam faktorial pada fase perkecambahan. (*Recapitulation results on the analysis of variance factorial on the germination phase*).

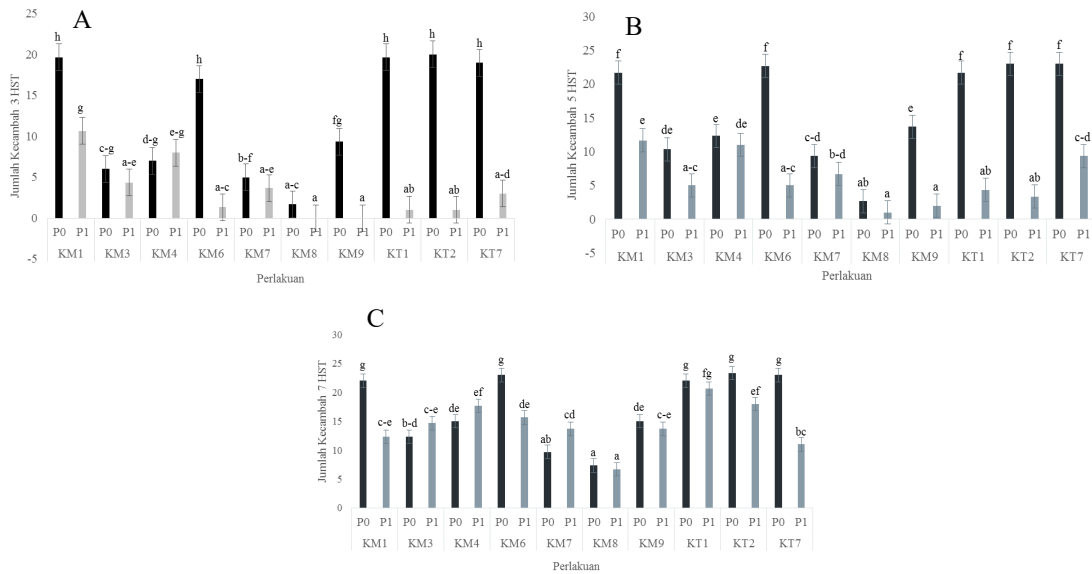
Karakter (<i>Character</i>)	Varietas (<i>Varieas</i>)	Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Interaksi (<i>Interactions</i>)
Jumlah kecambah 3 HST	*	*	*
Jumlah kecambah 5 HST	*	*	*
Jumlah kecambah 7 HST	*	*	*
Persentase perkecambahan akhir	*	*	*
Panjang akar	*	*	tn
Panjang tajuk	*	*	*
Bobot basah kecambah	*	*	*
Bobot kering kecambah	*	*	tn
Indeks vigor panjang kecambah	*	*	*
Indeks vigor bobot kering kecambah	*	tn	*
Kadar prolin akar kecambah	*	*	*

Keterangan: *: berpengaruh nyata pada $\alpha=0.05$; tn: tidak berpengaruh

Jumlah Kecambah

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antar varietas lokal pada P₁ dan P₀ (p<0.05). Dibandingkan dengan P₀, semua varietas lokal pada perlakuan P₁ berkecambah pada awal pengamatan kecuali varietas KM8 dan KM9.

Varietas KM1 memiliki jumlah kecambah tertinggi dan KM8 memiliki jumlah kecambah terendah pada 3 dan 5 HST. Selanjutnya, jumlah kecambah tertinggi pada 7 HST terdapat pada varietas KM4 dan terendah pada KM8. Selanjutnya, kultivar budidaya dari Balitkabi memiliki jumlah kecambah yang lebih tinggi dari varietas lokal (Gambar 1).

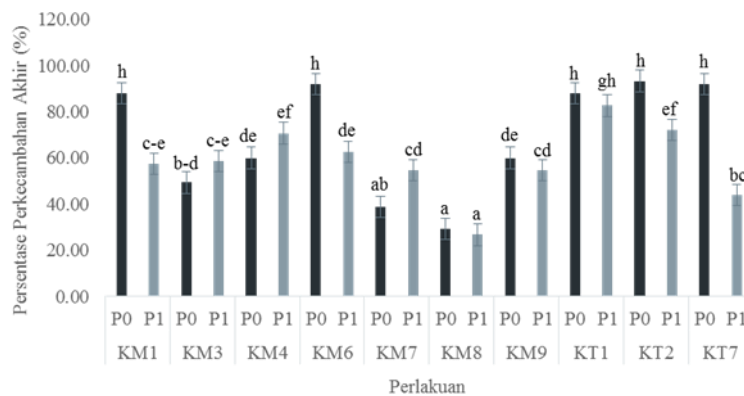


Gambar 1. Jumlah kecambah akibat cekaman kekeringan. A: jumlah kecambah 3 HST; B: jumlah kecambah 5 HST; C: jumlah kecambah 7 HST. (Number of sprout affected by drought stress. A: number of sprout on 3 DAP; B: number of sprout on 5 DAP; C: Number of sprout on 7 DAP).

Persentase Perkecambahan Akhir (PPA)

Uji lanjut Duncan menunjukkan perbedaan signifikan antar varietas lokal pada kelompok perlakuan (p<0.05). Pada P₁, PPA tertinggi ditunjukkan oleh varietas KM6 sedangkan terendah

diperoleh varietas KM8. Dibandingkan dengan P₀, PPA pada perlakuan P₁ lebih kecil. Selain itu, pada kultivar budidaya memiliki PPA lebih tinggi daripada varietas lokal seperti halnya jumlah kecambah. (Gambar 2).

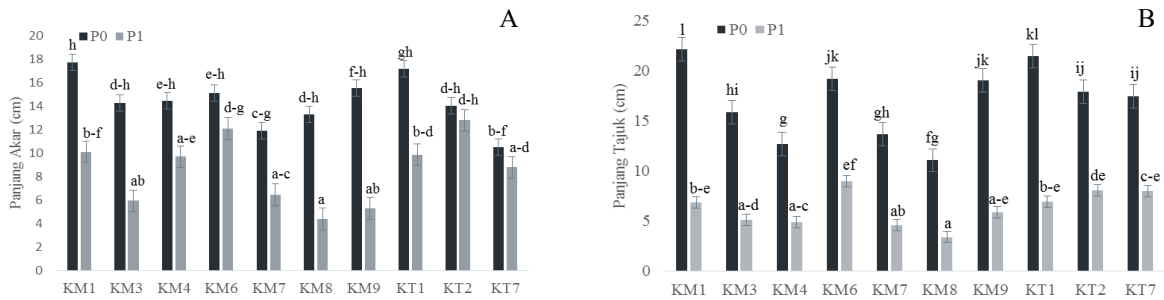


Gambar 2. Persentase perkecambahan akhir akibat cekaman kekeringan. (Final germination (%) affected by drought stress).

Panjang Kecambah

Panjang kecambah meliputi panjang akar dan panjang tajuk. Gambar 3 menunjukkan bahwa panjang akar dan tajuk tertinggi ditemukan pada

varietas KM6 untuk perlakuan P₁ sedangkan pada kontrol P₀, varietas KM1 yang memiliki panjang akar dan tajuk tertinggi. Dibandingkan dengan kultivar budidaya, panjang kecambah hampir sama dengan varietas lokal (Gambar 3).

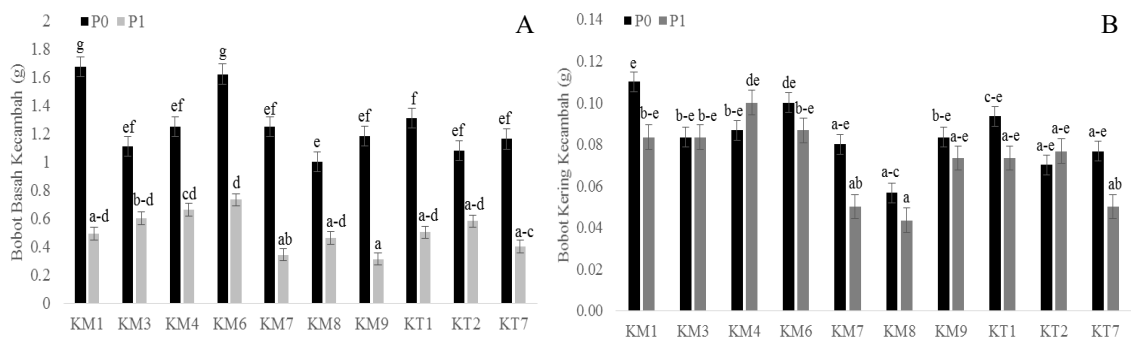


Gambar 3. Panjang kecambah akibat cekaman kekeringan. A: panjang akar; B: panjang tajuk. (*Sprout length affected by stress. A: root length; B: shoot length.*)

Bobot kecambah

Pada P₁, varietas KM6 memiliki bobot basah tertinggi dan varietas KM4 memiliki bobot kering tertinggi. Untuk kontrol P₀, varietas KM1 memiliki

bobot basah dan bobot kering tertinggi. Sama halnya dengan panjang kecambah, bobot basah dan bobot kering kecambah pada kultivar budidaya tidak berbeda jauh dengan varietas lokal (Gambar 4).

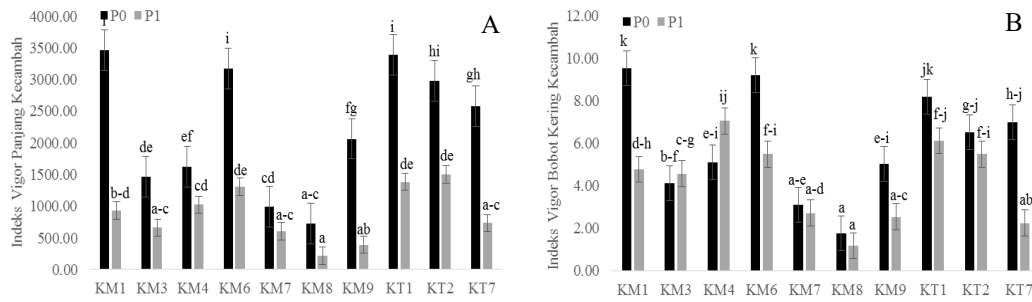


Gambar 4. Bobot kecambah akibat cekaman kekeringan. A: bobot basah; B: bobot kering. (*Sprout weight affected by drought stress. A: wet weight; B: dry weight.*)

Indeks vigor kecambah

Indeks vigor kecambah meliputi indeks vigor panjang kecambah (IVPK) dan indeks vigor bobot kering kecambah (IVBKK). IVPK tertinggi perlakuan P₁ ditemukan pada varietas KM6

sedangkan IVBKK tertinggi pada varietas KM₄. Dibandingkan dengan kontrol P₀, indeks vigor pada perlakuan P₁ lebih rendah. Selanjutnya IVPK pada kultivar budidaya lebih tinggi daripada varietas lokal kecuali pada KT7 (Gambar 5).

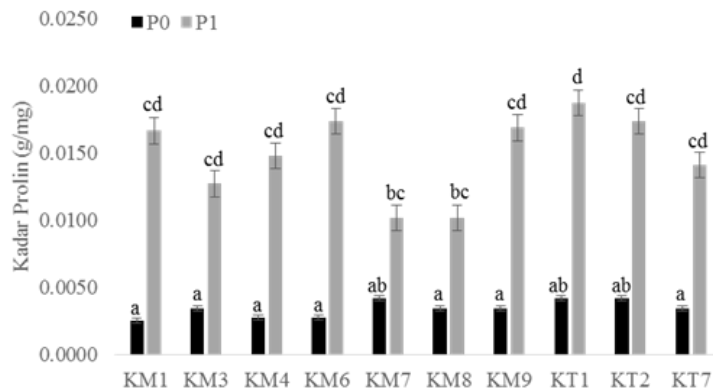


Gambar 5. Indeks vigor kecambah akibat cekaman kekeringan. A: indeks vigor panjang kecambah; B: indeks vigor bobot kering kecambah. (*Sprout vigor index affected by drought stress. A: sprout length vigor index; B: sprout dry weight vigor index.*)

Kadar Prolin Akar Kecambah

Pada perlakuan P₁, varietas lokal KM6 memiliki kadar prolin tertinggi. Pada kontrol P₀, kadar prolin umumnya seragam pada varietas lokal.

Dibandingkan dengan kultivar budidaya, varietas lokal memiliki kadar prolin yang lebih rendah (Gambar 6).



Gambar 6. Kadar prolin akar akibat cekaman kekeringan. (*Root proline content affected by drought stress.*)

Korelasi antar Peubah dan Analisis Komponen Utama

Analisis korelasi menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara parameter yang

diamati. Korelasi positif tertinggi ditunjukkan antar jumlah kecambah dengan persentase perkecambahan akhir, panjang akar dan panjang tajuk dengan bobot basah kecambah (Tabel 2).

Tabel 2. Analisis korelasi pada fase perkecambahan akibat cekaman kekeringan. (*Correlation analysis on germination phase under the drought stress*).

	JK7	PPA	PA	PT	BBK	BKK	IVPK	IVBKK	KP
JK7	1								
PPA	0,97**	1							
PA	0,36**	0,35**	1						
PT	0,51**	0,49**	0,73**	1					
BBK	0,41**	0,38**	0,74**	0,88**	1				
BKK	0,38**	0,38**	0,41**	0,38**	0,51**	1			
IVPK	0,79**	0,79**	0,73**	0,87**	0,77**	0,41**	1		
IVBKK	-0,07 ^{tn}	-0,14 ^{tn}	0,03 ^{tn}	0,05 ^{tn}	0,12 ^{tn}	0,05 ^{tn}	-0,02 ^{tn}	1	
KP	-0,23	-0,18	-0,54**	-0,77**	-0,83**	-0,24	-0,56**	0,01	1

Keterangan: ** berpengaruh nyata; tn: tidak berpengaruh

Tabel 3 menyajikan ringkasan AKU dan menampilkan nilai eigen, persentase varian kumulatif, dan vektor eigen berdasarkan rata-rata dari sembilan variabel pengamatan. Sousa *et al.* (2015) menyatakan bahwa kriteria komponen utama dengan nilai eigen lebih besar dari 1 harus dipertahankan. Oleh karena itu, KU1 dan KU2

dipilih dengan persentase varian kumulatif sebesar 70.60% dan 12.99%. Karakteristik yang paling berkontribusi terhadap variabilitas pada KU1 adalah indeks vigor, jumlah kecambah, persentase perkecambahan akhir dan kadar prolin sedangkan di KU2, kadar prolin dan panjang tajuk adalah kontributor terbesar untuk variabilitas.

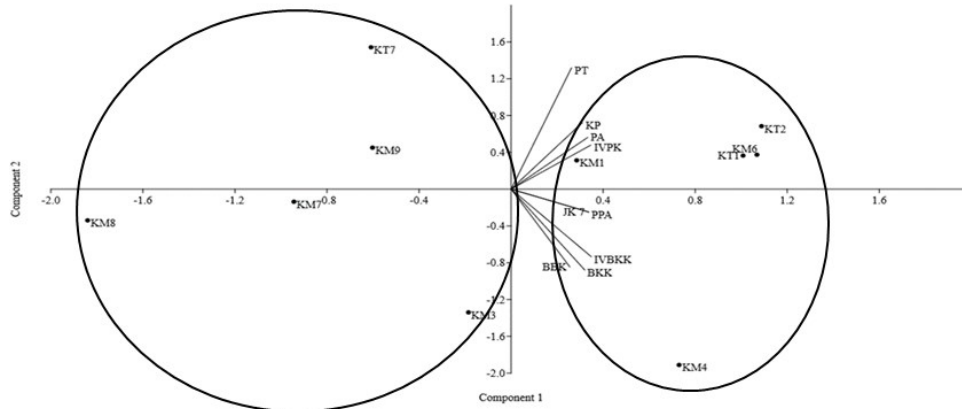
Tabel 3. Ringkasan analisis komponen utama akibat cekaman kekeringan pada fase perkecambahan. (*Principal component analysis summary under drought stress on germination phase*).

KUs	Nilai Eigen	% varian kumulatif	JK 7 HST	PPA	PA	PT	BBK	BKK	IVPK	IVBKK	KP
KU1	6.41	70.60	0.35	0.35	0.35	0.27	0.27	0.34	0.36	0.36	0.32
KU2	1.18	12.99	-0.11	-0.11	0.25	0.59	-0.38	-0.40	0.21	-0.33	0.32
KU3	0.85	9.42	-0.45	-0.45	0.28	0.25	0.64	0.11	0.05	-0.05	-0.19
KU4	0.41	4.48	-0.17	-0.17	-0.27	0.16	-0.08	0.55	-0.44	-0.08	0.58
KU5	0.12	1.31	0.02	0.002	-0.48	-0.14	0.50	-0.47	0.20	-0.04	0.49
KU6	0.09	0.99	0.24	0.24	-0.50	0.60	0.17	0.10	-0.07	-0.24	-0.41
KU7	0.01	0.16	-0.05	-0.05	-0.02	0.31	-0.02	-0.38	-0.47	0.73	-0.01
KU8	0.003	0.04	0.27	0.27	0.43	-0.08	0.30	-0.19	-0.60	-0.40	0.09
KU9	0.007	0.009	-0.71	0.71	-0.003	-0.01	-0.003	0.005	0.008	0.002	-0.002

Keterangan: KU: komponen utama; JK 7 HST: jumlah kecambah 7 hari setelah tanam; PPA: persentase perkecambahan akhir; PA: panjang akar; PT: panjang tajuk; BBK: bobot basah kecambah; BKK: bobot kering kecambah; IVPK: indeks vigor panjang kecambah; IVBKK: indeks vigor bobot kering kecambah; KP: kadar prolin

Berdasarkan *scatter plot* pada AKU tersebut, ditemukan dua kluster utama varietas lokal dan kultivar budidaya yang terdiri atas varietas lokal dan kultivar budidaya dari Balitkabi. Kluster I

terdiri atas KT1, KT2, KM1, KM4, dan KM6 sedangkan kluster II meliputi KT7, KM7, KM8, KM3 dan KM9 (Gambar 7).



Gambar 7. *Scatter plot* varietas kacang tunggak akibat cekaman kekeringan pada fase perkecambahan. (*Scatter plot cowpea varieties affected by drought stress on germination phase*).

PEMBAHASAN

Kekeringan merupakan salah satu permasalahan serius dalam keterbatasan hasil pada tanaman pangan. Seleksi toleransi tanaman kacang tunggak terhadap cekaman kekeringan adalah strategi penting yang harus dikembangkan untuk memperoleh varietas yang toleran sehingga dapat meningkatkan produksi khususnya sebagai dampak perubahan iklim (Carvalho *et al.*, 2019). Respon tanaman terhadap cekaman kekeringan berbeda tergantung pada tahapan perkembangan dan lamanya cekaman (Bastos *et al.*, 2011). Pada fase perkecambahan, cekaman kekeringan dapat menyebabkan masalah kritis bagi tanaman karena sangat sensitif dalam dalam siklus hidup tanaman (Helal *et al.*, 2018). Penundaan perkecambahan akibat perlakuan cekaman kekeringan disebabkan perubahan tekanan osmotik dalam sel yang menghambat penyerapan air pada proses imbibisi (Araujo *et al.*, 2018).

Setiap genotipe menampilkan respon yang spesifik pada kondisi cekaman kekeringan. Hal ini ditunjukkan dengan perubahan perkembangan perkecambahan. Perbedaan respon perkecambahan varietas lokal kacang tunggak terhadap cekaman air dalam penelitian ini menunjukkan bahwa adanya variasi genetik diantara varietas dalam pertumbuhan kecambah. Hal ini membuktikan bahwa selain faktor lingkungan seperti ketersediaan air, faktor genetik juga berpengaruh terhadap respon perkecambahan. Menurut Okcu *et al.* (2004), kebutuhan minimal air untuk berkecambah berbeda, bergantung pada sifat toleransi masing-masing genotipe. Genotipe toleran kekeringan

membutuhkan air lebih sedikit dan waktu lebih cepat untuk berkecambah dibandingkan genotipe peka.

PPA dalam penelitian ini mewakili jumlah kecambah normal untuk tiap varietas pada perlakuan cekaman kekeringan. Periode pemberian air lima hari sekali menyebabkan penurunan PPA kecuali pada varietas KM3, KM4, dan KM7. Abnormalitas kecambah dapat disebabkan oleh mekanisme reaksi oksidasi spesies (ROS) akibat hidrogen peroksidase (H₂O₂). Mekanisme ROS dapat menyebabkan apoptosis, penyusutan sel, kondensasi kromatin dan fragmentasi DNA (Subramanyam *et al.*, 2012). Araujo *et al.* (2018) dan Abbasi *et al.*, (2012) menjelaskan bahwa tekanan potensial air berkontribusi pada penurunan persentase perkecambahan biji untuk setiap spesies. Hal ini dapat dikaitkan dengan penurunan kecepatan proses metabolisme dan biokimiawi dalam kondisi kekurangan air yang menghambat perkecambahan biji (Ávila *et al.*, 2010).

Perlakuan cekaman kekeringan juga menurunkan panjang kecambah secara signifikan. Carvalho *et al.* (2019) menyebutkan bahwa panjang akar merupakan ciri utama untuk pemilihan dan diferensiasi genotipe toleran kekeringan. Penurunan panjang akar dan panjang tajuk disebabkan perlakuan cekaman kekeringan yang semakin lama dapat dijadikan sebagai indikator toleransi terhadap cekaman kekeringan pada tahapan perkecambahan. Hal ini disebabkan peranan akar dalam menyediakan air dan menjaga keseimbangan air yang memadai pada tanaman. Menurut Silva dan Matos (2016); Trachsel *et al.* (2013), akar

merupakan organ tanaman yang pertama terpengaruh ketika tanaman mengalami tekanan air selama pertumbuhan bibit. Cekaman air dapat menyebabkan penurunan pembelahan seluler, peningkatan rigidifikasi dinding sel sehingga menghasilkan pengurangan pemanjangan akar dan perkembangan rambut-akar selama perkecambahan (Muscolo *et al.*, 2014). Genotipe yang toleran terhadap cekaman kekeringan memiliki kemampuan rooting yang lebih baik untuk meningkatkannya kelembaban tanah dan untuk mengurangi efek kekeringan yang berbeda selama pertumbuhan dan perkembangan (Zhang *et al.*, 2012). Panjang akar maksimum mendukung ketersediaan kelembaban dari kedalaman tanah dan meningkatkannya adaptasi dalam kondisi kekurangan air. Panjang akar pada tahap perkecambahan adalah kuncinya sifat genetik untuk meningkatkan hasil dalam kondisi kekeringan (Ahmed *et al.*, 2019).

Ahmed *et al.* (2019) melaporkan bahwa panjang tunas bersifat imperatif dan dipengaruhi oleh kekurangan air. Respons fenotipik dari sifat apa pun disebabkan oleh interaksi genotipe dan lingkungan. Keterbatasan ketersediaan air dapat menyebabkan perubahan potensial osmotik sehingga mengganggu metabolisme yang mengatur pertumbuhan.

Ahmad *et al.* (2013) menggambarkan bahwa genotipe dengan bobot basah kecambah gandum lebih tinggi pada kondisi kekeringan dapat dikategorikan toleran kekeringan. Varietas KM6 memiliki bobot basah tanaman yang paling tinggi dibandingkan dengan varietas lainnya dan dapat dikategorikan sebagai varietas toleran. Selanjutnya bobot kering juga merupakan indeks yang signifikan dipengaruhi oleh kekeringan. Sassi *et al.* (2012) menyebutkan bahwa bobot akar dan taju yang tinggi setelah tercekam kekeringan dapat digunakan sebagai kriteria seleksi kekeringan untuk spesies tanaman berbeda. Ditambahkan pula bahwa morfologi akar dan biomassa adalah sifat yang sangat penting saat memilih genotipe yang toleran terhadap kekeringan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa indeks pertumbuhan seperti panjang kecambah dan bobot kecambah merupakan indeks utama dalam memilih genotipe yang toleran pada kondisi kekeringan (Khodarahmpour *et al.*, 2011).

Indeks vigor kecambah terdiri atas IVPK dan IVBKK dan menggambarkan kemampuan benih untuk berkecambah pada kondisi suboptimal termasuk cekaman kekeringan. Indeks vigor bibit adalah parameter penting lainnya yang menggabungkan persentase perkecambahan benih dan data pertumbuhan kecambah (Carvalho *et al.*, 2019). Indeks vigor adalah indeks vital dalam menggambarkan hasil tanaman dalam waktu

singkat (Noorka *et al.*, 2013). Dalam semua genotipe kacang tunggak ini, nilai indeks vigor meningkat dengan kondisi tekanan air. Dengan demikian menunjukkan kapasitas untuk mentolerir kekeringan. Moraes *et al.* (2005); Cokkizgin (2013) juga melaporkan penurunan indeks vigor bibit dalam kacang tanah dan kacang kapri dengan meningkatnya konsentrasi PEG-6000. Hasil yang sama juga diperoleh pada kacang tunggak oleh Jain dan Saxena (2016). Indeks vigor kecambah memiliki fungsi linear dengan panjang kecambah dan bobot kering kecambah. Nilai indeks vigor yang rendah disebabkan oleh persentase kecambah normal, panjang kecambah, dan bobot kering yang rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Cokkizgin (2013) yang menyebutkan bahwa dalam kondisi cekaman dapat menurunkan indeks vigor pada kecambah kedelai.

Selain respon morfologi, prolin sebagai salah satu senyawa yang terakumulasi pada saat tanaman tercekam kekeringan merupakan salah satu respon fisiologi. Senyawa prolin terakumulasi untuk menyesuaikan tekanan osmotik (Nio *et al.*, 2011). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, varietas dan perlakuan cekaman kekeringan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar prolin pada akar kecambah dalam kondisi tercekam kekeringan. Prolin berperan penting sebagai osmolit kompatibel, stabiliser yang mencegah denaturasi protein dan struktur subseluler, serta sebagai antioksidan melawan *reaction oxygen species* (ROS) (Bo Kim dan Nam, 2013). Perlakuan P1 memiliki kadar prolin yang lebih tinggi dibandingkan dengan P0. Hal ini sejalan dengan penelitian Goufu *et al.* (2017); Carvalho *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa pada semua genotipe yang diberi perlakuan cekaman kekeringan memiliki kadar prolin yang meningkat.

KESIMPULAN

Perlakuan cekaman kekeringan pemberian air lima hari sekali (P₁) dapat menghambat perkecambahan. Varietas lokal KM4 pada P₁ memiliki rerata jumlah kecambah hari ke-7, persentase perkecambahan akhir, bobot kering kecambah, dan indeks vigor bobot kering kecambah yang tertinggi (17.67 kecambah, 70.67%, 0.1 g, 7.05) sedangkan KM6 memiliki panjang akar, panjang taju, bobot basah kecambah, dan indeks vigor panjang kecambah yang tertinggi (12.08 mm, 8.96 mm, 0.73 g, 1306.37). Jika dibandingkan dengan kultivar budidaya dari Balitkabi, varietas lokal memiliki nilai parameter perkecambahan yang lebih kecil. Diperlukan penelitian lanjutan dengan durasi cekaman atau penggunaan osmoprotektan sebagai bentuk simulasi untuk mencari varietas lokal yang adaptif dan resisten.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, M., Pouzesh, H., Enayati, A and Hedayati, A., 2012. Investigation the effect of hydropriming and osmopriming treatments on seeds germination of tall wheatgrass (*Agropyron elongatum*) under drought stress. *Annals of Biological Research*, 3(10), pp. 4874–4879.
- Ahmad, M., Shabbir, G., Minhas, M.N and Shah, M.K.N., 2013. Identification of drought tolerant wheat genotype based on seedling. *Trait, J. Agric*, 29, pp. 21–27.
- Ahmed, H.G.M., Sajjad, M., Li, M., Azmat, M.A., Rizwan, M., Maqsood, R.H and Khan, S.H., 2019. Selection criteria for drought-tolerant bread wheat genotypes at seedling stage. *Sustainability*, 11, pp. 2–17.
- Almansouri, M., Kinet, J.M and Lutts, S., 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant and Soil*, 231, pp. 243–254.
- Araújo E.D., De Melo A.S., Do Socorro Rocha M., Carneiro R.F and De Moura Rocha M., 2018. Germination And Initial Growth Of Cowpea Cultivars Under Osmotic Stress And Salicylic Acid1. *Rev. Caatinga, Mossoró*. 31(1): 80–89.
- Ávila, F.W., Baliza, D.P., Faquin, V., Araújo, J.L and Ramos, S.J., 2010. Silicon-nitrogen interaction in rice cultivated under nutrient solution. *Rev Ciênc Agrônômica*, 41(2), pp. 184–190.
- Bastos, E.A., do Nascimento, S.P., da Silva, E.M., Filho, F.R.F and Gomide, R.L., 2011. Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. *Rev Ciênc Agron*, 42(1), pp. 100–107.
- Bateman, A., Lewandrowski, W., Stevens, J and Muñoz-Rojas, M., 2016. The limitations of seedling growth and drought tolerance to novel soil substrates in arid systems: Implications for restoration success. *Environmental Management*, 129, pp. 149–156.
- Beshir, H.M., Bueckert, R and Tar'an B., 2016. Effect of temporary drought at different growth stages on snap bean pod quality and yield. *African Crop Science Journal*, 24 (3), pp. 317–330.
- Bo Kim, G and Nam Young, Woo., 2013. A novel 1-pyrroline-5-carboxylate synthetase gene of *Medicago truncatula* plays a predominant role in stress-induced proline accumulation during symbiotic nitrogen fixation. *J Plant Physiol*, 170, pp. 291–302.
- Boopathi, N.M., Swapnashri, G., Kavitha, P., Sathish, S., Nithya, R., Wickneswari, R and Kuma, A., 2013. Evaluation and bulked segregant analysis of major yield QTL qtl12.1 introgressed into indigenous elite line for low water availability under water stress. *Rice Science*, 20(1), pp. 25–30.
- Carvalho, M., Matos, M., Castroa, I., Monteirob, E., Rosaa, E., Lino-Netod, T and Carnidea, V., 2019. Screening of world wide cowpea collection to drought tolerant at a germination stage. *Scientia Horticulturae*, 247, pp. 107–115.
- Cokkizgin, A., 2013. Effects of hydro and osmo-priming on seed vigor of pea (*Pisum sativum* L). *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 2(6), pp. 225–228.
- Costa, R.C.L., Silva, A.K.L., Silveira, J.A.G and Laughinghouse, H.D.L., 2011. ABA-mediated proline synthesis in cowpea leaves exposed to water deficiency and rehydration. *Turk J Agric For*, 35, pp. 309–317.
- Efendi, R dan Azrai, M., 2010. Tanggap genotipe jagung terhadap cekaman kekeringan: peranan akar. *J Penel Pertan Tanaman Pangan*, 29(1), pp. 1–10.
- Ferreira, A.C.T., Felito, R.A., Rocha, A.M., Carvalho, M.A.C and Yamashita, O.M., 2017. Water and salt stresses on germination of cowpea (*Vigna unguiculata* cv. Brs tumucumaque) seeds. *Rev. Caatinga, Mossoró*, 30(4), pp. 1009–1016.
- Goufo, P., Moutinho-Pereira, J.M., Jorge, T.F., Correia, C.M., Oliveira, M.R., Rosa, E.A.S., António, C and Trindade, H., 2017. Cowpea (*Vigna unguiculata* L Walp.) metabolomic: osmoprotection a physiological strategy drought stress resistance and improved yield. *Front Plant Sci*, 8, pp. 1–22.
- Hellal, F.A., El-Shabrawi, H.M., El-Hady, M.A., Khatab, I.A., El-Sayed, S.A.A and Abdely, C., 2018. Influence of PEG induced drought stress on molecular and biochemical constituent and seedling growth. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 16, pp. 203–212.
- Jain, C and Saxena, R., 2016. Varietal differences against peg induced drought stress in cowpea. *Oct. Jour. Env. Res*, 4(1), pp. 058–062.
- Karuwal, R.L., Suharsono., Tjahjoleksono, A and Hanif, N., 2017. Physiological responses of some local cowpea from Southwest Maluku (Indonesia) varieties to drought stress. *Biodiversitas*, 18(4), pp. 1294–1299.
- Karuwal, R.L., Suharsono, Tjahjoleksono, A and Hanif, N., 2018. Identification of drought-tolerant local cowpea varieties of

- Southwest Maluku (Indonesia). *Makara Journal of Science*, 22(4), pp. 179–186.
- Khodarahmpour, Z., 2011. Effect of drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) on germination indices in corn (*Zea mays* L.) hybrids. *African Journal of Biotechnology*, 10(79), pp. 18222–18227.
- Moraes, G.A.F., Menezes, N.L and Pasqualli, L.L., 2005. Bean seed performance under different osmotic potentials. *Ciência Rural*, 35(4), pp. 776–780.
- Murillo-Amador, B., Lo'pez-Aguilar, R., Kaya, C., Larrinaga-Mayora, J and Flores-Hernández, A., 2002. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. *J. Agronomy and Crop Science*, 188, pp. 235–247.
- Muscolo, A., Sidari, M., Anastasi, U., Santonoceto, C and Maggio, A., 2014. Effect of PEG-induced drought stress on seed germination of four lentil genotypes. *Journal of Plant Interactions*, 9(1), pp. 354–363.
- Nio, S.A., Cawthray, G.R., Wade, L.J and Colmer, T.D., 2011. Pattern of solutes accumulated during leaf osmotic adjustment as related to duration of water for wheat at the reproductive stage. *Plant Physiol Biochem*, 49(10), pp. 1126–1137.
- Noorka, I.R., Batool, A., Rauf, S., Silva, J.A.T and Ashraf, E., 2013. Estimation of heterosis in Wheat (*Triticum aestivum* L.) under contrasting water regimes. *Int J. Plant Breed*, 7(1), pp. 55–60.
- Okcu, G., Kaya, MD and Atak, M., 2004. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.), *Turk J Agric For*, 29, pp. 237–242.
- Sharma, P., Jha, A.B., Dubey, R.S and Pessarakli, M., 2012. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions, *Journal of Botany*, pp. 1–26.
- Silva-Junior, E.B., Silva, K., Oliveira, S.S., Oliveira, P.J., Boddey, R.M., Zilli, J.E and Xavier, E.G., 2014. Cowpea nodulation and production in response to inoculation with different rhizobia densities. *Pesq. agropec. Bras Brasília*, 49(10), pp. 804–812.
- Silva, P and Matos, M., 2016. Assessment of the impact of aluminum on germination, early growth and free proline content in *Lactuca sativa* L. *Ecotoxicol. Environ. Saf*, 131, pp. 151–156.
- Sousa, C.C., Damasceno-Silva, K.J., Bastos, E.A and Rocha, M.M., 2015. Selection of cowpea progenies with enhanced drought-tolerance traits using principal component analysis. *GMR*, 14(4), pp. 15981–15987.
- Subrahmanyam, D., Subash, N., Haris, A and Sikka, A.K., 2006. Influence of water stress on leaf photosynthetic characteristics in wheat cultivars differing in their susceptibility to drought. *SpringerLink*, 4, pp. 125.
- Trachsel, S., Kaeppler, S.M., Brown, K.M and Lynch, J.P., 2013. Maize root growth angles become steeper under low N conditions. *Field Crops Res*, 140, pp. 18–31.
- Widoretno, W., 2011. Skrining untuk toleransi terhadap stres kekeringan pada 36 varietas kedelai pada fase perkecambahan. *Berk. Penel. Hayati*, 16, pp. 133–142.
- Yadav, R.S., Sehgal, D and Vadez, V., 2011. Using genetic mapping and genomics approaches in understanding and improving drought tolerance in pearl millet. *Journal of Experimental Botany*, 62(2), pp. 397–408.
- Zhang, H and Wang, H., 2012. Evaluation of drought tolerance from a wheat recombination inbred line population at the early seedling growth stage. *African Journal of Agricultural Research*, 7(46), pp. 6167–6172.