

**Uji Toleransi Tanaman Kentang Hitam (*Plectranthus rotundifolius* (Poir.) Spreng.)  
Hasil Radiasi Sinar Gamma terhadap Cekaman Kekeringan  
[(Drought Stress Tolerant Test of Gamma Irradiated (*Plectranthus rotundifolius*  
(Poir.) Spreng.)]**

**Ridwan, Tri Handayani, & Witjaksono**

Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi – LIPI.

Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong, Indonesia. **E-mail:** ridwan6words@gmail.com

**Memasukkan:** Mei 2015, **Diterima:** Agustus 2015

**ABSTRACT**

*Plectranthus rotundifolius* (Poir.) Spreng. is one of the potential root crops to become an alternative food. The aim of this study was to determine drought resistant status of *Plectranthus rotundifolius* irradiated by gamma irradiation. This experiment was conducted in the Green House using a Completely Randomized Design with 2 factors and 5 replications. The first factor was plant number consisted of 7 accessions (D116, D69, M343, D40, M95, D3, and Klefa Imut/KI). The second factor was the level of field capacity (FC) consisted of 100% FC, 60% FC, and 20% FC. The observed parameter were vegetative and generative growth stage, stomatal conductance, leaf water potential, and chlorophyll content. The result showed that the resistance level of the 7 accessions can be divided into 3 categories: 1) The plants that were susceptible to drought i.e. D116, D69, M343, and KI; 2) The plants that were semi-tolerant to drought i.e. D40 and M95; and 3) The plant that was tolerant to drought i.e. D3.

**Keywords:** *Plectranthus rotundifolius*, gamma irradiation, drought stress

**ABSTRAK**

Tanaman kentang hitam (*Plectranthus rotundifolius* (Poir.) Spreng.) merupakan salah satu tanaman umbi-umbian yang potensial untuk dijadikan pangan alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat ketahanan tanaman kentang hitam yang telah diradiasi dengan sinar gamma terhadap cekaman kekeringan. Percobaan ini dilakukan di rumah kaca menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor dan 5 ulangan. Faktor pertama adalah nomor tanaman yang terdiri atas 7 aksesori (D116, D69, M343, D40, M95, D3, dan Klefa Imut/KI). Faktor kedua adalah kadar lengas tanah yang terdiri atas 100% kapasitas lapang (KL), 60% KL, dan 20% KL. Parameter yang diamati adalah fase vegetatif dan generatif tanaman, stomata, potensial air daun, dan kandungan klorofil. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat ketahanan dari 7 aksesori kentang hitam tersebut terbagi menjadi 3 kategori, yaitu: 1) Tanaman yang rentan yaitu aksesori D116, D69, M343, dan KI; 2) Tanaman yang semi toleran yaitu aksesori D40 dan M95; dan 3) Tanaman yang toleran yaitu aksesori D3.

**Kata Kunci:** Kentang hitam, radiasi gamma, cekaman kekeringan

**PENDAHULUAN**

Tanaman kentang hitam (*Plectranthus rotundifolius* (Poir.) Spreng.) merupakan salah satu tanaman umbi-umbian yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Tanaman ini termasuk ke dalam famili Lamiaceae yang berasal dari Afrika Selatan dan merupakan salah satu sumber karbohidrat yang penting secara tradisional (Van Wyk 2011). Di Indonesia, tanaman kentang hitam masih belum banyak dikenal dan dibudidayakan. Berdasarkan eksplorasi yang dilakukan peneliti Pusat Penelitian Biologi LIPI pada Tahun 2011, beberapa daerah yang diketahui membudidayakan kentang hitam antara lain Pandeglang dan Rangkas di Provinsi Banten, Bogor di Jawa Barat, Kulon Progo di Yogyakarta, Solo dan Boyolali di Jawa Tengah, Nganjuk dan Madiun di Jawa Timur, serta Bali,

Sumatera, dan Maluku.

Umbi kentang hitam mengandung 81% karbohidrat, 13,5% protein, dan 1% lemak (Priya & Anbuselvi 2013). Tanaman kentang hitam termasuk tanaman yang relatif mudah dibudidayakan, toleran pada naungan (cahaya rendah), dan masih dapat tumbuh di lahan-lahan semi kering (Rice *et al.* 2011). Berdasarkan karakter tanaman kentang hitam tersebut, tanaman ini memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan di Indonesia yang memiliki lahan kering yang cukup luas, yaitu mencapai 123,1 juta ha dari LSO (Lahan Sub Optimal) yang ada (Haryono 2013).

Lahan kering merupakan hamparan yang tidak memiliki saluran irigasi dan tidak pernah digenangi pada sebagian besar waktu dalam setahun (Wahyunto & Shofiyati 2012), sehingga biasanya ketersediaan air rendah. Kondisi tersebut

menyebabkan tanaman-tanaman yang tidak tahan terhadap kondisi kurang air tidak dapat tumbuh dengan baik. Air merupakan faktor pembatas utama pertumbuhan tanaman yang memiliki peran yang sangat vital baik secara struktural maupun fungsional. Jika ketersediaan air kurang, tanaman akan mengalami gangguan mulai dari tingkat seluler sampai dengan tanaman secara utuh yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksinya (Lambers *et al.* 1998). Tanaman kentang hitam yang memiliki sifat dasar agak toleran terhadap cekaman kekeringan (Rice *et al.* 2011) kemungkinan dapat dijadikan sebagai tanaman pangan alternatif di lahan kering apabila toleransinya terhadap cekaman kekeringan ditingkatkan.

Salah satu cara untuk meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan adalah dengan manipulasi genetik (Kadir 2011). Manipulasi genetik dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti induksi radiasi dan penggunaan senyawa-senyawa kimia tertentu dengan harapan akan terjadi mutasi. Ahloowalia *et al.* (2004) menyatakan bahwa induksi dengan radiasi merupakan metode yang paling sering digunakan untuk menghasilkan varietas mutan (89%), 64% menggunakan sinar gamma, dan 22% menggunakan sinar X.

Metode induksi radiasi sudah sering dilakukan untuk mendapatkan mutan, seperti pada bit gula (Sen & Alikamanoglu 2012), kedelai (Atak *et al.* 2004), padi (Kadir 2011), jarak pagar (Dhakshanamoorthy 2011), *Amorphophallus muelleri* Blume (Poerba *et al.* 2009; Santosa *et al.* 2014), dan pada tanaman kentang hitam (Witjaksono & Leksonowati 2012). Laboratorium kultur jaringan Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi telah mendapatkan 7 nomor tanaman hasil radiasi sinar gamma dengan harapan terjadi mutasi yang menyebabkan nomor tanaman tersebut toleran terhadap cekaman kekeringan. Untuk menentukan nomor tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan diperlukan seleksi melalui penelitian.

## BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan tanaman yang digunakan adalah 7 nomor tanaman kentang hitam yang telah diradiasi dengan sinar gamma koleksi Laboratorium Kultur Jaringan Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi LIPI. Seluruh nomor tanaman tersebut merupakan nomor-nomor yang telah diuji secara in

vitro memiliki potensi toleran terhadap cekaman kekeringan menggunakan PEG (*Polyethylene glycol*) (Handayani *et al.* 2012).

Penelitian ini dilakukan di Rumah Kaca Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi-LIPI dari bulan April sampai dengan Agustus 2014 dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor. Faktor pertama adalah nomor tanaman kentang hitam yang sudah diradiasi sinar gamma, terdiri atas D116, D69, M343, D40, M95, D3, dan Klefa Imut (KI). Faktor kedua adalah kadar lengas tanah yang terdiri atas 3 level (100% (kontrol), 60%, dan 20% Kapasitas Lapang/KL). Seluruh kombinasi perlakuan tersebut diulang sebanyak 5 kali.

Pembibitan dilakukan dengan cara stek pucuk (10 cm) dan ditanam pada media yang terdiri atas tanah, pasir, dan kompos dengan perbandingan 2:2:1 (b/b/b). Setelah berumur 21 hari, bibit tersebut dipindahkan ke media tanam dengan komposisi tanah, kompos, pasir, arang sekam 2:2:9:2 (b/b/b/b) sebanyak 5 kg pada wadah polibag.

Perlakuan cekaman kekeringan diberikan setelah tanaman berumur 21 hari setelah tanam (hst). Untuk mempertahankan kadar air media, penyiraman dilakukan 3 hari sekali sesuai dengan jumlah air yang hilang akibat evapotranspirasi. Air yang hilang melalui evapotranspirasi adalah selisih bobot media sesaat setelah pengairan sebelumnya dengan bobot sesaat sebelum pengairan selanjutnya dengan mempertimbangkan bobot tanaman.

Pengamatan mulai dilakukan seminggu setelah perlakuan mulai diberikan, meliputi tinggi tanaman, bobot kering tanaman, luas daun, lebar stomata, potensial air daun, kandungan klorofil, dan bobot umbi pertanaman (produksi). Tinggi tanaman dan luas daun diamati dengan interval 7 hari, bobot kering tanaman diukur pada saat panen. Lebar stomata diamati menggunakan mikroskop Nikon AFX-IIA dengan pembesaran 40x di Laboratorium Morfologi Tumbuhan Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi LIPI. Sampel daun (daun ke 3) diambil pada saat tanaman berumur 56 HST, dan preparat dibuat semi permanen dengan pewarna safranin 1%. Analisis potensial air daun menggunakan alat WP4 potentialMeter di Laboratorium Fisiologi Stress Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi LIPI. Analisis klorofil dilakukan dengan metode spektrofotometri di

Laboratorium Umum Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi LIPI. Adapun bobot umbi pertanaman (produksi) diamati pada saat panen.

Tingkat ketahanan nomor-nomor tanaman kentang hitam tersebut ditentukan berdasarkan nilai Indeks Sensitivitas Cekaman (ISC) dengan rumus (Fernandez 1992):

$$ISC = \frac{1 - Y_s/Y_p}{1 - \tilde{Y}_s/\tilde{Y}_p}$$

**Keterangan:**

- Ys: Hasil pada kondisi tercekam
- Yp: Hasil pada kondisi tidak tercekam
- $\tilde{Y}_s$ : Rerata hasil pada kondisi tercekam
- $\tilde{Y}_p$ : Rerata hasil pada kondisi tidak tercekam

Berdasarkan nilai ISC, Savitri (2010) membagi tingkat ketahanannya menjadi 3 kelompok. Tanaman dikatakan toleran jika  $ISC < 0.5$ , agak toleran jika  $0.5 < ISC < 1$ , dan rentan jika  $ISC > 1$ .

Data yang didapatkan dianalisis dengan ANOVA menggunakan SPSS for Windows versi 16 pada taraf kepercayaan 95% dan diuji lanjut dengan Uji Duncan pada taraf kepercayaan yang sama.

**HASIL**

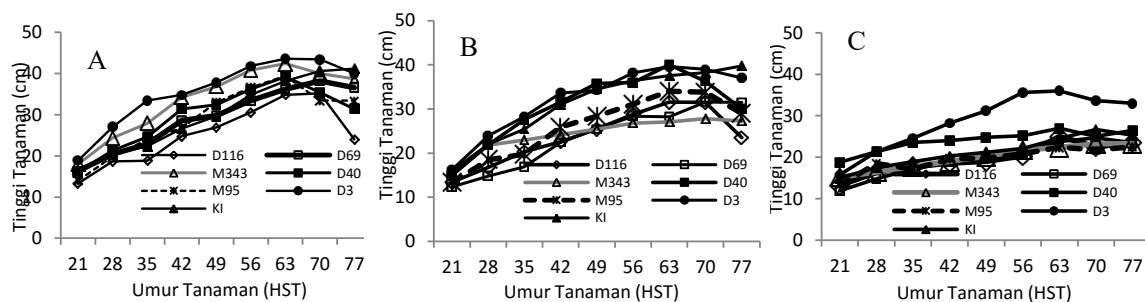
**Pertumbuhan Tanaman**

Tinggi tanaman kentang hitam pada penelitian ini terlihat mencapai puncak pada pengamatan ke VII atau pada umur 63 hst baik dalam kondisi normal (100% KL), maupun tercekam kekeringan (60% dan 20% KL) (Gambar 1). Pengaruh perlakuan cekaman kekeringan langsung mulai terlihat seminggu setelah perlakuan. Dalam kondisi normal (kontrol), nomor tanaman D3 selalu paling tinggi dari minggu 1

pengamatan sampai minggu ke 8, sedangkan D116 selalu paling pendek (Gambar 1A). Hal ini berarti bahwa nomor D3 pada dasarnya memang lebih tinggi dari nomor tanaman yang lain, sedangkan D116 merupakan nomor tanaman yang paling pendek. Dalam kondisi tercekam (60% KL), tanaman yang paling pendek adalah M343 yang dalam kondisi normal hampir sama tingginya dengan D3. Adapun D3, KI, dan D40 masih lebih tinggi dari yang lain (Gambar 1B). Pada kondisi cekaman kekeringan 20% KL, nomor tanaman D3 terlihat jauh lebih tinggi dari nomor tanaman yang lain (Gambar 1C).

Hasil analisis statistik pada data tinggi maksimal (63 hst) menunjukkan bahwa secara keseluruhan, tanaman yang tertinggi adalah nomor D3 diikuti D40, sedangkan yang terendah adalah D116. Selain itu, secara umum tanaman dengan perlakuan 100% KL lebih tinggi dari tanaman yang diberi perlakuan 60% KL, dan yang paling rendah adalah tanaman yang diberi perlakuan 20% KL. Hal ini berarti bahwa secara umum pemberian perlakuan cekaman kekeringan membuat pertumbuhan tanaman kentang hitam terhambat.

Pada Gambar 2a, dalam kondisi lingkungan normal (100% KL), tinggi tanaman hampir sama kecuali nomor tanaman D116 dan D69 yang lebih rendah dari yang lain. Pada kondisi cekaman kekeringan 60% KL, nomor tanaman M343 dan D69 mengalami penurunan ketinggian yang drastis dengan persentase penurunan masing-masing sebesar 36,08% dan 22,10% (Tabel 1). Adapun nomor tanaman yang lain hanya mengalami sedikit penurunan dari kondisi normal (100% KL). Pada kondisi cekaman kekeringan 20% KL, rata-rata ketinggian tanaman juga menurun secara signifikan



**Gambar 1.** Grafik tinggi tanaman kentang hitam yang diberi perlakuan 100% KL (A), 60% KL (B), dan 20% KL (C) dari umur 21 hst sampai dengan 77 hst.

kecuali nomor tanaman D3 dengan persentase penurunan hanya 17.43% (Tabel 1).

Pola hampir sama pada parameter luas daun dan lebar stomata (Gambar 2b dan 2c). Nomor tanaman yang diberi perlakuan cekaman kekeringan rata-rata mengalami penurunan luas daun dan lebar stomata (Tabel 1). Penurunan luas daun yang terbesar pada saat diberi perlakuan cekaman kekeringan 60% KL terjadi pada nomor D69 dan M343 (masing-masing sebesar 40,04% dan 43,52%). Tanaman lain mengalami penurunan luas daun yang tidak terlalu besar, bahkan khusus nomor tanaman KI luas daunnya meningkat 24,60%. Namun, pada cekaman kekeringan 20% KL hanya D40 dan D3 yang mengalami penurunan luas daun paling kecil masing-masing sebesar 9,36% dan 16,31% (Tabel 1).

Lebar stomata nomor tanaman D116 dan M343 mengalami penurunan terbesar yaitu 36,84% dan 39,13% pada cekaman kekeringan 60% KL (Tabel 1). Adapun nomor tanaman yang lain mengalami penurunan lebar stomata yang relatif lebih kecil. Pada kondisi cekaman kekeringan 20% KL, nomor tanaman D3 bahkan tidak mengalami penurunan lebar stomata (Tabel 1 dan Gambar 2c).

**Kandungan klorofil**

Pada kondisi cekaman 60% KL, nomor tanaman D40, D3, dan KI memiliki kandungan klorofil lebih tinggi dari yang lain. Namun, pada kondisi tercekam sampai 20% KL, nomor tanaman D3 memiliki kandungan klorofil yang paling tinggi, yaitu sebesar 0,0043 µmol/ml (Gambar 2d).

**Potensial Air Daun**

Pada kondisi cekaman kekeringan 20% KL, nomor tanaman KI, D116, M343, dan D40 memiliki potensial air yang paling rendah, yaitu sebesar -4,21, -3,75, dan -3,29 Mpa. Nomor tanaman yang memiliki potensial air lebih tinggi yaitu D69, D3, dan M95 dengan nilai secara berurutan sebesar -2,28, -2,19, dan -2,02 MPa. (Gambar 3a).

**Bobot Kering Tanaman**

Pada perlakuan cekaman kekeringan 60% KL, nomor tanaman M343 mengalami penurunan bobot kering yang paling besar yaitu sebesar 40,74%, sedangkan nomor tanaman M95 dan KI mengalami penurunan yang paling kecil yaitu masing-masing sebesar 12,04% dan 13,87%. Pada perlakuan cekaman kekeringan 20% KL, tanaman D3 mengalami penurunan yang paling kecil yaitu sebesar 24,36% dan tidak berbeda nyata dengan bobot keringnya pada cekaman 60% KL (20,00%). Nomor tanaman yang mengalami penurunan paling besar berturut-turut adalah D69, KI, dan M343 dengan persentase penurunan masing-masing sebesar 81,20%, 58,40%, dan 51,85% (Gambar 3b dan Tabel 2).

**Produksi**

Pada kondisi normal (100% KL), nomor tanaman KI memiliki produksi yang paling tinggi sebesar 12,56 gram/tanaman, pada kondisi 60% KL, KI sedikit mengalami penurunan produksi menjadi 9,6 gram/tanaman (23,89%), namun penurunan yang tajam terjadi pada kondisi 20% KL menjadi 2,30 gram/tanaman (81,69%). Nomor tanaman D116 merupakan tanaman yang memiliki

**Tabel 1.** Persentase penurunan tinggi, luas daun, dan lebar stomata tanaman kentang hitam pada cekaman kekeringan 60% dan 20% KL.

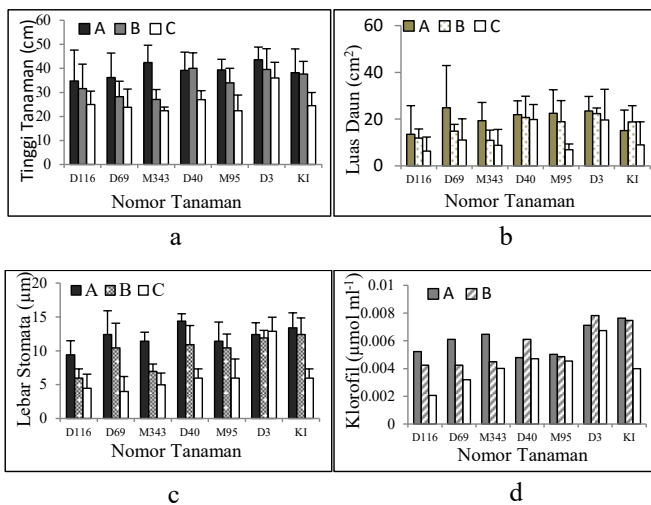
Kode	Persentase penurunan dari kondisi normal (100% KL)					
	Tinggi Tanaman (%)		Luas Daun (%)		Lebar Stomata (%)	
	60%	20%	60%	20%	60%	20%
D116	9.20	28.16	11.98	53.40	36.84	52.63
D69	22.10	34.25	40.04	55.73	16.00	68.00
M343	36.08	47.17	43.52	54.66	39.13	56.52
D40	-2.04	31.12	5.21	9.36	24.14	58.62
M95	13.71	43.15	15.90	69.49	8.70	47.83
D3	9.17	17.43	4.73	16.31	4.00	-4.00
KI	1.57	35.86	-24.60	40.87	7.41	55.56

**Keterangan:** - (negatif) berarti mengalami peningkatan.

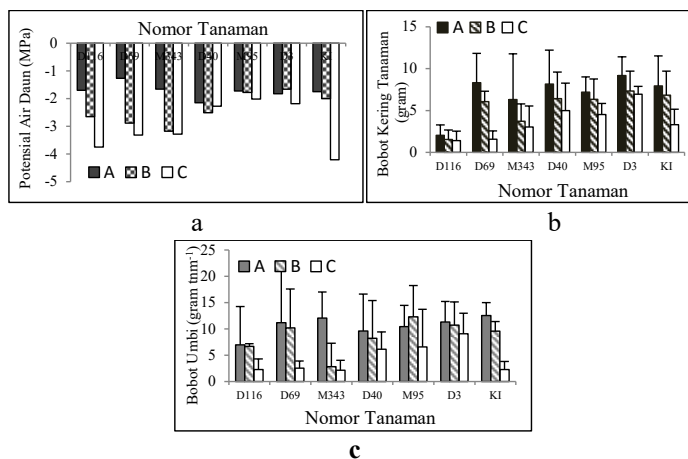
Uji Toleransi Tanaman Kentang Hitam (*Plectranthus rotundifolius*)

produksi paling rendah pada kondisi normal (100% KL), yaitu sebesar 6,98 gram/tanaman. Produksi tanaman ini hampir tidak menurun pada cekaman

60% KL dengan produksi sebesar 6,68 gram/tanaman, namun menurun drastis pada cekaman kekeringan 20% KL. Data produksi umbi nomor



Gambar 2. Grafik tinggi, luas daun, lebar stomata, dan kandungan klorofil tanaman kentang hitam pada umur 63 HST. Ket: (a) 100% KL, (b) 60% KL, dan (c) 20% KL



Gambar 3. Grafik potensial air daun, bobot kering tanaman, dan bobot umbi tanaman kentang hitam. Ket: A (100% KL), B (60% KL), dan C (20% KL).

Tabel 2. Persentase penurunan kandungan klorofil, bobot kering tanaman, dan produksi tanaman kentang hitam pada cekaman kekeringan 60% KL dan 20% KL.

Kode	Persentase penurunan dari kondisi normal (100% KL)					
	Klorofil (%)		Bobot Kering Tanaman (%)		Produksi (%)	
	60%	20%	60%	20%	60%	20%
D116	18.90	60.36	24.59	31.15	4.30	67.05
D69	30.57	47.75	27.20	81.20	8.93	77.32
M343	30.68	38.04	40.74	51.85	76.62	82.09
D40	-27.04	1.58	21.22	38.78	14.58	35.83
M95	3.35	9.52	12.04	37.04	-17.82	36.97
D3	-9.91	5.31	20.00	24.36	5.48	19.79
KI	2.19	47.70	13.87	58.40	23.89	81.69

Keterangan: - (negatif) berarti mengalami peningkatan

tanaman D116 memiliki pola yang sama dengan D69 dan KI (Gambar 3c).

Kondisi berbeda terjadi pada nomor tanaman M343, tanaman ini langsung mengalami penurunan produksi secara drastis pada kondisi tercekam 60% KL, yaitu sebesar 76,62% dan menurun lagi pada cekaman kekeringan 20% KL sebesar 82,09% (Tabel 2). Bahkan nilai produksinya secara statistik tidak berbeda nyata pada kondisi 60% KL dan 20% KL. Adapun nomor tanaman yang memiliki produksi yang tidak jauh berbeda antara kondisi normal, kondisi cekaman kekeringan 60% KL, dan cekaman kekeringan 20% KL adalah D3 (Gambar 3c).

Hasil perhitungan Indeks Sensitivitas Cekaman (ISC) memperlihatkan pola relatif sama. Nomor tanaman D3 merupakan satu-satunya nomor tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan, nomor tanaman D40 dan M95 tergolong agak toleran, sedangkan yang lain tergolong rentan (Tabel 3).

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh parameter pertumbuhan (tinggi tanaman, luas daun, lebar stomata, bobot kering tanaman) dan produksi (bobot umbi) tanaman menurun dengan meningkatnya cekaman kekeringan, meskipun persentase penurunannya berbeda-beda tergantung tingkat ketahanannya terhadap cekaman kekeringan. Hasil analisis kandungan klorofil dan potensial air daun tanaman juga memperlihatkan pola yang sama. Kandungan klorofil dan potensial air daun tanaman menurun seiring meningkatnya cekaman kekeringan. Berdasarkan parameter-parameter pertumbuhan dan produksi tersebut, nomor tanaman D3 merupakan nomor tanaman yang memiliki pertumbuhan dan produksi yang paling bagus pada kondisi cekaman kekeringan (20% KL). Hal ini mengindikasikan

**Tabel 3.** Penggolongan tingkat toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan (20% KL) berdasarkan Indeks Sensitivitas Cekaman (ISC)

Nomor Tanaman	ISC	Keterangan
D116	1.15528	Rentan
D69	1.33229	Rentan
M343	1.41444	Rentan
D40	0.61743	Agak Toleran
M95	0.63707	Agak Toleran
D3	0.34096	Toleran
KI	1.40752	Rentan

bahwa nomor tanaman D3 tersebut paling toleran terhadap cekaman kekeringan. Hal ini juga didukung oleh hasil perhitungan Indeks Sensitivitas Cekaman (ISC) yang memperlihatkan bahwa hanya nomor tanaman D3 yang toleran pada kondisi cekaman kekeringan (20% KL). Adapun nomor tanaman D40 dan M95 digolongkan memiliki sifat yang agak toleran, sedangkan nomor tanaman yang lain digolongkan rentan (D116, D69, D343, dan KI).

Air memiliki peranan yang sangat penting bagi tanaman dan merupakan salah satu faktor pembatas dalam upaya budidayer. Pada kebanyakan tanaman lebih dari 80% bobot basahnya adalah air, bahkan pada sebagian tanaman lagi lebih dari 90% (Forbes & Watson 1992). Jika kebutuhan air tanaman tersebut tidak tercukupi, maka tanaman tersebut akan mengalami cekaman kekeringan. Tanaman yang mengalami cekaman kekeringan salah satunya akan memberikan respon secara fisiologi (*physiological response*) (Shao *et al.* 2008). Selanjutnya Shao *et al.* (2008) menjelaskan bahwa respon fisiologis tersebut dapat berupa menurunnya laju pertumbuhan tanaman, menurunnya konsentrasi CO<sub>2</sub> internal, menurunnya laju fotosintesis, menurunnya konduktansi stomata, hilangnya tekanan turgor, dan terbentuknya sinyal dari akar dalam bentuk asam absisat (ABA).

Pada tahap awal, tanaman yang mengalami cekaman kekeringan akan mensintesis asam absisat (ABA) di akar dan ditranslokasi menuju daun dan masuk ke sel penjaga. Hal ini menyebabkan air yang ada di sel-sel penjaga keluar dan sel penjaga menjadi mengkerut sehingga stomata menutup (Salisbury & Ross 1995). Menutupnya stomata ini akan menyebabkan masuknya CO<sub>2</sub> ke dalam sel mesofil terhambat sehingga mengurangi konsentrasi CO<sub>2</sub> internal. Hal ini menyebabkan aktifitas enzimatis Rubisco terganggu dan berakibat menurunnya laju fotosintesis. Di samping itu, dengan menutupnya stomata akan menyebabkan transpirasi yang mengontrol penyerapan air dan unsur hara dari dalam tanah juga terhambat. Hal ini menyebabkan pertumbuhan tajuk tanaman menjadi terhambat sehingga tanaman menjadi kerdil (Lambers *et al.* 1998).

Dalam proses fotosintesis, selain konduktansi stomata, kandungan klorofil juga sangat menentukan (Proklamasingih *et al.* 2012). Klorofil berfungsi sebagai pigmen pemanen energi cahaya yang digunakan untuk pembentukan biomasa dari CO<sub>2</sub>

yang diserap melalui stomata. Klorofil merupakan senyawa yang di antaranya tersusun atas nitrogen (N) dan magnesium (Mg) (klorofil a  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ , klorofil b  $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ ). Unsur hara nitrogen (N) dan magnesium (Mg) didapatkan dari dalam tanah dengan cara diserap dari dalam tanah bersamaan dengan air. Jika tanaman mengalami cekaman kekeringan, maka absorpsi kedua unsur hara tersebut menjadi terhambat karena absorpsi air yang terhambat. Hal ini menyebabkan sintesis klorofil menjadi terhambat pula (Lambers *et al.* 1998) sehingga fotosintesis menurun. Akibatnya, bobot kering dan produksi tanamanpun menurun. Hapsah *et al.* (2004) menyatakan bahwa bobot kering dan produksi tanaman kedelai menurun dengan meningkatnya cekaman kekeringan. Hasnah & Rahmawati (2014) juga menyatakan bahwa bobot kering dan produksi tanaman kedelai yang diberi perlakuan *Bradirhizobium japonicum* mengalami penurunan yang signifikan.

Indikator lain dari cekaman kekeringan pada tanaman adalah potensial air daunnya. Jika potensial air daun suatu tanaman rendah, maka tanaman tersebut mengalami cekaman kekeringan, begitu juga sebaliknya (Forbes & Watson 1992; Shao *et al.* 2008; Herdiawan *et al.* 2013). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nomor-nomor tanaman yang memiliki pertumbuhan dan produksi yang lebih baik pada kondisi tercekam kekeringan memiliki potensial air daun lebih tinggi jika dibandingkan dengan nomor-nomor tanaman yang memiliki pertumbuhan yang jelek. Campos *et al.* (2014) menyatakan bahwa tanaman cabai (*Capsicum annuum*) yang mengalami cekaman kekeringan akan mengalami penurunan potensial air daun. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Hidayati *et al.* (2012) pada tanaman Garut (*Marania arundinacea* L.).

## KESIMPULAN

Berdasarkan nilai Indeks Sensitivitas Cekaman (ISC), tingkat toleransi 7 nomor tanaman kentang hitam yang digunakan dalam penelitian ini terhadap cekaman kekeringan digolongkan menjadi 3, yaitu 1) Nomor tanaman yang rentan terhadap cekaman kekeringan yaitu nomor D116, D69, M343, dan KI; 2) Nomor tanaman yang agak toleran terhadap cekaman kekeringan yaitu D40 dan M95; dan 3) Nomor tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan yaitu D3.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahloowalia, BS., M. Maluszynski, & K. Nichterlein. 2004. Global impact of mutation-derived varieties. *Euphytica*. 135: 187-204.
- Atak, C., S. Alikamanoglu, L. Acik, & Y. Canbolat. 2004. Induced of plastid mutations in soybean plant (*Glycine max* L. Merrill) with gamma radiation and determination with RAPD. *Mutation Research*. 556: 35-44.
- Campos, H., C. Trejob, CB. Pena-Valdiviab, R. García-Navab, FV. Conde-Martínezb, & M.R. Cruz-Ortegac. 2014. Stomatal and non-stomatal limitations of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) plants under water stress and re-watering: Delayed restoration of photosynthesis during recovery. *Environmental and Experimental Botany*. 98: 56-64.
- Dhakshanamoorthy, D., R. Selvaraj, & ALA. Chidambaram. 2011. Induced mutagenesis in *Jatropha curcas* L. using gamma rays and detection of DNA polymorphism through RAPD marker. *C.R. Biologies*. 334: 24-30.
- Fernandez, GCJ. 1992. Selection criteria for assessing stress tolerance. Dalam: Kuo, C.G. (ed.). Proceeding of The International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. 257-270. Tainan, Taiwan. Dalam: Suryanti, S., D. Indradewa, P. Sudira, & J. Widada. Kebutuhan air, efisiensi penggunaan air dan ketahanan kekeringan kultivar kedelai. *Agritech*. 35 (1): 114-120.
- Forbes, JC. & RD. Watson. 1992. *Plants in Agriculture*. Cambridge University Press. New York. USA.
- Handayani, T., A. Leksonowati, & Witjaksono. 2012. Regenerasi tunas adventif pada media seleksi PEG untuk induksi toleransi tanaman kentang hitam terhadap cekaman kekeringan secara in-vitro. Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas. Surabaya, 10 November 2012. 100-105.
- Hapsah. 2004. Respon beberapa genotipe kedelai terhadap tingkat cekaman kekeringan tanah ultisol. *Buletin Agronomi*. 32: 1-8.
- Haryono, 2013. Strategi Kebijakan Kementerian Pertanian dalam Optimalisasi Lahan Suboptimal Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. Prosiding Seminar Nasional Lahan

- Suboptimal “Intensifikasi Pengelolaan Lahan suboptimal dalam Rangka Mendukung Kemandirian Pangan Nasional”. Palembang 20-21 September 2013. 1-4.
- Hasnah, Y., & N. Rahmawati. 2014. Produksi dan fisiologi kedelai pada kondisi cekaman kekeringan dengan aplikasi *Bradyrhizobium japonicum* yang diberi penginduksi genistein. *Journal Agronomi Indonesia*. 42: 110-117.
- Hardiawan, I., L. Abdullah, D. Sopandie, PDMH. Karti, & N. Hidayati. 2013. Respon fisiologis tanaman pakan *Indigofera zollingeriana* pada berbagai tingkat cekaman kekeringan dan interval pemangkasan. *JITV*. 18: 54-62.
- Hidayati, N., LA. Sukamto, & T. Juhaeti. 2012. Pengujian ketahanan kekeringan pada tanaman garut (*Marania arundinacea* L.) hasil mutasi dengan radiasi sinar gamma. *Jurnal Biologi Indonesia*. 8: 303-315.
- Kadir, A. 2011. Respons genotipe padi mutan hasil iradiasi sinar gamma terhadap cekaman kekeringan. *Journal of Agrivigor*. 10: 235-246.
- Lammers, H., FS. Chapin III, & TL. Pons. 1998. *Plant Physiological Ecology*. Springer-Verlag. New York.
- Priya, MH., & S. Anbuselvi. 2013. Physico chemical analysis of *Plectranthus rotundifolius*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 5:12-14.
- Proklamasiningsih, E., ID. Prijambada, D. Rachmawati, & RP. Sancayaningsih. 2012. Laju fotosintesis dan kandungan klorofil kedelai pada media tanam masam dengan pemberian garam aluminium. *Agrotrop*. 2: 17-24.
- Poerba, YS., M. Imelda, A. Wulansari, & D. Martanti. 2009. Induksi mutasi kultur *in vitro* *Amorphophallus muelleri* blum dengan iradiasi gamma. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 10: 355-364.
- Rice, LJ., GJ. Brits, CG. Potgieter, & J. Van Staden. 2011. *Plectranthus*: A plant for the future. *South African Journal of Botany*. 77: 947-959.
- Salisbury, FB., & CW. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Jilid 1. Terjemahan dari Plant Physiology 4<sup>th</sup> Edition oleh Diah R. Lukman dan Sumaryono, ITB. Bandung.
- Santosa, E., S. Pramono, Y. Mine, & N. Sugiyama. 2014. Gamma irradiation on growth and development of *Amorphophallus muelleri* Blume. *Journal Agronomi Indonesia*. 42: 118-124.
- Savitri, ES. 2010. Pengujian *in vitro* beberapa varietas kedelai (*Glycine max* L. merr) toleran kekeringan menggunakan polyethylene glikol (PEG) 6000 pada media padat dan cair. Dalam: Suryanti, S., D. Indradewa, P. Sudira, & J. Widada. Kebutuhan air, efisiensi penggunaan air dan ketahanan kekeringan kultivar kedelai. *Agritech*. 35 (1): 114-120.
- Sen, A., & S. Alikamanoglu. 2012. Analysis of drought-tolerant sugar beet (*Beta vulgaris* L.) mutants induced with gamma radiation using SDS-PAGE and ISSR markers. *Mutation Research*. 738: 38-44.
- Shao, HB., LY. Chu, C. Abdul Jaleel, & CX. Zhao. 2008. Water deficit stress induced anatomical changes in higher Plants. *C. R. Biologies*. 331: 215-225.
- Van Wyk, BE. 2011. The potential of south african plants in the development of new food and beverage products. *South African Journal of Botany*. 77: 857-868.
- Wahyunto, & R. Shofiyati, 2012. Wilayah potensial lahan kering untuk mendukung pemenuhan kebutuhan pangan di Indonesia. <http://www.litbang.pertanian.go.id/buku/Lahan-Kering-Ketahan/BAB-V-2.pdf>.
- Witjaksono, & A. Leksonowati. 2012. Iradiasi sinar  $\gamma$  pada biak tunas kentang hitam (*Solanostemon rotundifolius*) efektif untuk menghasilkan mutan. *Jurnal Biologi Indonesia*. 8: 167-179.