

RESPON PERTUMBUHAN KAPULAGA LOKAL (*Amomum compactum* Soland Ex. Maton) DAN KAPULAGA SABRANG (*Elettaria cardamomum* (L.) Maton Var. Mysore) TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN

Mohamad Nurzaman^{1*}, Sri Ratu Dewi Pridani²⁾, Tia Setiawati³⁾

^{1,2,3} Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran,

*Corresponding author: m.nurzaman@unpad.ac.id

Abstract

Drought stress is an inhibiting factor in agricultural, one of the effort to overcome these problems is to use varieties of plants that are tolerant to drought stress. Cardamom is a plant of the Zingiberaceae which is able to grow in drought stress. This research aims to obtain the growth response of local Javanese cardamom (A. compactum) and true cardamom (E. cardamomum) and to obtain the kind of cardamom that is tolerant to drought stress. This research was conducted using experimental method and completely randomized design (CRD) with 2 x 4 factorial and four repetitions. The first factor was the variation of field capacity (K) and the second factor was the type of cardamom (J). Parameters measured include the increase of plant height (cm), plant weight (grams), leaf area (cm²), number of leaves, leaf chlorophyll content (mg / l), and leaf proline content (ppm). The data was analysed using analysis of variance (ANOVA) and Duncan test α 5%. Results showed that local Javanese cardamom (A. compactum) has better growth response and was more tolerant to drought stress compared to true cardamom (E. cardamomum).

Keywords: drought stress, local Javanese cardamom (*A. compactum*), true cardamom (*E. cardamomum*).

PENDAHULUAN

Sumber daya lahan merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan suatu usaha pertanian karena hampir semua usaha pertanian berbasis pada sumber daya lahan. Salah satu lahan yang ada di Indonesia adalah lahan marginal. Lahan marginal dapat diartikan sebagai lahan yang memiliki mutu rendah karena memiliki beberapa faktor pembatas jika digunakan untuk suatu keperluan tertentu (Yuwono, 2009). Lahan-lahan marginal ini dapat menurunkan produktivitas tanaman karena mengalami cekaman lingkungan, seperti cekaman

kekeringan, cekaman unsur hara, dan salinitas tinggi.

Air merupakan salah satu kebutuhan dasar tanaman untuk dapat tumbuh, berkembang, serta berproduksi dengan baik. Air memiliki peran penting dalam proses fotosintesis dan transpirasi. Selain itu, air juga berperan dalam penyerapan unsur hara yang diperlukan tanaman. Namun, ketersediaan air di tanah merupakan salah satu faktor pembatas yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman termasuk kapulaga. Kekurangan air bagi tanaman akan menghambat pertumbuhannya dan kemudian pada tingkat kritis dapat mengakibatkan kekeringan dan kematian

tanaman. Menurut Winarbawa (2000), kekeringan terjadi karena penurunan kandungan air tanah sampai pada titik kritis (titik layu permanen). Apabila jumlah air yang tersedia di tanah tidak mencukupi kebutuhan tanaman, maka pertumbuhan dan produktifitas tumbuhan akan terganggu. Hal ini menyebabkan tumbuhan mengalami cekaman kekeringan.

Cekaman kekeringan merupakan istilah untuk menyatakan bahwa tanaman mengalami kekurangan air dari lingkungannya yaitu media tanam. Kekeringan menimbulkan cekaman bagi tanaman yang tidak tahan kering (Toruan-Mathius *et al.*, 2001). Cekaman kekeringan dapat menurunkan hasil tanaman secara drastis yang dapat mengakibatkan kerugian yang cukup besar bagi petani. Salah satu teknologi yang relatif murah dan efektif untuk menekan kerugian akibat adanya cekaman kekeringan adalah penggunaan varietas tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Varietas tanaman yang tahan terhadap cekaman kekeringan dapat diketahui melalui nilai indeks sensitivitas. Nilai indeks sensitivitas adalah nilai yang menunjukkan tingkat toleransi relatif suatu tumbuhan terhadap cekaman (Suwarti *et al.*, 2013).

Kapulaga merupakan salah satu tanaman dari *Family Zingiberaceae* yang banyak digunakan sebagai obat tradisional. Kapulaga berpotensi sebagai komoditi

ekspor karena selain sebagai bahan obat masih banyak manfaat yang dapat diperoleh dari tanaman ini diantaranya sebagai bahan masakan dan bahan kosmetik. Ada dua jenis kapulaga yang paling dikenal di Indonesia yaitu kapulaga lokal/Jawa (*A. compactum*) dan kapulaga India/sabrang (*E. cardamomum*).

Saat ini kapulaga memiliki peluang yang besar untuk menjadi komoditas unggulan bagi para pelaku usaha tani. Potensi pasar dalam negeri dan luar negeri dari kapulaga masih terbuka lebar. Untuk potensi pasar dalam negeri dapat dilihat dari adanya kebiasaan masyarakat Indonesia dalam meminum jamu. Survei perilaku konsumen dalam negeri menunjukkan 61,3 persen responden mempunyai kebiasaan meminum jamu tradisional (Koswana *et al.*, 2012). Ini adalah potensi besar untuk mengembangkan pasar domestik dari produk biofarmaka seperti kapulaga. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh cekaman kekeringan berdasarkan perbedaan kapasitas lapang terhadap pertumbuhan kapulaga lokal (*A. compactum*) dan kapulaga sebrang (*E. cardamomum*) sehingga diperoleh jenis kapulaga yang lebih toleran terhadap cekaman kekeringan tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan

Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 4 x 2, empat kali pengulangan. Faktor pertama, yaitu variasi kapasitas lapang yang terdiri dari 4 taraf: 25%, 50%, 75%, dan 100%. Faktor kedua, yaitu jenis kapulaga yang terdiri dari 2 taraf: kapulaga lokal (*A. compactum*) dan kapulaga sabrang (*E. cardamomum*). Pengamatan dilakukan pada 28 hari setelah perlakuan terhadap parameter penambahan tinggi tanaman, berat tanaman, luas daun, jumlah daun, kandungan klorofil daun, dan kandungan prolin daun serta index sensitivitas. Data dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA) $\alpha = 0,05$. Jika berpengaruh nyata dilakukan uji lanjutan, menggunakan Uji jarak berganda Duncan ($\alpha = 0,05$).

Prosedur Kerja

Persiapan Media Tanam, Penanaman

Bibit dan Perlakuan

Media tanam yang dipergunakan yaitu tanah dan pasir dengan perbandingan 2:1 dan dimasukkan ke dalam *polybag* dan ditambahkan NPK sebagai pupuk dasar. Bibit kapulaga berumur ± 3 bulan ditanam dalam *polybag* yang telah berisi media tanam. Perlakuan cekaman kekeringan diberikan pada hari ke -28 setelah tanam yaitu setelah masa adaptasi dengan kapasitas lapang yang berbeda (25%, 50%, 75%, dan 100%). Untuk mempertahankan jumlah air tanah sesuai dengan perlakuan, dilakukan penimbangan setiap hari. Penentuan kapasitas lapang menggunakan

metode gravimetric menggunakan rumus: $KA = (BB - BK)/BK \times 100\%$; di mana KA = Kadar air (ml), BB = Berat basah (gram), BK = Berat kering (gram).

Pengukuran Parameter

Kandungan Klorofil Daun

Daun diekstrak dengan aseton 90% kemudian diukur kandungan klorofilnya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 649 nm dan 665 nm. Penghitungan kandungan klorofil dihitung dengan rumus (Wintermans dan De Mots 1965 dalam Pratama dan Laily 2015): $Kandungan\ klorofil = 20(OD_{649}) + 6,1(OD_{665})$, di mana OD_{649} = bacaan nilai pada spektrofotometer di panjang gelombang 649 nm, OD_{665} = bacaan nilai pada spektrofotometer di panjang gelombang 665 nm.

Kandungan Prolin

Pengukuran kandungan prolin dilakukan berdasarkan metode Bates *et al.*, (Umebese *et al.*, 2009). Daun segar sebanyak 0,5 gram ditumbuk dalam mortar yang diberi larutan sulfosalisilat 3% sebanyak 10 ml. Sebanyak 2 ml filtrat direaksikan dengan 2 ml asam ninhidrin dan 2 ml asam asetat glasial dalam tabung reaksi pada suhu 100°C selama 1 jam, lalu tabung reaksi ke dalam gelas piala yang berisi es. Campuran diekstraksi dengan 4 ml toluen, kemudian diaduk dengan vortex selama 15-20 detik sehingga terbentuk dua lapisan cairan yang terpisah. Toluena yang berwarna

merah yang mengandung prolin terletak di bagian atas kemudian diukur kadar prolinnya dengan spektrofotometer, absorbansi dibaca pada panjang gelombang 520 nm. Kadar prolin ditentukan berdasarkan bacaan larutan standar prolin murni.

Nilai Indeks Sensitivitas (IS)

Nilai indeks sensitivitas (IS) dihitung mengikuti persamaan Fischer dan Maurer (1978) yaitu (Suwarti *et al.*, 2013):

$$S = (1 - Y_p/Y) / (1 - X_p/X)$$

di mana:

S = Indeks sensitivitas cekaman kekekeringan.

Y_p = rata-rata nilai suatu genotip yang mendapat cekaman kekeringan (KL 25%).

Y = rata-rata nilai suatu genotip yang tidak mendapat cekaman kekeringan (KL 100%).

X_p = rata-rata dari seluruh genotip yang mendapat cekaman kekeringan (KL 25%).

X = rata-rata dari seluruh genotip yang tidak mendapat cekaman kekeringan (KL 100%).

Kriteria untuk menentukan tingkat toleransi pada cekaman kekeringan adalah

jika nilai S < 0,5 kategori genotip toleran, 0,5 < S < 1,0 kategori genotip medium toleran, dan S > 1,0 untuk genotip peka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertambahan Tinggi Tanaman

Hasil analisis varians (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan kapasitas lapang tidak berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman, demikian juga dengan interaksi kapasitas lapang dengan jenis kapulaga namun pengaruh perlakuan jenis kapulaga menunjukkan perbedaan nyata. Untuk melihat perbedaan antar perlakuan jenis kapulaga terhadap pertambahan tinggi tanaman tersebut maka dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan yang hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata pertambahan tinggi kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) lebih tinggi dibandingkan jenis kapulaga lokal (*A. compactum*). Rata-rata pertambahan tinggi tanaman kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) adalah 9,66 cm yang berbeda nyata dengan kapulaga lokal (*A. compactum*). Hal ini diduga karena sifat genetik dari tanaman kapulaga sabrang tersebut.

Tabel 1. Rata-Rata Pertambahan Tinggi Tanaman Berdasarkan Perbedaan Jenis Kapulaga

| Jenis kapulaga | Pertambahan Tinggi (cm) |
|---|-------------------------|
| Kapulaga lokal (<i>A. compactum</i>) | 3,62 a |
| Kapulaga sabrang (<i>E. cardamomum</i>) | 9,66 b |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan 5%.

Gardner *et al.* (1991) menyatakan bahwa tinggi rendahnya pertumbuhan serta hasil tanaman dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang dipengaruhi oleh sifat genetik yaitu faktor yang bersifat spesifik tergantung sifat-sifat yang dimiliki oleh tanaman itu sendiri. Hal ini dapat diketahui dari pertumbuhan kapulaga lokal dan kapulaga sabrang pada kondisi tidak dalam kondisi cekaman kekeringan. Setyawan *et al.* (2014) menyatakan bahwa kapulaga lokal (*A. compactum*) hanya mampu tumbuh hingga 2,5 meter sedangkan kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) dapat tumbuh hingga 4 meter. Berdasarkan pernyataan ini terlihat bahwa secara genetik kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) memiliki pertumbuhan tinggi yang lebih baik dibandingkan kapulaga lokal (*A. compactum*).

Pertambahan Luas dan Jumlah Daun

Berdasarkan hasil analisis varians (ANAVA), interaksi kapasitas lapang dengan jenis kapulaga berpengaruh nyata terhadap pertambahan luas daun. Untuk melihat adanya pengaruh tersebut maka

dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan yang hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata pertambahan luas daun tertinggi yaitu 7,18 cm² terdapat pada kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) dengan kapasitas lapang 75% dan terendah yaitu 2,21 cm² pada kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) dengan kapasitas lapang 25%. Gardner *et al.* (1991) menyatakan bahwa pada stadium pertumbuhan vegetatif, cekaman kekeringan diantaranya dapat mengurangi pertambahan luas daun. Respon pertambahan luas daun pada kapasitas lapang 100%, 75% dan 50% jauh lebih baik dibandingkan dengan kapasitas lapang 25%. Menurunnya pertambahan luas daun ini merupakan salah satu respon tanaman terhadap cekaman kekeringan, luas daun akan mengecil sebagai bentuk adaptasi terhadap cekaman kekeringan. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Abayomi & Wright (2002) pada tanaman tebu yang mengalami cekaman kekeringan terjadi penurunan pada pertumbuhan daun, laju penambahan luas daun, luas daun, dan indeks luas daun.

Tabel 2. Rata-Rata Pertambahan Luas Daun (cm²) Tanaman Kapulaga pada Interaksi Kapasitas Lapang Dengan Jenis Kapulaga

| Jenis | Kapasitas Lapang | | | |
|---|------------------|---------|---------|--------|
| | 100% | 75% | 50% | 25% |
| Kapulaga lokal (<i>A. compactum</i>) | 4,18 b | 4,74 bc | 5,62 cd | 2,28 a |
| Kapulaga sabrang (<i>E. cardamomum</i>) | 6,31 de | 7,18 e | 3,78 b | 2,21 a |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan 5%.

Menurut Syafi (2008), ukuran luas daun yang mengecil ini merupakan mekanisme penghindaran tanaman untuk menekan kehilangan air, yaitu dengan mengurangi terjadinya transpirasi pada tanaman. Taiz & Zeiger (2002) menyatakan bahwa respon tercepat terhadap munculnya cekaman ditandai dengan keadaan fisik dari tumbuhan dari pada perubahan kimianya. Pengurangan volume sel menyebabkan tekanan hidrostatik menurun dan tekanan turgor juga menurun. Membran plasma menjadi menyempit dan lebih tertekan, hal ini menyebabkan luas daun lebih kecil dari ukuran normalnya. Sulistyono *et al.* (2012) menyatakan bahwa pertumbuhan daun merupakan proses fisiologi pertama yang dipengaruhi oleh cekaman kekeringan. Penurunan ukuran daun menyebabkan penurunan hantaran stomata dan fotosintesis. Perubahan ukuran daun dan stomata merupakan mekanisme untuk menghindari kekeringan dengan cara mengurangi transpirasi.

Hasil analisis varians (ANOVA) pada penambahan jumlah daun tidak dipengaruhi secara nyata baik oleh kapasitas lapang, jenis kapulaga, maupun interaksi keduanya. Hal ini dapat disebabkan cekaman

kekeringan membuat daun menjadi layu hingga akhirnya gugur. Hal ini juga merupakan salah satu bentuk respon tanaman terhadap kekeringan untuk mengurangi transpirasi. Hal yang sama juga terjadi pada tanaman jagung dan bambang lanang. Pada kondisi cekaman kekeringan, tanaman jagung mengalami kelayuan atau penggulungan daun (Banziger *et al.*, 2000). Bibit bambang lanang pada kondisi perlakuan KL 25%, sebagian daun menjadi layu dan berwarna coklat lalu mengering (Bramasto *et al.*, 2015). Menurut Gardner *et al.* (1991) jumlah daun dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor genetik dan lingkungan. Faktor genetik yang mempengaruhi jumlah daun adalah melalui posisi primordia daun pada tanaman, sedangkan faktor lingkungan adalah ketersediaan air dan unsur hara.

Pertambahan Berat Tanaman

Berdasarkan analisis varians (ANOVA), interaksi kapasitas lapang dengan jenis kapulaga berpengaruh nyata terhadap pertambahan berat tanaman. Untuk melihat perbedaan antar perlakuan pada interaksi tersebut maka dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan yang hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Rata-rata pertambahan berat (gram) tanaman kapulaga pada interaksi kapasitas lapang dengan jenis kapulaga

| Jenis | Kapasitas Lapang | | | |
|---|------------------|--------|----------|----------|
| | 100% | 75% | 50% | 25% |
| Kapulaga lokal (<i>A. compactum</i>) | 41,25 bc | 25 ab | 46,45 bc | 23,75 ab |
| Kapulaga sabrang (<i>E. cardamomum</i>) | 50 c | 62,5 d | 43,75 bc | 17,15 a |

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan 5%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata pertambahan berat tertinggi yaitu 62,5 gram terdapat pada kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) dengan perlakuan kapasitas lapang 75%. Pertambahan berat kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) pada kapasitas lapang 100% yang lebih rendah yaitu sebesar 50,00 gram dapat disebabkan kondisi dalam tanah sudah jenuh air akibat jumlah air yang diberikan sudah berlebih sehingga media tanam menjadi anaerob. Munandar *et al.* (1995) dalam Jasminarni (2008), mengatakan bahwa kelebihan air menyebabkan kurangnya aerasi akibat pori tanah terisi oleh air, yang berdampak hampir sama dengan kekurangan air terhadap tanaman. Tanaman yang mengalami kondisi ini akan berdampak negatif terhadap pertumbuhannya karena mengganggu proses fotosintesis dan metabolisme. Pada kondisi jenuh, seluruh ruang pori tanah terisi oleh air yang bergerak relatif cepat, sehingga dapat mencuci unsur-unsur hara yang dilaluinya (Hanafiah, 2005). Jika kondisi ini berlangsung terus-menerus dan akan berdampak buruk bagi aerasi tanah, sehingga respirasi akar dan aktivitas mikrobia aerobik, seperti bakteri amonifikasi dan nitrifikasi akan terganggu. Oksigen sangat penting kaitannya dengan respirasi akar tanaman dan mikroorganisme tanah. Respirasi akar tanaman dimaksudkan untuk mendapatkan energi yang selanjutnya

dimanfaatkan oleh akar untuk menyerap unsur hara sehingga pada tanah dengan kondisi kelebihan air, absorpsi unsur hara menjadi terganggu. Salah satu gejala yang tampak pada tanaman dengan kondisi jenuh air yaitu menguningnya daun. Kondisi ini disebabkan terhambatnya proses nitrifikasi sehingga ketersediaan unsur hara N (dalam bentuk NO_3^-) berkurang. Hal ini terjadi karena proses perubahan nitrit (NO_2^-) menjadi nitrat (NO_3^-) membutuhkan oksigen (Sugito, 1999).

Pada **Tabel 3** tampak pula bahwa pertambahan berat terendah yaitu 17,5 gram terdapat pada kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) dengan kapasitas lapang 25%. Hal ini diduga pada pemberian air dengan kapasitas lapang tersebut tidak mampu mencukupi kebutuhan air tanaman sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman menjadi terhambat. Prasad *et al.* (2008), menyatakan bahwa pembelahan dan perkembangan sel tanaman secara umum sangat dipengaruhi oleh keberadaan air baik yang ada di dalam maupun di luar sel tanaman karena air merupakan media pertumbuhan dan metabolisme sel. Menurut Lisar *et al.* (2012) akibat dari cekaman kekeringan pada tanaman, yaitu penutupan stomata, penurunan laju fotosintesis dan laju transpirasi, penurunan laju penyerapan dan translokasi nutrien (unsur hara), penurunan pemanjangan sel, serta penghambatan pertumbuhan. Jika laju

fotosintesis menurun, maka pertumbuhan tanaman juga akan terpengaruh, karena berkurangnya sumber energi yang diperlukan untuk proses pembelahan dan pembesaran sel.

Terhambatnya aktivitas pembelahan sel, menyebabkan tidak terjadinya penambahan massa atau isi sel dan pembentangan sel, sehingga sel-sel tetap mengecil (Mapegau, 2006). Pernyataan tersebut sejalan dengan Sinay (2015), aktivitas pembelahan sel dapat menyebabkan pertambahan jumlah sel yang mempengaruhi pertambahan ukuran tubuh tanaman. Akan tetapi pada kondisi kekurangan air, aktivitas pembelahan sel dapat menurun atau bahkan terhenti, sehingga tidak ada penambahan ukuran sel. Selain itu cekaman air juga menyebabkan transpor unsur hara dan proses biokimia tanaman terganggu (Darwati *et al.*, 2002).

Kandungan Klorofil

Berdasarkan hasil analisis varians (ANAVA), interaksi kapasitas lapang dengan jenis kapulaga berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil daun. Untuk melihat adanya pengaruh tersebut maka dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan yang hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata kandungan klorofil daun tertinggi yaitu 20,87 mg/l terdapat pada kapulaga lokal (*A. compactum*) dengan pelakuan kapasitas lapang 50% dan terendah yaitu 8,86 mg/l pada jenis kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) dengan kapasitas lapang 25%.

Berdasarkan hasil ini diketahui bahwa kapulaga lokal (*A. compactum*) mampu mempertahankan kandungan klorofil dalam kondisi tercekam. Menurut Li *et al.* (2006) keadaan tanaman yang tetap hijau berkaitan dengan peningkatan produksi dan efisiensi transpirasi pada saat tanaman mengalami cekaman kekeringan.

Penurunan kandungan klorofil merupakan salah satu respon tanaman yang kekurangan air yang berkaitan dengan aktivitas fotosintesis. Kekurangan air pada kelapa kerdil hijau Brazilia (*Cocos nucifera* L. nana) mengakibatkan penurunan konsentrasi klorofil daun tiap unit luas daun (Gomes *et al.*, 2008). Penurunan kandungan air media tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dari 40% menjadi 32% menurunkan kandungan klorofil hingga 0,004 mg/g daun (Syafi, 2008).

Tabel 4. Rata-Rata Kandungan Klorofil pada Interaksi Kapasitas Lapang dengan Jenis Kapulaga

| Jenis | Kapasitas Lapang | | | |
|---|------------------|---------|---------|---------|
| | 100% | 75% | 50% | 25% |
| Kapulaga lokal (<i>A. compactum</i>) | 12,97 d | 14,26 f | 20,87 h | 12,16 c |
| Kapulaga sabrang (<i>E. cardamomum</i>) | 13,6 e | 15,81 g | 9,98 b | 8,86 a |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan 5%.

Perlakuan kekeringan selama 7 (tujuh) hari menurunkan kandungan klorofil total daun jahe (*Zingiber officinale* L.) (Nio, 2011). Pada saat kekeringan konsentrasi klorofil pada genotipe *barley* (*Hordeum vulgare* L.) yang toleran dan sensitif menurun dan penurunan pada genotipe yang sensitif lebih besar daripada genotipe yang toleran. Konsentrasi klorofil pada genotipe *barley* yang toleran kekeringan lebih tinggi daripada genotipe yang sensitif terhadap kekeringan. Kandungan klorofil daun dapat dipakai sebagai indikator toleransi terhadap kekeringan dalam seleksi plasma nutfah *barley* (Li *et al.*, 2006).

Kelebihan air pada tanaman menyebabkan aerasi tidak normal sehingga tidak sesuai bagi pertumbuhan tanaman. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan unsur hara utama (N, Mg, Fe) yang terangkut ke daun, yang dibutuhkan untuk biosintesis sehingga klorofil yang terbentuk pada daun menjadi berkurang. Tanaman yang kekurangan air memiliki kadar klorofil rendah karena ketersediaan air pada daerah perakaran sangat rendah sehingga mengganggu proses pengangkutan hara yang dibutuhkan tanaman. Selain itu kekurangan air juga menyebabkan kenaikan

temperatur dan transpirasi yang menyebabkan disintegrasi klorofil (Hamida & Dewi, 2014).

Kandungan Prolin

Pengamatan kandungan prolin daun tanaman kapulaga dilakukan pada akhir penelitian yaitu 28 hari setelah perlakuan cekaman kekeringan. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif seperti yang terlihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata kandungan prolin tertinggi yaitu 1195,37 ppm terdapat pada kapulaga lokal (*A. compactum*) dengan kapasitas lapang 25%. Kandungan prolin terendah yaitu 628,27 ppm terdapat kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) dengan kapasitas lapang 100%.

Kandungan prolin meningkat seiring dengan meningkatnya cekaman kekeringan. Hasil penelitian Toruan-Mathius *et al.* (2001) melaporkan bahwa kadar prolin pada tanaman meningkat sejalan dengan peningkatan cekaman kekeringan. Siswanto *et al.* (1997) menyatakan bahwa salah satu petunjuk yang dapat dijadikan indikator tanaman toleran terhadap kekeringan adalah akumulasi prolin pada daun (Siswanto *et al.*, 1997).

Tabel 5. Rata-Rata Kandungan Prolin Berdasarkan Perbedaan Jenis Kapulaga dan Kapasitas Lapang

| Jenis | Kapasitas Lapang | | | |
|---|------------------|--------|--------|---------|
| | 100% | 75% | 50% | 25% |
| Kapulaga lokal (<i>A. compactum</i>) | 936,16 | 945,56 | 1012,8 | 1195,37 |
| Kapulaga sabrang (<i>E. cardamomum</i>) | 628,27 | 744,14 | 784,37 | 865,61 |

Menurut Umezawa *et al.* (2006) tanaman memiliki kemampuan untuk mengakumulasi (senyawa non toksik seperti prolin) yang berfungsi melindungi sel dari kerusakan akibat potensial air sel rendah, yang merupakan cara adaptasi toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Verslues *et al.* (2006) menyebutkan tanaman yang mengalami cekaman kekeringan akan meningkatkan kandungan prolin yang berperan terhadap toleransi dehidrasi dengan cara melindungi protein dan struktur membran. Pada mekanisme ini, terjadi sintesis dan akumulasi senyawa organik yang dapat menurunkan potensial osmotik sehingga menurunkan potensial air dalam sel tanpa membatasi fungsi enzim serta menjaga turgor sel.

Toruan-Mathius *et al.* (2001) menyatakan terdapat korelasi positif antara akumulasi prolin dengan adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Akumulasi kompatibel osmolit dapat menurunkan potensial air di dalam sel sehingga memungkinkan terjadinya pengambilan air tambahan dari lingkungan dan menjaga

mekanisme dari efek kekurangan air. Asam amino prolin yang dalam jumlah banyak akan melindungi tanaman, yaitu dengan cara menghilangkan pengaruh racun bagi tanaman (Sasli, 2004). Peningkatan kadar prolin pada awal terjadinya cekaman kekeringan relatif lambat dan meningkat dengan cepat setelah tanaman mengalami cekaman lebih lanjut (Girousse *et al.* 1996 dalam Permanasari & Sulistyaningsih, 2013).

Tingkat Toleransi Terhadap Cekaman Kekeringan

Penentuan jenis yang toleran terhadap cekaman kekeringan dilakukan melalui penghitungan indeks sensitivitas (IS). Indeks sensitivitas dihitung berdasarkan rumus Fischer dan Maurer (1978) dalam Suwarti *et al.*, (2013). Untuk menggunakan metode tersebut diperlukan semua data parameter yang diamati pada kondisi cekaman dan kondisi tidak tercekam. Berdasarkan enam parameter yang diamati dapat ditentukan nilai indeks sensitivitas masing-masing jenis kapulaga dengan membandingkan pertumbuhan tanaman pada kapasitas lapang 100% dan 25%.

Tabel 6. Tingkat toleransi pada 6 parameter berdasarkan nilai indeks sensitivitas yang diamati pada kedua jenis kapulaga

| Jenis | TT | BT | LD | JD | KK | KP |
|---|----|----|----|----|----|----|
| Kapulaga lokal (<i>A. compactum</i>) | P | AT | AT | P | T | AT |
| Kapulaga sabrang (<i>E. cardamomum</i>) | AT | P | P | AT | P | P |

Ket : TT = tinggi tanaman, BT = berat tanaman, JL = jumlah daun, LD = luas daun, KK = kandungan klorofil, KP = kandungan prolin, T = toleran, P= peka, AT = agak toleran

Berdasarkan nilai indeks sensitivitas masing-masing parameter dikelompokkan dalam kategori toleran bila $IS < 0,5$, agak toleran bila $0,5 < IS < 1,0$ dan peka bila $IS > 1,0$, kemudian toleransi masing-masing jenis kapulaga dievaluasi berdasarkan kategori ke-6 parameter tersebut (**Tabel 6**).

Untuk menentukan tingkat toleransi masing-masing jenis perlu dilakukan evaluasi berdasarkan 6 parameter (**Tabel 7**). Untuk mempermudah evaluasi, dilakukan skoring sebagai berikut: toleran, mempunyai bobot 2, agak toleran mempunyai bobot 1 dan peka mempunyai bobot 0. Hasil skoring kemudian dijumlahkan untuk klasifikasi jenis berdasarkan toleransinya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jenis kapulaga lokal (*A. compactum*) lebih toleran terhadap cekaman kekeringan dibandingkan kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) (**Tabel 7**).

Berdasarkan nilai indeks sensitivitas diketahui bahwa kapulaga lokal (*A. compactum*) lebih toleran terhadap

cekaman kekeringan dari pada kapulaga sabrang. Hal ini terlihat pada kandungan klorofil dan kandungan prolin kapulaga lokal (*A. compactum*) yang lebih tinggi dibandingkan kapulaga sabrang (**Tabel 4** dan **Tabel 5**). Penelitian yang dilakukan oleh Mensah *et al.* (2006) menunjukkan bahwa kandungan klorofil meningkat pada kondisi defisit air pada tanaman wijen dan hal ini menandakan kemampuannya untuk tetap mensintesis lebih banyak klorofil pada kondisi kekeringan yang merupakan indikator yang baik untuk toleransi terhadap kekeringan. Prolin dijumpai terakumulasi lebih banyak pada tanaman yang lebih toleran kekeringan dibanding dengan tanaman yang peka (Knipp & Honermeier, 2005). Hasil penelitian berbagai jenis tanaman memperlihatkan ada korelasi positif antara kadar prolin dengan daya adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan sehingga prolin dapat dijadikan sebagai indikator seleksi menyangkut adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan (Hare *et al.*, 1998).

Tabel 7. Rekapitulasi jumlah tingkat sensitivitas pada kedua jenis kapulaga

| Jenis | Tingkat Sensitivitas | | | | | | | | | Total |
|-------|----------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|
| | Toleran | | | Agak Toleran | | | Peka | | | |
| | Jumlah Parameter | Bobot | Score | Jumlah Parameter | Bobot | Score | Jumlah Parameter | Bobot | Score | |
| KL | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 | 5 |
| KS | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 4 | 0 | 0 | 2 |

Keterangan: KL = kapulaga lokal; KS = kapulaga sabrang



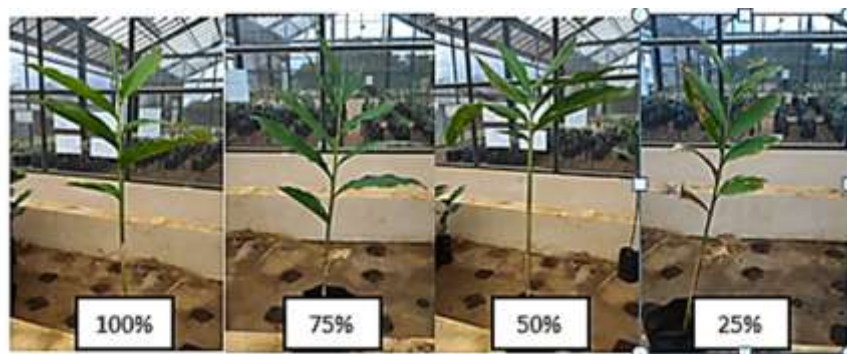
Kapulaga lokal (*Amomum compactum*) sebelum perlakuan cekaman kekeringan



Kapulaga lokal (*Amomum compactum*) setelah perlakuan cekaman kekeringan



Kapulaga sabrang (*Elettaria cardamomum*) sebelum perlakuan cekaman kekeringan



Kapulaga sabrang (*Elettaria cardamomum*) setelah perlakuan cekaman kekeringan

Gambar 1. Perbandingan pertumbuhan kapulaga lokal (*A. compactum*) dan sabrang (*E. cardamomum*) sebelum dan setelah perlakuan cekaman kekeringan

Tingkat toleransi suatu tanaman terhadap suatu cekaman kekeringan dapat dilihat dari pertumbuhan morfologis yang baik. Pada **Tabel 7** tampak bahwa luas daun dan berat tanaman kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) termasuk dalam kategori peka sedangkan berdasarkan analisis varian (ANAVA) luas daun dan berat tanaman kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) memiliki nilai tertinggi (**Tabel 2** dan **Tabel 4**). Perbedaan hasil ini dapat disebabkan karena penurunan luas daun dan berat tanaman pada kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) lebih tinggi dibandingkan kapulaga lokal (*A. compactum*) pada kondisi tercekam kekeringan. Pada **Tabel 2** terlihat bahwa penurunan luas daun kapulaga lokal (*A. compactum*) hanya 1,9 cm² (45%) sedangkan pada kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) 4,1 cm² (65%). Demikian pula dengan penurunan berat tanaman (**Tabel 4**) kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) pada kapasitas lapang 25% adalah 32,5 gram (65%) sedangkan pada kapulaga lokal (*A. compactum*) hanya 17,5 (42%).

Secara umum respon pertumbuhan kapulaga lokal (*A. compactum*) dan sabrang (*E. cardamomum*) terhadap cekaman kekeringan yang diberikan berdasarkan perbedaan kapasitas lapang dapat dilihat pada **Gambar 1**.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Kapulaga lokal (*A. compactum*) memiliki respon pertumbuhan lebih baik dari pada kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) untuk parameter penambahan berat tanaman, penambahan luas daun, kandungan klorofil daun, dan kandungan prolin daun pada kondisi kapasitas lapang <50% (tercekam), tetapi parameter penambahan tinggi tanaman dan penambahan jumlah daun lebih baik pada kapulaga sabrang (*E. cardamomum*).
2. Kapulaga lokal (*A. compactum*) lebih toleran dibandingkan kapulaga sabrang (*E. cardamomum*) terhadap cekaman kekeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abayomi YA & Wright. 2002. Sugarbeet leaf growth and yield response to soil water deficit. *African Crop Science Journal*, 10(1): 51-66.
- Banziger M, Edmeades GO, Beck D & Bellon M. 2000. *Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize from theory to practice*. CIMMYT. Mexico.
- Bates LS, Waldren RP & Teare ID. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
- Bramasto Y, Rustam E, Megawati M & Mindawati N. 2015. Respon pertumbuhan bibit bambang lanang

- (*Michelia champaca*) terhadap cekaman. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 12(2): 81-91.
- Darwati I, Rasita SMD & Hernani. 2002. Respon daun ungu (*G. pictum* L.) terhadap cekaman air. *Jurnal Industrial Crop Research*, 8(3): 73-75.
- Gardner FPR, Pearce B, and Mitchell RL. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta: UI Press.
- Gomes FB, Olivia MA, Nielke MS, de Almeida AF, Leite HG & Aquine LA. 2008. Photosynthetic limitations in leaves of young brazilian green dwarf coconut (*Cocos nucifera* L. 'nana') palm under well-watered conditions and recovering from drought stress. *Environmental and Experimental Botany*, 62: 195-204.
- Hamida R & Dewi K. 2014. Efektivitas mikoriza vesicular arbuskular dan 5-aminolevulinic Acid terhadap pertumbuhan Jagung varietas lokal madura pada cekaman kekeringan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 34(1): 61-67.
- Hanafiah KA. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Hare PD, Cress WA & Van Staden J. 1998. Dessecting the role of osmolyte accumulation during stress. *Plant Cell Environ*, 21: 535-537.
- Jasminarni J. 2008. Pengaruh jumlah pemberian air terhadap pertumbuhan dan hasil selada (*Lactuca sativa* L.) di polybag. *Jurnal Agronomi*. 12(1): 30-32.
- Knipp G & Honermeier B. 2005. Effect of water stress on proline accumulation of genetically modified potatoes (*Solanum tuberosum* L.) generating fructans. *Journal of Plant Physiology*, 163: 392-397.
- Koswana N, Darusman D & Nuryati R. 2012. Kelayakan Finansial Usaha Tani kapulaga Sabrang (*Elettaria cardamomum* Maton) Varietas Malabar. Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian. Universitas Siliwangi.
- Lisar SYS, Motafakkerazad R, Hossain MM & Rahman IMM. 2012. Water stress in Plants: Causes, Effect and Responses. *Online at https://www.researchgate.net/publication/221921924_Water_Stress_in_Plants_Causes_Effects_and_Responses* [diakses 29 Agustus 2018].
- Mapegau M. 2006. Pengaruh cekaman air terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. *Jurnal Ilmiah Pertanian. Kultura*, 41(1): 43-51.
- Mensah JK, Obadoni BO, Eruotor PG & Onome IF. 2006. Simulated flooding and drought effects on germination, growth, and yield parameters of sesame (*Sesamum indicum* L.). *African Journal of Biotechnology*, 5(13): 1249-1253.
- Nio SA. 2011. Biomasa dan kandungan klorofil total daun jahe (*Zingiber officinale* L.) yang mengalami cekaman kekeringan. *Jurnal Ilmiah SAINS*, 11: 190-195.
- Permanasari I & Sulistyaningsih E. 2013. Kajian fisiologi perbedaan kadar lengas tanah dan konsentrasi giberelin pada kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Agroteknologi*, 4(1): 31-39.
- Prasad PVV & Staggenborg SA. 2008. Impacts of drought and/or heat Stress on physiological, developmental, growth, and yield processes of crop plants. American Society of Agronomy. New York.
- Pratama AJ & Laily AN. 2015. Analisis kandungan klorofil gandasuli

- Mohamad Nurzaman *et al.*: Respon Pertumbuhan Kapulaga Lokal (*Amomum compactum* Soland Ex. Maton) dan Kapulaga Sabrang (*Elettaria cardamomum* (L.) Maton Var. Mysore) terhadap Cekaman Kekeringan (*Hedychium gardnerianum* Shephard ex Ker-Gawl) pada tiga daerah perkembangan daun yang berbeda. *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*, 216-219.
- Setyawan AD, Wiryanto, Suranto, Bermawie N and Sudarmono. 2014. Short communication: comparisons of isozyme diversity in local Java cardamom (*Amomum compactum*) and true cardamom (*Elettaria cardamomum*). *Nusantara Bioscience*, 6(1): 94-101.
- Siswanto S, Sumaryono S & Mathius NT. 1997. Identifikasi Sifat Toleran Tanaman Kopi terhadap Cekaman Kekeringan. Makalah Pra-Raker Litbang Pertanian.
- Sugito Y. 1999. *Ekologi Tanaman*. Malang: Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Sulistiyono E, Suwarno S, Lubis I & Suhendar D. 2012. Pengaruh frekuensi Irigasi terhadap pertumbuhan dan produksi lima galur padi sawah. *Agrovigor*, 5(1): 1-7.
- Suwarti, Efendi R, Azrai M & Thahir N. 2013. Pertumbuhan, hasil dan indeks sensitivitas tanaman jagung terhadap cekaman genangan air. *Seminar Nasional Serealia*, 169-180.
- Syafi S. 2008. Respon morfologis dan fisiologis bibit berbagai genotipe Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) terhadap cekaman kekeringan. IPB. Bogor.
- Taiz L & Zeiger E. 2002. *Plant Physiology Third Edition*. Massachusetts: Sinaue associates Inc. Publisher.
- Toruan-Mathius N, Wijana G, Guharja E, Aswidinnoor H, Yahya S & Subronto. 2001. Respon tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) terhadap cekaman kekeringan. *Menara Perkebunan*, 2: 28-44.
- Umebese CU, Olatimilehin TO & Ogunsusi TA. 2009. Salicylic acid protects nitrate reductase activity, growth and proline in amaranth and tomato plants during water deficit. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 4(3): 224 - 229.
- Umezawa T, Fujita M, Fujita Y, Yamaguchi-Shinozaki K & Shinozaki K. 2006. Engineering drought tolerance in plants: discovering and tailoring genes to unlock the future. *Cur.Op. in Biotechnol*, 17: 113- 122.
- Winarbawa S. 2000. Pengaruh kadar air tanah terhadap pertumbuhan dan produksi dua tipe kapulaga sabrang. *Bul. Agron*, 28(1): 1-8.
- Yuwono NW. 2009. Membangun kesuburan tanah di lahan marginal. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 9 (2): 137-141.