

PENGARUH CEKAMAN KURANG AIR TERHADAP BEBERAPA KARAKTER FISIOLOGIS TANAMAN NILAM (*Pogostemon cablin* Benth)

The Effect of Water Deficit on Physiological Characteristics of Patchouli (Pogostemon cablin Benth)

SETIAWAN¹⁾, TOHARI²⁾, dan DJA'FAR SHIDDIEQ²⁾

¹⁾Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3, Bogor 16111

²⁾Fakultas Pertanian UGM
Kampus Bulak Sumur, Yogyakarta

email: era2243@yahoo.co.id

(Diterima Tgl. 28-2-2013 - Disetujui Tgl. 13-7-2013)

ABSTRAK

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang dikenal dengan minyak nilam (*patchouli oil*). Salah satu kendala dalam pengembangan tanaman nilam adalah peka terhadap kekurangan air. Perubahan iklim cenderung menyebabkan lebih sering terjadi kekeringan di sejumlah wilayah termasuk Indonesia sehingga dalam pengembangan tanaman nilam diperlukan varietas toleran terhadap cekaman kurang air. Terdapat tiga varietas unggul nilam (Tapaktuan, Sidikalang, dan Lhokseumawe) dengan produksi minyak (290-375 kg/ha) dengan kadar patchouli alkohol 32–33%. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi respon fisiologis 4 varietas/aksesi tanaman nilam terhadap cekaman kurang air. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca di Bogor pada tahun 2012. Penelitian menggunakan RAK faktorial dengan tiga ulangan. Faktor pertama 4 varietas/aksesi nilam (V) yaitu Sidikalang, Lhokseumawe, Tapaktuan, dan Bio-4. Faktor kedua empat interval penyiraman (W) yaitu 1, 3, 6, dan 9 hari sekali. Evaluasi pengaruh cekaman kurang air dilakukan terhadap beberapa karakter fisiologi tanaman nilam. Pengamatan dilakukan antara lain terhadap peubah kadar lengas tanah, konduktivitas stomata (*G_s*), laju transpirasi (*T_r*), kandungan air nisbi (KAN), potensial air daun (PAD) dan kandungan prolin daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar lengas tanah, konduktivitas stomata, laju transpirasi, dan KAN pada semua varietas, sedangkan PAD dan kadar prolin meningkat seiring dengan semakin lamanya interval penyiraman. Kadar prolin tertinggi pada interval 9 hari sekali pada varietas Sidikalang. Tidak terdapat perbedaan respon varietas/aksesi nilam yang diuji.

Kata kunci: *Pogostemon cablin* Benth, cekaman kurang air, karakter fisiologis.

ABSTRACT

Patchouli (*Pogostemon cablin* Benth) is one of plant that produces patchouli oil call patchouli oil. However, patchouli is susceptible to drought. The effect of global warming which changes rainfall pattern caused droughts in several regions including Indonesia. Therefore, it is important to find patchouli variety which is relatively tolerant to drought. Tapaktuan, Sidikalang, dan Lhokseumawe are three varieties of patchouli which produce high essential oil (290-375 kg/ha) with high patchouli alcohol content (32–33%). The objective of this research was to evaluate the physiological responses of four varieties/clone of patchouli to drought. The experiment was conducted at greenhouse at Cimanggu, Bogor from February to July 2012. The research was designed in randomized factorial block design (RBD) with three replications. The first factor was four varieties/clone of patchouli (V) Sidikalang, Lhokseumawe, Tapaktuan, and

Bio-4. The second factor was four watering intervals (W) every 1, 3, 6 and 9 days of watering. Parameters evaluated were physiological characteristics, soil moisture content, stomatal conductance, transpiration rate (*T_r*), leaf water potential, relative water content, and proline content of leaf. The results showed that soil moisture content, stomatal conductivity, transpiration rate and relative water content decreased, while leaf water potential and proline levels increased along with the increase of watering intervals. The highest proline level was at interval of nine days watering treatment on Sidikalang varieties. However, all varieties/clone have not different responses to water deficit.

Key words: *Pogostemon cablin* Benth, water deficit, physiological characteristics

PENDAHULUAN

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) termasuk salah satu tanaman famili *Lamiaceae* dan penghasil minyak atsiri yang dikenal dengan minyak nilam (*patchouli oil*) yang cukup penting peranannya, sebagai sumber devisa negara dan pendapatan petani. Saat ini terdapat tiga varietas unggul (Tapaktuan, Sidikalang, dan Lhokseumawe) yang telah dilepas oleh Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro) yang unggul dalam produk minyak (290-375 kg/ha) dengan kadar patchouli alkohol 32–33% (NURYANI, 1998). Tapaktuan unggul dalam produksi dan kadar patchouli alkohol, Lhokseumawe kadar minyaknya tinggi dan Sidikalang toleran terhadap penyakit layu bakteri dan nematoda (NURYANI *et al.*, 2007). Aksesori Bio-4 merupakan aksesori nilam hasil induksi mutasi pada tanaman nilam dengan menggunakan sinar gamma dan selanjutnya populasi planlet mutan yang dihasilkan diseleksi secara *in vitro* dengan menggunakan poly etilen glycol (PEG) sehingga diperoleh beberapa nomor tanaman yang toleran terhadap kekurangan air (MARISKA dan PURNAMANINGSIH, 2007).

Pemanasan global cenderung meningkatkan frekuensi El-Nino dan menguatkan fenomena La-Nina, (HANSEN *et al.*, 2006). Peningkatan siklus ENSO (*El Nino Southern*

Oscillation) dari 3-7 tahun sekali menjadi 2-5 tahun sekali. Lebih lanjut, LAS *et al.* (2009) menyatakan kejadian iklim ekstrim antara lain menyebabkan (a) kegagalan panen dan tanaman yang menyebabkan penurunan indeks panen yang berujung pada penurunan produktivitas dan produksi; (b) kerusakan sumberdaya lahan pertanian; (c) peningkatan frekuensi, luas, dan intensitas kurang air; (d) peningkatan kelembaban; dan (e) peningkatan intensitas gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT).

Nilam termasuk tanaman perdu yang memiliki jaringan sukulen dengan struktur perakaran yang relatif dangkal. Karakter morfologi perakaran yang demikian mengakibatkan nilam peka terhadap defisit lengas tanah (PITONO *et al.*, 2007). Cekaman kurang air merupakan salah satu cekaman lingkungan yang dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta penurunan hasil (BRAY, 1997), serta dehidrasi pada tanaman (GRIFFITHS dan PARRY, 2002).

Mekanisme adaptasi tanaman untuk mengatasi cekaman kurang air adalah dengan respon kontrol transpirasi (LEVITT, 1980) dan pengaturan osmotik sel (MORGAN, 1984). Pada mekanisme ini terjadi sintesis dan akumulasi senyawa organik yang dapat menurunkan potensial osmotik sehingga menurunkan potensial air dalam sel tanpa membatasi fungsi enzim namun tetap menjaga turgor sel. Beberapa senyawa yang berperan dalam penyesuaian osmotikal sel antara lain gula osmotik, prolin, betain dan protein dehidrin (VERSLUES *et al.*, 2006).

Prolin merupakan asam amino bebas yang terbentuk dan terakumulasi pada daun dalam jumlah yang lebih banyak apabila tanaman mengalami cekaman kurang air. Senyawa ini juga memainkan peranan penting dalam penghindaran dehidrasi dengan meningkatkan kadar solut sel dan memelihara kadar air tetap tinggi, pada saat yang sama, akumulasi prolin memainkan peranan terhadap toleransi dehidrasi dengan cara melindungi protein dan struktur membran (VERSLUES *et al.*, 2006).

Telah dilaporkan sebelumnya bahwa kadar prolin pada tanaman meningkat sejalan dengan peningkatan cekaman kurang air (KNIPP dan HONERMEIER, 2005; MATHIUS *et al.*, 2001; NAHAR dan GRETZMACHER, 2002; MARALIAN *et al.*, 2010). Prolin dijumpai terakumulasi lebih banyak pada tanaman yang lebih toleran kurang air dibanding dengan tanaman yang peka (KNIPP dan HONERMEIER, 2005). Hasil penelitian pada berbagai jenis tanaman memperlihatkan ada korelasi positif antara kadar prolin dengan daya adaptasi tanaman terhadap cekaman kurang air (HARE *et al.*, 1998). Oleh karena itu prolin dapat dipertimbangkan sebagai indikator seleksi adaptasi tanaman terhadap cekaman kurang air (YOSHIBA *et al.*, 1997). MAWARDI dan DJAZULI (2006) melaporkan bahwa kadar prolin meningkat secara signifikan pada tanaman nilam Aceh yang diberi perlakuan cekaman kurang air.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon varietas/aksesi tanaman nilam terhadap cekaman kurang air

dan menentukan varietas/aksesi nilam yang toleran terhadap cekaman kurang air.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Cimanggu, Bogor, pada bulan Februari 2012 sampai Juli 2012. Analisis kadar prolin dilakukan di laboratorium pasca panen IPB, Bogor. Pengukuran kadar air nisbi (KAN), potensial air daun (PAD), dan kadar lengas tanah (KLT) dilakukan di laboratorium ekofisiologi, Balitro.

Bahan tanaman nilam yang digunakan adalah Sidikalang, Lhokseumawe, Tapaktuan dan aksesori Bio-4. Penelitian menggunakan rancangan faktorial dalam pola Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga kali ulangan. Faktor pertama adalah varietas/aksesi terdiri atas empat (4) jenis yaitu Sidikalang, Lhokseumawe, Tapaktuan, dan Bio-4. Faktor kedua adalah interval penyiraman, terdiri dari 4 taraf yaitu penyiraman 1, 3, 6, dan 9 hari sekali. Penyiraman diberikan sampai mencapai kapasitas lapang. Pengamatan dilakukan terhadap parameter KLT, PAD, KAN, konduktifitas stomata (Gs), laju transpirasi (Tr), dan kadar prolin daun.

Media tanam berupa tanah lapisan olah kering angin sebanyak 6 kg/pot berasal dari Kampung Pasir Pogor, Cijeruk, Kabupaten Bogor, yang dimasukkan ke dalam pot pvc bervolume 10 liter. Pupuk yang diberikan sesuai dengan dosis anjuran, yaitu pada bulan pertama Urea 70 kg/ha (2,5 g/pot), SP-36 100 kg/ha (3,5 g/pot), dan KCl 150 kg/ha (5 g/pot), pada umur tiga bulan tanaman nilam diberi pupuk Urea 130 kg/ha (4,5 g/pot) (NURYANI *et al.*, 2007).

Perlakuan interval penyiraman dilakukan setelah tanaman berumur dua bulan setelah tanam (BST). Perubahan kadar lengas tanah dipantau dengan metode gravimetri dengan cara mengambil sampel tanah pada pot perlakuan sebanyak ± 10 g sebelum penyiraman. Perubahan kadar lengas tanah dihitung menggunakan rumus

$$KLT = \left[\frac{BB - BK}{BK} \right] \times 100\%$$

yaitu, *BB* = bobot tanah perlakuan

BK = bobot tanah kering oven

Pengukuran konduktivitas stomata dan laju transpirasi dilakukan pada pukul 10.00–14.00 pada daun muda yang telah tumbuh maksimal pada ruas 2-3 dari pucuk, dengan menggunakan *Portable Photosynthesis System*. Pengukuran KAN dilakukan sebelum penyiraman dengan menimbang bobot segar daun (*bs*), setelah itu segera direndam dalam aquades selama 48 jam, untuk mendapatkan bobot turgid (*bt*) kemudian daun ditimbang dan dikeringkan dengan oven sehingga mendapatkan bobot kering (*bk*). KAN dihitung dengan rumus

$$KAN = \left[\frac{bs - bk}{bt - bk} \right] \times 100\%$$

yaitu bs = bobot segar
 bk = bobot kering
 bt = bobot turgid

Nilai PAD ditetapkan dari hasil pengukuran satu sampel daun per tanaman dengan menggunakan PSM Model 1000 Pressure Chamber Instrument. Analisis prolin menggunakan metode BATES *et al.*(1973) pada daun ruas nomor 2-3 dari pucuk. Pengukuran KAN dan PAD dilakukan 3 kali selama percobaan yaitu 3, 8, dan 13 minggu setelah perlakuan cekaman (MSC).

Prosedur pengukuran kadar prolin adalah 0,5 gram daun digerus menggunakan N₂ cair dan dilarutkan dalam 10 ml 3% larutan asam sulfosalisilat, kemudian disaring dengan kertas saring Whatman No. 40. Untuk memisahkan serpihan sel filtrat yang diperoleh, direaksikan selama 15 menit. Selanjutnya, diambil 2 ml filtrat yang diperoleh, diambil dan direaksikan dengan 2 ml larutan asam nindrihidin (1,25 g dalam 30 ml asam asetat glasial dan 20 ml 6 M asam fosfat dengan pengocokan dan pemanasan) dan 2 ml asam asetat glasial dalam tabung reaksi direbus selama 1 jam pada suhu 100^oC. Reaksi diakhiri dengan diekstraksi sebanyak 4 ml toluen kemudian diaduk dengan vortek selama 15–20 detik. Sebanyak 1 ml contoh dipipet dan diukur absorbansinya pada spectrometer panjang gelombang 520 nm. Toluene digunakan sebagai solven (blanko). Konsentrasi prolin ditentukan dengan kurva standar proli (Sigma). Data KLT, PAD, KAN, GS, Tr dan kadar prolin daun dianalisis dengan menggunakan sidik ragam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Lengas Tanah (KLT)

Hasil analisis menunjukkan bahwa interval penyiraman menyebabkan penurunan KLT (Tabel 1). Demikian juga terdapat perbedaan antar varietas nilam yang diuji (Tabel 2). Tidak ada interaksi antar faktor perlakuan. Rata-rata penurunan kadar lengas tanah semua vaietas pada interval penyiraman sembilan hari sekali sebesar ±50% dari interval penyiraman sehari sekali. Laju penurunan KLT dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain suhu lingkungan, luas permukaan daun, dan laju transpirasi. Aksesori Bio-4 mampu mempertahankan kadar lengas tanah sedikit di atas varietas lainnya, hal ini mungkin disebabkan oleh laju transpirasi tanaman Bio-4 yang relatif rendah walau pada kondisi kecukupan air (Tabel 5).

Pada beberapa aksesori nilam menunjukkan tanaman nilam mulai layu pada kadar lengas tanah 20% (PITONO *et al.*, 2007). Pada penelitian ini pada KLT 20,73% tanaman mencapai tingkat kelayuan sementara (*temporary wilting*). Keadaan ini ditandai dengan layunya bagian tanaman, tetapi hal ini dapat dipulihkan dengan jalan memberi air atau menyiram tanaman. Menurut FAGI *et al.* (1983), kandungan air tanah ketika terjadi tingkat kelayuan tanaman yang tidak dapat balik, dikenal sebagai titik layu permanen, dan biasanya mempunyai potensial air antara 10

s/d 20 bar. Nilai yang tepatnya sangat tergantung kepada jenis tanaman dan kondisi dimana tanaman itu tumbuh. Air yang tertinggal dalam tanah, yang tidak tersedia bagi tanaman, dikenal sebagai air higroskopis dan air yang terikat secara kimia. Jumlah air higroskopis berbeda-beda tergantung partikel mineral tanah seperti liat dan organik.

Tabel 1. Pengaruh interval penyiraman terhadap kadar lengas tanah (%)

Table 1. Effect of watering interval on soil moisture (%)

Interval penyiraman (hari) Watering interval (day)	Kadar Lengas Tanah (%) Soil moisture (%)
1	44,44 a
3	33,31 b
6	26,05 c
9	21,69 d

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama dalam kolom, tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5%.

Note : Numbers followed by the same latter in column are not significantly different at 5 % level DMRT

Tabel 2. Pengaruh varietas terhadap kadar lengas tanah (%)

Table 2. Effect of variety on soil moisture (%)

Varietas/aksesi Varieties/accession	Kadar Lengas Tanah (%) Soil moisture (%)
Sidikalang	29,93 c
Lhokseumawe	31,45 b
Tapaktuan	30,70 bc
Bio=4	33,41 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama dalam kolom, tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5%.

Note : Numbers followed by the same latter in column are not significantly different at 5 % level DMRT

Penelitian ini memperlihatkan bahwa tanaman nilam masih dapat melanjutkan proses pertumbuhan dan perkembangannya hingga cekaman air pada kadar lengas tanah hingga 20%. SALISBURY dan ROSS (1995) menyatakan bahwa tanaman yang kekurangan air akan menjadi lebih kerdil, daun menjadi lebih sedikit dan helainya kecil.

Konduktivitas Stomata

Nilai konduktivitas stomata menurun seiring dengan peningkatan cekaman kurang air (Tabel 3). Terdapat perbedaan respon antara varietas terhadap konduktivitas stomata (Tabel 4), namun tidak ada interaksi antar perlakuan. Interval penyiraman sembilan hari sekali telah mampu menurunkan konduktivitas stomata. Pada kondisi cukup air nilai konduktivitas stomata mencapai 0,035 mol H₂O/m² /s, sedangkan pada saat kondisi kekurangan air mencapai 0,025 mol H₂O/m² /s.

Aksesori Bio-4 berbeda nyata dengan varietas Lhokseumawe dan Tapaktuan, namun tidak berbeda dengan Sidikalang. Hal tersebut mengindikasikan bahwa varietas Sidikalang dan aksesori Bio-4 mempunyai kemampuan dalam melakukan pertukaran gas sedikit di atas varietas

Lhokseumawe dan Tapaktuan. Hasil sama diperoleh pada penelitian jarak pagar (*Jatropha curcas*) yang dilakukan oleh PARWATA *et al.* (2012).

Pada kondisi kekurangan air yang paling penting bagi tanaman adalah peningkatan pengambilan air, yang biasanya tersedia pada posisi yang lebih dalam (XIANG *et al.*, 2006). Kehilangan air daun dapat direduksi dengan memperkecil luas permukaan daun dan mereduksi konduktivitas stomata (RAUF dan SADAQAT, 2008). Stomata merupakan saluran biologis untuk pertukaran gas antara tanaman dan lingkungan atmosfer. Pada kondisi nilai KAN dan PAD rendah, tanaman kehilangan turgiditas, terutama pada daun dan sekitar stomata yang menyebabkan menutupnya stomata. Penutupan stomata merupakan langkah awal pada tanaman dalam adaptasinya terhadap kekurangan air. Penutupan kemudian diikuti oleh penurunan konduktivitas stomata.

Tabel 3. Pengaruh interval penyiraman terhadap konduktivitas stomata (mol H₂O/m²/s)

Table 3. Effect of watering interval on stomatal conductance (mol H₂O/m²/s)

Interval penyiraman (hari) Watering interval (day)	Konduktivitas stomata (mol H ₂ O/m ² /s) Stomatal conductance (mol H ₂ O/m ² /s)
1	1,90 b
3	3,50 a
6	2,40 b
9	2,50 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama dalam kolom, tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5%.

Note : Numbers followed by the same letter in column are not significantly different at 5 % level DMRT

Laju Transpirasi (Tr)

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat interaksi antar faktor (Tabel 5). Varietas Sidikalang pada interval penyiraman sehari sekali memperlihatkan laju transpirasi tertinggi dan berbeda dengan ketiga varietas lainnya. Pada interval 3, 6 dan 9 hari sekali semua varietas tidak berbeda nyata. Tabel 5 menunjukkan bahwa laju transpirasi varietas Lhokseumawe dan aksesori Bio-4 lebih rendah terutama pada

interval penyiraman sembilan hari sekali dibandingkan varietas Sidikalang. Aksesori Bio-4 dapat mengontrol Tr-nya tetap rendah baik pada kondisi kecukupan maupun kekurangan air. Hasil tersebut sama dengan penelitian PITONO *et al.* (2007) pada beberapa aksesori nilam. Menurut WARDIANA (2010), kondisi air yang terbatas dengan laju transpirasi lebih rendah atau sama dengan laju absorpsi air oleh akar mengakibatkan pertumbuhan tanaman tidak terhambat.

Tabel 4. Pengaruh varietas terhadap konduktivitas stomata (mol H₂O/m²/s)

Table 4. Effect of variety on stomatal conductance (mol H₂O/m²/s)

Varietas/aksesori Varieties/accession	Konduktivitas stomata (mol H ₂ O/m ² /s) Stomatal conductance (mol H ₂ O/m ² /s)
Sidikalang	2,80 ab
Lhokseumawe	2,40 b
Tapaktuan	2,10 b
Bio=4	3.20 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama dalam kolom, tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5%.

Note : Numbers followed by the same letter in column are not significantly different at 5 % level DMRT

Laju Tr dikontrol oleh pembukaan stomata. Dalam kondisi kekurangan air stomata akan menutup, dan pertukaran gas menurun. Stomata merupakan pusat jalur kehilangan air dan absorpsi CO₂ pada proses fotosintesis. Pada kondisi kekurangan air, absorpsi CO₂ menurun dan merangsang penurunan aktivitas metabolik sehingga mengakibatkan menurunnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kemampuan untuk menekan kehilangan air melalui transpirasi merupakan salah satu faktor penting dalam toleransi tanaman terhadap kurang air. Tr menurun seiring dengan menurunnya konduktivitas stomata. Hasil uji korelasi menunjukkan konduktivitas stomata berkorelasi positif dengan Tr (r = 0,7468). Perbedaan laju transpirasi diduga disebabkan oleh perbedaan respon tanaman terhadap KLT.

Tabel 5. Pengaruh interaksi antara interval penyiraman dan varietas terhadap Tr (mmol H₂O/m²/s)

Table 5. Interaction effect between watering interval and varieties on Tr (mmol H₂O/m²/s)

Varietas/aksesori Varieties/accession	Interval Penyiraman (hari)/ Watering interval (day)			
	1	3	6	9
Sidikalang	1.732a	0.488c	0.497c	0.592c
Lhokseumawe	1.134b	0.502c	0.880c	0.400c
Tapaktuan	1.183b	0.729c	0.672c	0.490c
Bio-4	0.647c	0.462c	0.475c	0.471c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama dalam kolom dan baris, tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5%.

Note : Numbers followed by the same letter in column and rows are not significantly different at 5 % level DMRT

Kandungan Air Nisbi (KAN)

Interval penyiraman nyata meningkatkan laju penurunan KLT, sehingga jumlah air tanah yang dapat diserap tanaman menurun. Sementara transpirasi terus berlangsung. Hal ini mengakibatkan nilai KAN daun menurun (Tabel 6).

Pada pengamatan 3 MSC perbedaan nilai KAN nyata disebabkan oleh faktor interval penyiraman. Interval

penyiraman sembilan hari sekali memiliki nilai KAN yang paling rendah. Perbedaan varietas hanya terjadi pada interval penyiraman sembilan hari sekali. Tidak terjadi interaksi antar faktor. Penurunan nilai KAN berkorelasi negatif dengan interval penyiraman, semakin lama tanaman tidak mendapatkan pasokan air semakin rendah nilai KAN tanaman tersebut.

Tabel 6. Pengaruh interval penyiraman terhadap KAN (%)
 Table 6. Effect of watering interval on relative water content (%)

Varietas/ aksesi Varieties/accession	Interval Penyiraman (hari) Watering interval (day)			
	1	3	6	9
3 MSC/3 WAS				
Sidikalang	81,67a	76,33ab	68,67bc	52,33d
Lhokseumawe	78,33a	69,33bc	64,67c	64,33c
Tapaktuan	78,67a	69,00bc	68,00bc	61,67c
Bio-4	81,33a	76,00ab	67,00bc	65,00c
8 MSC/8 WAS				
Sidikalang	84,33a	80,00abc	66,67efgh	59,67gh
Lhokseumawe	74,00abcde	69,67cdefg	63,33fgh	58,33gh
Tapaktuan	78,33abcd	78,67abc	69,67cdefg	69,33defg
Bio-4	78,87abcd	783,3ab	73,33bcdef	68,67defg
13 MSC/13 WAS				
Sidikalang	84,00a	83,67a	67,00d	59,00e
Lhokseumawe	75,00bc	77,67ab	66,67d	58,00e
Tapaktuan	77,67ab	77,00ab	75,00bc	66,33d
Bio-4	80,33ab	80,33ab	78,33ab	68,67cd

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama dalam kolom, tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5%.
 Note : Numbers followed by the same latter in column are not significantly different at 5 % level DMRT

Pada pengamatan 8 MSC nilai KAN dipengaruhi oleh varietas/aksesi dan interval penyiraman, namun tidak ada interaksi antar faktor. Varietas Lhokseumawe memiliki rata-rata nilai KAN paling rendah dan berbeda nyata diantara varietas lainnya yaitu 66,33%. Interval penyiraman sembilan hari sekali pada semua varietas memiliki nilai KAN paling rendah dan berbeda nyata dengan interval 1, 3, dan 6 hari sekali.

Interaksi antar faktor terjadi pada pengamatan 13 MSC terhadap nilai KAN. Nilai KAN pada interval 1 dan 3 hari sekali tidak berbeda antar varietas. Perbedaan terjadi pada interval sembilan hari sekali yaitu varietas Sidikalang dan Lhokseumawe memiliki nilai KAN terendah dibanding varietas Tapaktuan dan aksesori Bio-4. KAN daun pada ketiga pengamatan memperlihatkan varietas Sidikalang mengalami laju penurunan nilai KAN yang lebih tinggi

diikuti oleh varietas Lhokseumawe, Tapaktuan, dan aksesori Bio-4. Rata-rata laju penurunan masing-masing 31,6 %, 20,6%, 15,7% dan 15,8%.

Potensial Air Daun (PAD)

Seiring dengan penurunan KLT dan KAN berakibat pada penurunan PAD. Hasil analisis menunjukkan bahwa interval penyiraman nyata mempengaruhi nilai PAD pada setiap pengukuran. Interaksi antar faktor terhadap PAD terjadi pada pengamatan 8 dan 13 MSC (Tabel 7).

Nilai PAD semakin meningkat seiring dengan semakin lama tanaman mendapatkan pasokan air. Varietas Sidikalang lebih besar dibanding varietas lainnya yaitu antara 11,49 sampai 16,83 pada interval penyiraman sembilan hari sekali.

Tabel 7. Pengaruh interval penyiraman terhadap PAD (Bar)
 Table 7. Effect of watering interval on leaf water potential(Bar)

Varietas/aksesi Varieties/accession	Interval Penyiraman (hari) Watering interval (day)			
	1	3	6	9
3 MSC				
Sidikalang	3,67 cd	4,67 cd	13,17 ab	16,83 a
Lhokseumawe	6,00 cd	6,83 bcd	8,33 bcd	8,50 bcd
Tapaktuan	5,17 cd	4,83 cd	8,83 bcd	13,67 ab
Bio-4	2,83 d	5,33 cd	5,83 cd	10,67 abc
8 MSC				
Sidikalang	3,50 g	9,57 b	11,37 a	11,80 a
Lhokseumawe	3,00 g	8,17 bcd	8,17 bcd	8,17 bcd
Tapaktuan	6,33 ef	4,81 bc	9,00 bcd	9,50 bc
Bio-4	2,00 g	5,17 f	7,83 cde	7,33 de
13 MSC				
Sidikalang	5,90 efg	5,57 fgh	10,97 ab	11,49 a
Lhokseumawe	3,83 hi	6,00 efg	6,50 def	7,67 cde
Tapaktuan	3,83 hi	8,33 cd	8,33 cd	9,33 bc
Bio-4	2,33 i	4,59 gh	6,83 def	7,50 de

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama dalam kolom dan baris, tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5%.

Note : Numbers followed by the same latter in column and rows are not significantly different at 5 % level DMRT

Kandungan Prolin

Lama interval penyiraman menyebabkan penurunan kadar lengas tanah, menurunkan nilai PAD dan menurunkan nilai KAN mengakibatkan produksi asam amino tertentu seperti prolin meningkat. Peningkatan prolin bermanfaat dalam osmoregulasi tanaman dan mempengaruhi nilai PAD tanaman, sehingga meningkatkan keseimbangan neraca potensial air tanah dan tanaman.

Tabel 8. Pengaruh interval penyiraman terhadap kadar prolin (µmol/g bobot segar)

Table 8. Effect of watering interval on proline content (µmol/g FW) patchouli

Varietas/aksesi Varieties/accession	Interval Penyiraman (hari)/ Watering interval (day)			
	1	3	6	9
Sidikalang	0,51bc	0,64 bc	0,46 bc	1,46 a
Lhokseumawe	0,36 c	0,59 bc	0,89 bc	0,95 b
Tapaktuan	0,47 bc	0,57 bc	0,55 bc	0,68 bc
Bio-4	0,47 bc	0,71 bc	0,59 bc	0,79 bc

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama dalam kolom dan baris, tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5%.

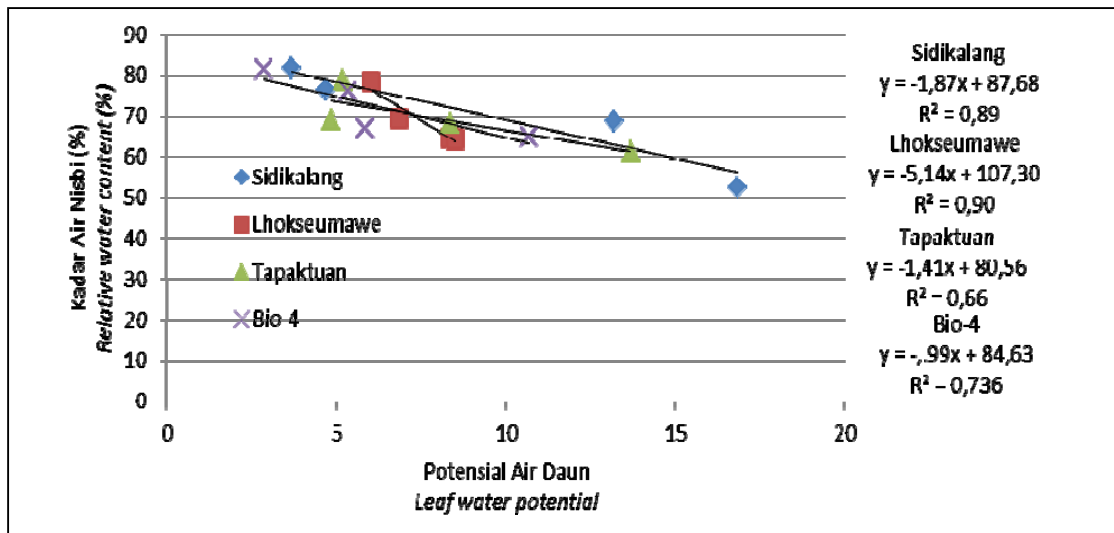
Note : Numbers followed by the same latter in column and rows are not significantly different at 5 % level DMRT

Kadar prolin daun meningkat seiring dengan lama interval penyiraman. Tidak ada interaksi antar faktor perlakuan terhadap kadar prolin daun. Namun demikian,

laju peningkatan kadar prolin tertinggi ditunjukkan pada varietas Sidikalang, yaitu sebesar 1,8 kali diikuti oleh varietas Lhokseumawe sebesar 1,6 kali. Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh DJAZULI (2010), dimana kadar prolin pada varietas Tapaktuan lebih tinggi dibanding dengan Sidikalang. Hasil tersebut mungkin disebabkan oleh umur atau nomor daun yang digunakan berbeda.

Hubungan nilai KAN dengan nilai PAD sangat erat (Gambar 1). Hasil uji lanjut membuktikan bahwa nilai KAN berkorelasi dengan KLT ($r = 0,754$). Namun, nilai KAN dengan PAD berkorelasi negatif ($r = -0,701$), artinya penurunan nilai KAN akan memperbesar nilai PAD. Kondisi tersebut bermanfaat bagi tanaman untuk mencapai keseimbangan potensial air sehingga penyerapannya terus berlangsung. Gambar 1 memperlihatkan hubungan antara nilai KAN dengan nilai PAD tampak linear, terutama pada varietas Sidikalang.

Pada tanaman nilam, baik pada saat kondisi kecukupan air maupun kekurangan air, menunjukkan toleransi dengan menciptakan PAD tetap negatif, yaitu kemampuan tanaman tetap menjaga potensial jaringan dengan meningkatkan penyerapan air atau menekan kehilangan air. Pada mekanisme ini tanaman mempunyai kemampuan untuk meningkatkan sistem perakaran, mengatur stomata, mengurangi absorpsi radiasi surya dengan pembentukan lapisan lilin atau bulu rambut daun yang tebal, dan menurunkan permukaan evapotranspirasi melalui penyempitan daun serta pengurangan luas daun.

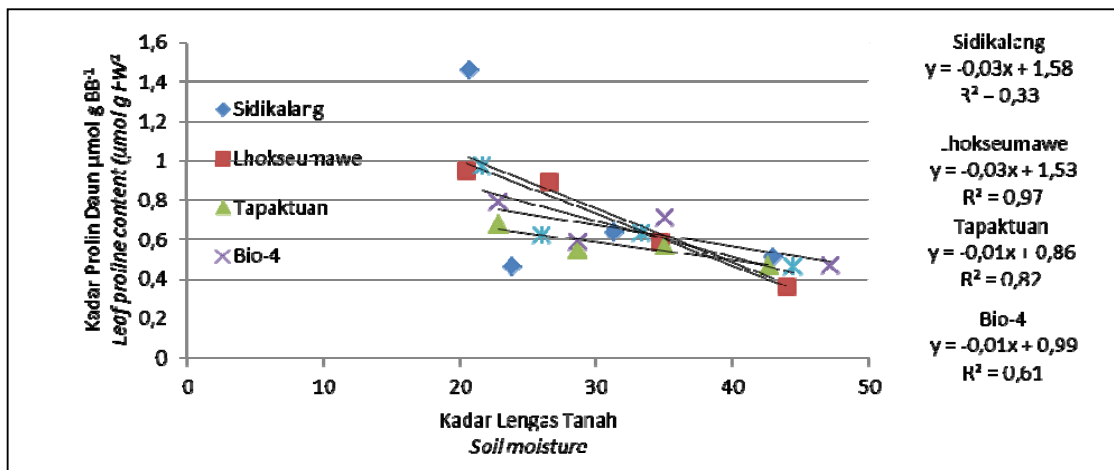


Gambar 1. Hubungan nilai KAN dan PAD pada 3 MSC
 Figure 1. Relationship of relative water content and leaf water potential on 3 WAS

Pada penelitian ini peningkatan kadar prolin nyata berkorelasi dengan KLT. Hubungan antara KLT dengan kadar prolin berkorelasi negatif ($r = -0,630$) artinya semakin kecil kadar lengas tanah maka kadar prolin semakin meningkat. Hasil sama dilakukan MAWARDI dan DJAZULI (2006) pada penelitian nilam Aceh. Selain itu, hubungan antara KLT tanah dengan kadar prolin daun adalah linear. Pada gambar tampak varietas Sidikalang

terlihat paling linear ($R^2 = 0,969$) dibanding varietas lainnya.

Hubungan antara PAD linear dengan peningkatan kadar prolin pada tanaman nilam (Gambar 3). Pada Gambar 3 menunjukkan varietas Sidikalang dan Lhokseumawe nampak sejajar dan lebih curam daripada varietas Tapaktuan dan Bio-4. Hal ini memperlihatkan bahwa varietas tersebut lebih sensitif terhadap perubahan status air, sementara varietas Tapaktuan sejajar dengan Bio-4.



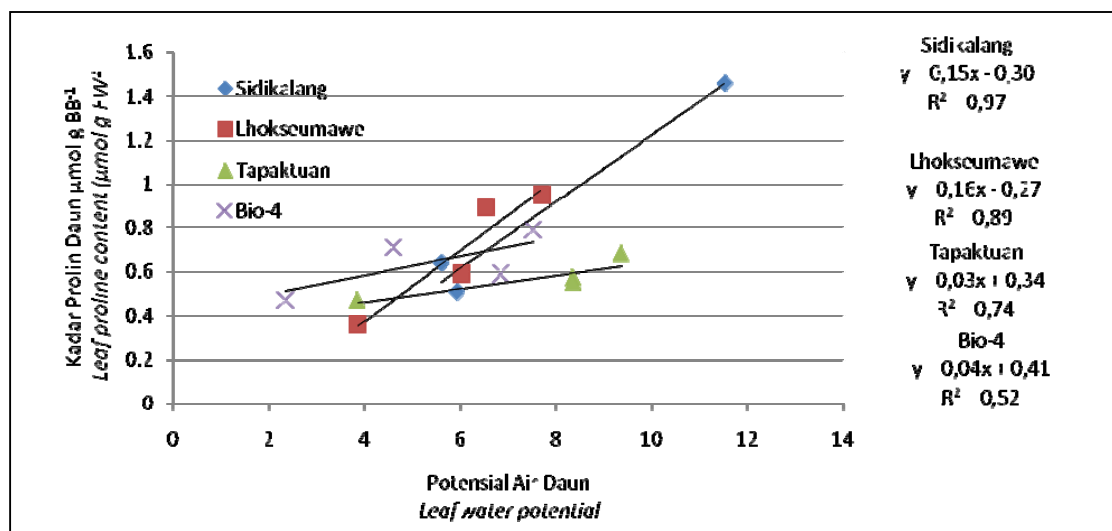
Gambar 2. Hubungan KLT dan kadar prolin daun
 Figure 2. Relationship between soil moisture and leaf proline content

Secara fisiologis, untuk tetap dapat mempertahankan proses metabolismenya pada saat deficit, tanaman mengatur potensial osmotik selnya tetap negatif, yaitu dengan menghasilkan senyawa osmoregulator seperti prolin. Keadaan ini sesuai dengan pernyataan BRAY (1997), yang

menyatakan bahwa akibat dari cekaman kurang air mengakibatkan akumulasi osmotikum, berupa prolin bebas, meningkat dalam daun yang berfungsi untuk mempertahankan potensial air jaringan tanaman dalam mekanisme osmoregulasi. Lebih lanjut, LEVITT (1980)

menambahkan bahwa dehidrasi pada tanaman dapat dihindari, baik dengan meminimalkan air yang keluar dengan menutup stomata, pengguguran daun, pengguguran daun, mengurangi pertumbuhan dan mempersingkat

ontogenesis, atau dengan mempertahankan suplai air dengan penyesuaian osmotik dan peningkatan nisbah akar/tajuk.



Gambar 3. Hubungan PAD dengan kadar prolin daun
 Figure 3. Relationship of leaf water potential and proline content

KESIMPULAN

Tidak ada perbedaan respon keempat varietas tanaman nilam terhadap interval penyiraman yang diteliti. Semakin meningkatnya kadar prolin pada varietas Sidikalang dengan penambahan interval penyiraman mengindikasikan bahwa varietas Sidikalang mempunyai salah satu potensi toleran terhadap kekurangan air. Untuk penelitian lebih lanjut perlu memperpanjang lama interval penyiraman dan pengamatan biomass pada umur panen agar akan terlihat ketahanannya terhadap kekurangan air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Dr. Sukamto, Teguh Santoso dan M. Zainudin yang telah banyak membantu sehingga terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

BATES, L.S., R.P. WALDREN, and I.D. TEARE. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*. 39: 205-207.
 BRAY, E.A. 1997. Plant responses to water deficit. *Trend Plant Sci*. 2(21): 48-54.

DJAZULI, M. 2010. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan beberapa karakter morfo-fisiologis tanaman nilam. *Buletin Littro*. 21(1): 8– 17.
 FAGI, A.M. dan S.A. SANUSI. 1983. Meningkatkan efisiensi air irigasi dengan teknik budidaya tanaman pangan dan teknik pengairan. *Risalah Lokakarya Penelitian Padi: Masalah dan Hasil Penelitian Padi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. Hlm 51-65.
 GRIFFITHS, H. and M.A.J. PARRY. 2002. Plant responses to water stress. *Annals of Botany* 89: 801-802.
 HANSEN, J., M. SATO, R. RUEDY, K. LO, D.W. LEA, and M. MEDINA-ELIZADE. 2006. Global temperature change. *PNAS* 103: 14288-14293.
 HARE, P.D., W.A. CRESS, and J. VAN STADEN. 1998. Dessecting the role of osmolyte accumulation during stress. *Plant Cell Environ*. 21: 535-537.
 KNIPP, G. and B. HONERMEIER. 2005. Effect of water stress on proline accumulation of genetically modified potatoes (*Solanum tuberosum* L.) generating fructans. *Journal of Plant Physiology*. 163: 392-397.
 LAS, I., H. SYAHBUDDIN, E. SURMAINI, dan A. M. FAGI. 2009. Iklim dan Tanaman Padi: Tantangan dan Peluang. *Dalam* : SUYANTO, I. NYOMAN WIDIARTA dan SATOTO (ed). *Padi: Inovasi Teknologi dan Ketahanan Pangan*. BB Padi. Buku 1: 149-184.

- LEVITT, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses: Water, radiation, salt, and other stresses. Vol. II. New York, Academic Press. 607 p.
- MARALIAN, H., A. EBADI., T.R. DIDAR, and H. EGHARI. 2010. Influence of water deficit stress on wheat grain yield and prolin accumulation rate. *African Journal of Agriculture Research*. 5(4): 286-289.
- MARISKA, I dan R. PURNAMANINGSIH. 2007. Perbanyak beberapa somaklon nilam tahan kurang air. Laporan Teknis Penelitian Tahun Anggaran 2007. Balitro. (Tidak dipublikasikan).
- MATHIUS, N.T., G. WIJANA, E. GUHARJA, H. ASWIDINNOOR, S. YAHYA dan SUBRANTO. 2001. Respon tanaman kelapa sawit (*Elaneis guineensis* Jacq) terhadap cekaman kurang air. *Menara Perkebunan*. 69(2): 29-45.
- MAWARDI dan M. DJAZULI. 2006. Pemanfaatan pupuk hayati mikoriza untuk meningkatkan toleransi kekeringan pada tanaman nilam. *Jurnal Littri*. 12(1): 38-43.
- MORGAN, J.M. 1984. Osmoregulation and water stress in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecler Biology*. 35: 299-319.
- NAHAR, K., and R. GRETZMACHER. 2002. Effect of wates stress on nutrient uptake, yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) under subtropical condition. *Die Bodenkultur*. 53(1): 45-51.
- NURYANI, Y. 1998. Karakterisasi. *Dalam* : Monograf Nilam. Balitro. Hlm 16-23.
- NURYANI, Y., EMMYZAR, dan A. WAHYUDI. 2007. Teknologi Unggulan : Nilam : Perbenihan dan Budidaya Pendukung Varietas Unggul. Puslitbangbun. 17 hlm.
- PARWATA, I.G.M.A., D. INDRADEWA, P. YUDONO, B.D.KERTONEGORO, dan R. KUSMARWIYAH. 2012. Physiological responses of *Jatropha* to drought stress in Coastal Sandy Land condition. *Makara J Sci*. 16(2): 115–121.
- PITONO, J., I. MARISKA, M. SYAKIR, RAGAPADMI, H. NURHAYATI, SETIAWAN, KUSWADI, ZAENUDIN, dan T. SANTOSO. 2007. Seleksi ketahanan terhadap stress kurang air pada beberapa nomor somaklon nilam. Laporan Teknis penelitian Tahun Anggaran 2007. Balitro. (Tidak dipublikasikan)
- RAUF, S. and H.A. SADAQAT. 2008. Identification of physiological traits and genotypes combined to high achene yield in Sun flower (*Helianthus annus* L.) under contrasting water regimes. *Aus. J. Crop Sci* 1: 23-30.
- SALISBURY, F.B. and C.W. ROSS. 1995. *Plant Physiology*. 4th edition. Terjemahan D.R. LUKMAN dan SUMARYONO. Penerbit ITB. Bandung. hlm 343.
- VERSLUES, P.E., M. AGARWAL, S. KATIYAR-AGARWAL, J. ZHU and J.K. ZHU. 2006. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. *The Plant Journal*. 45: 523-539.
- WARDIANA, E. 2010. Respon delapan varietas lada terhadap penurunan kadar air tanah. *Zuriat*. 21(1): 44-53.
- XIANG, L., R.G. WANG., G. MAO and J.M. KOCZAN. 2006. Identification of drought tolerance determinant by genetic analysis of root response to drought stress and abscisic acid. *Plant Physiol*. 142: 1065-1074.
- YOSHIBA, Y., T. KIYOSUE, K. NAKASHIMA, K.Y. SHINOZAKI, and K. SHINOZAKI. 1997. Regulation of levels proline as an osmolyte in plants under water stress. *Plant Cell Physiol*. 38(10): 1095-1102.