

KARAKTERISASI FISILOGI DAN BIOKIMIA KLON KELAPA SAWIT TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN

Subronto, Nurita T-Mathius¹ dan Gede Wijana²

ABSTRAK

Perluasan perkebunan kelapa sawit di Indonesia dibatasi oleh ketersediaan lahan yang layak tanam, karena itu perluasan harus diarahkan pada lahan-lahan marginal dimana pada lokasi tersebut mengalami defisit air ataupun kekeringan. Dalam rangka untuk mendapatkan bahan tanaman kelapa sawit toleran terhadap kekeringan, dua percobaan dilakukan dengan menggunakan klon kelapa sawit pada tahap bibit dengan mengamati peubah biokimia dan fisiologi. Hasil yang diharapkan adalah 1) mendapatkan bahan tanaman klonal kelapa sawit toleran terhadap kekeringan, 2) mendapatkan peubah biokimia dan fisiologi (marka) yang dapat digunakan untuk seleksi dini. Percobaan cekaman kekeringan dilakukan dengan menggunakan tanaman berumur 9-15 bulan yang ditanam di rumah kaca. Tanaman kontrol diairi sampai kapasitas lapang tiap hari dengan potensial air - 0,6 Mpa, sementara tanaman uji dibiarkan kekeringan selama 3, 6, 9, 12, 15, 18 dan 21 hari, tiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Respon tanaman terhadap kekeringan dianalisa berdasarkan peubah kadar air daun dan tanah, potensial air daun, turgiditas relatif, luas daun spesifik, gula-gula osmotikum, proline, betaine dan kandungan ABA pada daun. Hasil percobaan menunjukkan bahwa klon yang toleran mempunyai kemampuan untuk mengakumulasi proline dalam konsentrasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan klon yang rentan dalam pengujian kekeringan. Selain itu kadar betaine juga meningkat tetapi tidak setinggi peningkatan proline. Respon klon terhadap ABA menunjukkan bahwa kadar ABA akan meningkat bila dicekam kekeringan. Pengamatan pada gula osmotikum menunjukkan bahwa peubah ini tidak dapat membedakan dengan antara tanaman uji dan kontrol sehingga peubah ini tidak cocok untuk indikator biokimia. Hasil dari percobaan ini mengungkapkan bahwa klon MK 60 dan MK 65 adalah klon-klon yang toleran terhadap kekeringan.

Kata kunci: *Elaeis quineensis*, klon, cekaman kekeringan, parameter fisiologis dan biokemis, seleksi dini, SDS-PAGE protein

ABSTRACT

The expansion of oil palm plantation in Indonesia is limited by the availability of suitable land, and therefore the expansion has to undertake at marginal soil that is limited by water deficit or drought. In order to obtain oil palm planting material that

¹ Unit Bioteknologi Perkebunan, Bogor

² Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Denpasar

is tolerant to drought, two experiments using oil palm clone at the nursery stage had been carried out with biochemical and physiological parameters as a criteria for identification. The expected output were (1) to obtain oil palm clonal planting material that tolerant to drought (2) to obtain biochemical and physiological parameters that can be used as a marker for early selection. The drought stress were conducted using 9-15 months old plantlets, grown in green house. Control plants were watered up to field capacity every day with water potential $-0,6\text{MPa}$, while treated plants were submitted to drought by stopping watered during 3,6,9,12,15,18 and 21 days, with three replications. The plants responses to drought were studied based on leaf and soil water contents, leaf water potential, relative turgidity, specific leaf area, osmotical sugars, proline, betaine and ABA content of leaf. The result showed that potentially tolerant clones showed their ability to accumulate proline in high concentration compared with potentially susceptible ones when subjected to drought conditions. Betaine also increase, but not as high as proline. Clone responses to ABA showed ABA concentration increased when treated with drought. Observation on osmotical sugar showed that these parameters could not clearly differentiated the clones receiving drought treatments from the one receiving normal conditions hence these parameters were not suitable as biochemical indicator for drought tolerant. The result of this experiments revealed that clone MK 60 and MK 65 are clones tolerant to drought..

Key words: *Elaeis quineensis*, clones, drought, physiology and biochemical parameters, early selection, protein SDS-PAGE

PENDAHULUAN

Saat ini Indonesia merupakan penghasil minyak kelapa sawit (crude palm oil = CPO) terbesar kedua setelah Malaysia, dan pada tahun 2010 diperkirakan akan dapat menggantikan posisi Malaysia. Selain potensi pasar domestik yang cukup besar, permintaan pasar dunia juga masih terbuka. Pangsa minyak sawit Indonesia terhadap minyak nabati dunia yang pada saat ini mencapai 19,2 % diperkirakan pada tahun 2008-2012 meningkat menjadi 22,5 %. Di lain pihak karena keterbatasan lahan yang sesuai untuk tanaman kelapa sawit maka potensi perluasan dan pengembangan dilakukan pada lahan yang bermasalah antara lain adalah lahan yang sering kali mengalami cekaman kekeringan.

Tanaman kelapa sawit mempunyai tipe perakaran dangkal sehingga relatif tidak toleran terhadap cekaman kekeringan, sehingga sangat membatasi pertumbuhan dan produksi (3). Upaya yang efektif untuk menanggulangi permasalahan tersebut adalah mencari bahan tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Seleksi secara konvensional tidak efisien karena tidak hemat biaya dan waktu oleh karena itu diperlukan prosedur seleksi pada tahap pertumbuhan awal berdasarkan respon fisiologi dan biokimia sebagai metode seleksi di tahap dini. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa mekanisme adaptasi tanaman untuk mengatasi cekaman kekeringan adalah dengan pengaturan potensial osmotik sel. Beberapa senyawa yang berperan dalam penyesuaian osmotikal

sel antara lain adalah gula-gula osmotik (8), prolin dan betain (12) dan asam absisik (22) dapat digunakan sebagai penapis yang bertujuan untuk mengetahui penyesuaian osmotik suatu genotipe.

Sampai saat ini belum banyak dilaporkan pola respon tanaman kelapa sawit terhadap cekaman kekeringan terutama mengenai akumulasi senyawa yang berperan dalam penyesuaian osmotikal sel, hal ini dipelajari dengan menggunakan bahan tanaman klon sehingga faktor perbedaan genotipe tanaman dihilangkan. Percobaan ini bertujuan menetapkan karakter fisiologi dan biokimia tanaman kelapa sawit sebagai respon terhadap cekaman kekeringan.

BAHAN DAN METODE

Dari hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa MK 65 (LM 270 D x LM 238 T) dan MK 60 (DA 128 D x LM 007 T) relatif toleran terhadap cekaman kekeringan di lapang (20). Untuk selanjutnya kedua klon ini digunakan dalam percobaan ini, planlet ditanam dalam pot hitam volum 5 kg yang berisi media campuran tanah, pasir dan kompos pada perbandingan (1:1:1). Tanaman dipupuk NPK Superstar 15:15:15 dengan dosis 1-5 g /bulan secara bertahap mengikuti pertambahan umur.

Percobaan pertama menggunakan rancangan faktorial acak lengkap yang diulang tiga kali, faktor pertama adalah jenis klon terdiri dari dua jenis dan faktor kedua adalah cekaman kekeringan yang terdiri dari delapan taraf yaitu 0 (pada kondisi kapasitas lapang sebagai

kontrol), tanaman tidak disiram 3, 6, 9, 12, 15, 18 dan 21 hari sejak kapasitas lapang. Perlakuan dilakukan setelah media tanaman berada pada kondisi kapasitas lapang. Penetapan kapasitas lapang dilakukan dengan menyiramkan air pada media tanaman sampai jenuh. Keterjenuhan air ditunjukkan dengan tidak ada lagi air yang menetes dari lubang aerasi di dasar pot setelah 24 jam sejak penyiraman. Perlakuan cekaman kekeringan berupa lama hari tidak dilakukan penyiraman setelah media tanaman berada dalam keadaan kapasitas lapang. Perlakuan diberikan pada saat tanaman berumur 9 bulan. Pengamatan visual pada kedua klon menunjukkan daun-daun menunjukkan gejala mulai layu permanen setelah 18 hari mengalami cekaman kekeringan, selanjutnya pada 21 hari, tanaman sudah mulai mengering (mengalami layu permanen). Penyiraman berlebih yang dilakukan untuk menguji titik layu permanen menunjukkan bahwa tanaman tetap layu dan kering. Hal ini menunjukkan bahwa titik layu permanen telah dimulai pada lama cekaman 18 hari. Berdasarkan respon tersebut, maka pada percobaan berikutnya perlakuan cekaman kekeringan ditetapkan empat taraf yaitu 0 (kontrol), 7, 14 dan 18 hari dilakukan pada tanaman berumur 15 bulan.

Peubah yang diamati adalah: Kadar air daun dan tanah = $\frac{bs-bk}{bk} \times 100 \%$ (bs = bobot segar, bk = bobot kering), turgiditas relatif = $\frac{bs-bk}{bj-bk} \times 100 \%$ (bj = bobot pada keadaan jenuh), luas daun spesifik merupakan nisbah antara luas permukaan daun dengan bobot kering daun (m^2/g), potensial air daun diukur menggunakan alat pressure

chamber mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Syarif dan Naiola (17), kadar prolin dianalisis berdasarkan metode Bates *et al.* (2), kadar betain dianalisis berdasarkan metode Grieve & Grattan (5), analisis ABA mengikuti prosedur Wang *et al.* (22), gula-gula osmotikum dianalisis dengan HPLC mengikuti metode Selamat *et al.* (16) dan protein daun dengan berat molekul rendah dianalisis secara SDS-PAGE mengikuti prosedur Laemmli (11). Contoh yang digunakan untuk analisis karakter fisiologi dan biokimia adalah daun ke 2-3 yang diambil pada pagi hari untuk menghindari variasi potensial air. Untuk membedakan hasil digunakan uji Duncan pada taraf 5 %.

HASIL

I. Karakter fisiologis

a. Potensial air daun

Pada Tabel 1 terlihat bahwa lama cekaman kekeringan berpengaruh pada penurunan potensial air daun, potensial air daun pada klon MK 60 menurun lebih cepat dibandingkan klon MK 65. Potensial air daun pada kedua klon yang dicekam kekeringan 3 hari masih dibawah $-1,00$ MPa, selanjutnya menurun setelah dicekam kekeringan 6-9 hari yaitu sekitar $-1,55$ sampai $-2,00$ MPa. Penurunan tersebut terus berlanjut sampai 12-15 hari dicekam kekeringan yang telah mencapai $-2,20$ MPa sampai $-2,55$ MPa, selanjutnya pada cekaman lebih dari 18 hari potensial air daun lebih rendah dari $-2,55$ MPa.

b. Kadar air tanah

Cekaman kekeringan menurunkan kadar air tanah media tumbuh baik pada klon MK 60 maupun MK 65, dengan tingkat penurunan antara keduanya tidak berbeda. Kadar air tanah menurun tajam setelah 6 hari dicekam kekeringan, selanjutnya menurun perlahan sampai 18 hari (Tabel 1).

c. Turgiditas relatif dan LDS (Luas Daun Spesifik)

Cekaman kekeringan juga berpengaruh pada turgiditas relatif dan luas daun spesifik (LDS). Penurunan turgiditas relatif pada klon MK 60 menurun lebih cepat daripada klon MK 65, berbeda nyata setelah 9 hari cekaman. Sementara itu untuk LDS perbedaan antara kedua klon hanya terjadi setelah 21 hari mengalami cekaman kekeringan. Dari data yang disajikan pada Tabel 1 tampak bahwa klon MK 60 mengalami cekaman yang lebih berat dibandingkan dengan klon MK 65.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa lama cekaman kekeringan berpengaruh nyata pada kadar air tanah, potensial air daun, kadar air daun dan turgiditas relatif, tetapi tidak untuk luas daun spesifik. Potensial air daun dan turgiditas relatif terus mengalami penurunan sejak tanaman dicekam kekeringan 7 hari, sedangkan kandungan air daun baru nyata menurun setelah mengalami cekaman kekeringan 14 hari.

II. Karakter biokimia

Pada Tabel 3 disajikan hasil analisis prolin, betain dan ABA dan gula-gula

Tabel 1. Hasil pengukuran potensial air, kadar air daun, turgiditas relatif, kadar air tanah dan luas daun spesifik dari Kelapa sawit klon MK 60 dan MK 65 yang mendapat perlakuan cekaman air.

Hari tidak disiram	Potensial air daun (MPa)		Kandungan air daun (%)		Kandungan air tanah (%)			Turgiditas relatif (%)		Luas daun spesifik (m ² /g)	
	MK 65	MK 60	MK 65	MK 60	MK 65	MK 60	Rataan	MK 65	MK 60	MK 65	MK 60
0	-0,75i	-0,75i	72,16a	69,48a	32,49	29,72	31,10a	89,81a	94,79a	0,036	0,031b
3	-0,70i	-0,95i	71,38a	68,59a	21,97	23,35	22,66b	92,32a	94,09a	0,036	0,037b
6	-1,55h	-1,75g	68,44a	70,26a	11,98	15,80	13,89c	87,46ab	87,09ab	0,035	0,037b
9	-1,90gh	-2,00ef	68,59a	66,55ab	10,55 t.n	11,95 t.n	11,25cd	84,29abc	74,93cd	0,036 t.n.	0,036b
12	-2,20de	-2,35cd	67,08ab	64,62ab	10,52	9,07	9,79cd	77,58bc	66,77de	0,034	0,034b
15	-2,15de	-2,55bc	60,61bc	54,75cd	10,20	8,05	9,12d	65,48de	53,59f	0,033	0,037b
18	-2,55bc	-2,40cd	60,46bc	49,41d	10,06	7,45	8,75d	66,68de	43,86g	0,032	0,037b
21	-2,75b	-2,28de	57,96c	33,19e	9,25	7,02	8,13d	55,62ef	35,85h	0,033	0,049a

Ket. Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom pada peubah yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 0.05 . t.n. = tidak nyata

Tabel 2. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap rerata kadar air tanah, potensial air daun, kadar air daun dan turgiditas relatif pada MK 60 dan MK 65

Perlakuan hari tidak disiram	Kadar air tanah (%)	Potensial air daun (-MPa)	Kadar air daun (%)	Luas daun spesifik (m ² /g)	Turgiditas relatif (%)
MK 65					
0	32,02a	0,57d	74,50a	0,022	90,68a
7	16,77b	1,87c	70,67a	0,023	69,34b
14	13,04c	1,97b	65,2b	0,023 t.n.	57,87c
18	10,68c	3,20a	58,2c	0,022	46,43d
MK 60					
0	31,98a	0,60d	75,45a	0,024	90,43a
7	16,41b	1,87c	69,52a	0,023	73,50b
14	12,07c	2,30b	55,74b	0,022 t.n.	44,05c
18	11,75c	3,25a	45,16c	0,022	29,72d

Ket. Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT 0.05 . t.n. = tidak nyata

Tabel 3. Kadar prolin, betain, ABA, sukrosa, glukosa, stahiosa, silosa, sorbitol dan manitol dari daun klon kelapa sawit yang dicekam kekeringan

Klon	Prolin (μmol/g)	Betain (μmol/g)	ABA (nmol/g)	Sukrosa (%)	Glukosa (%)	Stahiosa (%)	Silosa (%)	Sorbitol (%)	Manitol (%)
MK 60									
Kontrol	2,10c	16,50c	0,25d	1,33	1,12a	0,96	0,70ab	0,83	0,88
7 hts*)	4,67c	20,07b	1,15c	1,04	1,08a	0,93	0,82a	0,85	0,96
14 hts	28,87b	28,20a	3,26b	1,97 t.n.	0,91a	0,59t.n.	0,68bc	0,53t.n.	0,60 t.n.
18 hts	57,10a	32,58a	6,15a	3,20	0,23b	0,35	0,42c	0,26	0,29
MK 65									
Kontrol	2,49c	14,57d	0,10c	1,35	1,06a	0,67	0,67ab	0,75	0,87
7 hts*)	6,95c	19,10 c	0,68c	0,95	0,92a	0,78	0,78a	0,51	0,69
14 hts	27,68b	22,36b	2,85b	0,58t.n.	0,79a	0,45 t.n.	0,48bc	0,35t.n.	0,45 t.n.
18 hts	49,40a	36,25a	5,86a	0,36	0,63b	0,21	0,24c	0,18	0,25

Ket.: *) hts = hari tidak disiram

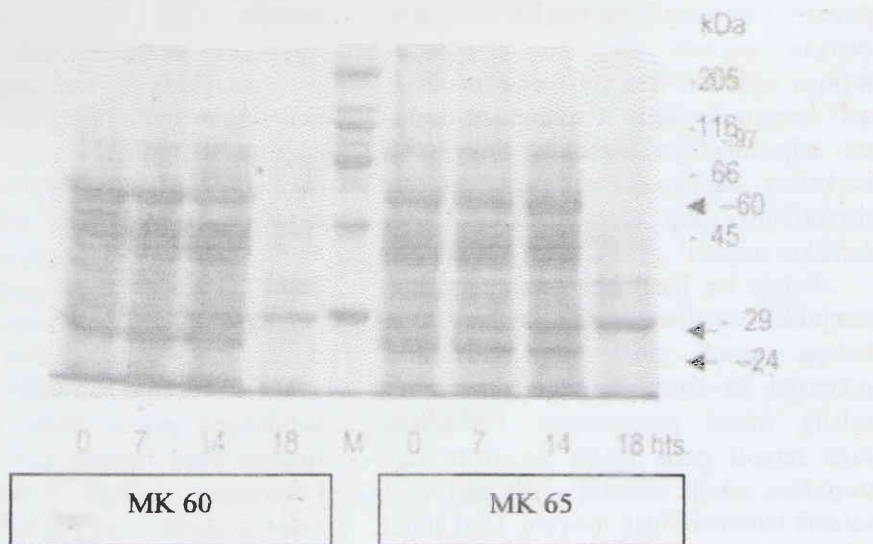
Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama pada satu kolom tidak berbeda nyata dengan uji DMRT 0.05. t.n. = tidak nyata

terlarut dalam jaringan daun kelapa sawit. Kadar prolin meningkat sangat tinggi pada tanaman kelapa sawit yang tercekam kekeringan terutama pen-cekaman lebih dari 14 hari. Seperti prolin, maka kadar betain juga meningkat, walaupun tidak setinggi peningkatan kadar prolin. Sedangkan kadar ABA meningkat setelah tanaman dicekam 7 hari dan pada cekaman hari ke- 14 dan 18 kadar ABA mengalami peningkatan yang sangat tajam.

Pada pengamatan terhadap gula-gula osmotikum, ternyata penanda biokimia ini tidak menunjukkan perbedaan yang tegas antara tanaman yang tercekam kekeringan dengan perlakuan kontrol kecuali glukosa dan silosa. Kandungan gula sukrosa dan glukosa cenderung menurun dengan meningkatnya cekaman kekeringan untuk kedua klon yang diuji. Sedang untuk gula-gula pengatur

osmotikal yaitu silosa, stahiosa, sorbitol dan manitol cenderung meningkat sampai dengan perlakuan tanpa siram selama 7 hari, dan selanjutnya menurun dengan meningkatnya cekaman kekeringan.

Dari analisis SDS-PAGE ditemukan pita protein 63 kDa pada cekaman kekeringan 14 hari pada kedua klon ini. Pita protein tersebut selanjutnya tidak terinduksi lagi setelah cekaman kekeringan diperpanjang sampai 18 hari. Sementara pita-pita protein lainnya relatif tidak berbeda antara kedua klon. Cekaman kekeringan cenderung menurunkan konsentrasi protein yang ditunjukkan dengan semakin menipisnya pita protein terutama setelah 18 hari tercekam, bahkan beberapa pita protein tidak muncul lagi terutama protein pada bobot molekul di atas 66 kDa dan molekul berbobot rendah di bawah 29



Gambar 1. Elektroforegram protein daun SDS-PAGE dari klon MK 60 dan MK 65 yang dicekaman kekeringan 0-18 hari. Hts =hari tidak disiram
* pita 63 Kd

kDa. Protein yang kuat bertahan adalah protein dengan bobot molekul sekitar 29 kDa (Gambar 1).

PEMBAHASAN

Ketersediaan air tanah yang terus berkurang mengakibatkan ketersediaan air bagi tanaman juga berkurang, sementara metabolisme dan transpirasi masih berlangsung. Kedua aktivitas ini mengurangi jumlah air yang tersimpan pada tanaman. Hal ini tercermin dari status air daun yaitu potensial air daun, kadar air daun dan turgiditas relatif yang mengalami penurunan. Kemampuan pengaturan status air tergantung pada tingkat toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan yaitu melalui penyesuaian osmotik (9). Tanaman yang toleran akan mengalami penurunan potensial air yang lebih rendah dibanding dengan tanaman yang kurang toleran, artinya semakin mampu menurunkan ? sel, dengan demikian kemampuan osmotik adjustemtnya semakin tinggi, ini berkaitan dengan kemampuan sintesis osmotikum yang menyebabkan ? sel semakin negatif.

Selain itu hasil penelitian juga menunjukkan bahwa antar kedua klon kelapa sawit yang diuji memiliki potensial air daun yang berbeda untuk selang waktu pengamatan. Perbedaan juga terjadi pada kadar air daun dan turgiditas relatif dimulai sejak hari ke-7 setelah tanaman tidak disiram. Dari sudut adaptasi terhadap cekaman tampak bahwa regulasi osmotik pada MK 65 lebih baik dibandingkan dengan MK 60. Namun demikian MK 65 cenderung

mempertahankan turgor dan mencapai titik layu pada potensial air daun yang tidak berbeda dengan MK 60.

Respon tanaman kelapa sawit terhadap cekaman kekeringan dikontrol oleh ABA dengan cara mengontrol sintesis beberapa osmolit yaitu betain dan prolin. Menurut Yancey et al. (23) apabila tanaman mendapat perlakuan cekaman kekeringan, maka secara inter-seluler tanaman akan mengakumulasi satu atau dua senyawa dengan berat molekul rendah pada konsentrasi yang cukup untuk mempertahankan keseimbangan potensial air dan lingkungannya. Prolin diakumulasikan sebagai respon terhadap cekaman kekeringan telah ditemukan pada berbagai tanaman. Banyaknya prolin yang diakumulasikan sebagai respon terhadap cekaman kekeringan sangat bervariasi yaitu antara 10-100 % dibandingkan dengan keadaan normal (15). Prolin telah banyak dilaporkan sebagai salah satu senyawa osmoprotektan terhadap cekaman kekeringan antara lain pada gandum (13), sorgum dan bunga matahari (8), kedelai (6) dan kopi (21,1). Menurut Maestri et al.(12) dengan tidak membandingkan antara klon yang toleran dan peka, pada kopi robusta dan arabika terjadi peningkatan kandungan prolin disebabkan cekaman kekeringan. Kishor et al.(10) melaporkan bahwa peningkatan kandungan prolin pada tanaman kopi robusta yang toleran terhadap cekaman kekeringan diduga berkaitan dengan meningkatnya prekursor biosintesis prolin yaitu prolin-5-karboksilat (P5C) oleh aktivitas enzim prolin-5-karboksilat sintetase (P5CS).

Senyawa betain yang merupakan garam amonium kuartener juga merupakan protein yang dibentuk sebagai respons tanaman terhadap cekaman kekeringan (13). Maestri et al. (12) melaporkan bahwa pada tanaman kopi robusta dan arabika yang mengalami cekaman kekeringan ditemukan kandungan betainnya mengalami peningkatan. Menurut Hanson & Hittz (7) peningkatan kandungan betain selama cekaman kekeringan disebabkan terjadinya peningkatan sintesis prekursor pembentuk betain yaitu serin dan kolin. Aktivitas enzim kolin dehidrogenase dan betain dehidrogenase membantu perubahan kolin menjadi betain. Menurut Schmidhalter et al. (18) dalam keadaan terjadi cekaman kekeringan akar akan mengalami kekeringan dan memproduksi ABA. ABA yang dibentuk akan menginduksi terbentuknya sinyal-sinyal kimiawi di jaringan daun diantaranya protein, betain, prolin dan beberapa gula yang bertanggung jawab menjaga osmotikal sel. Perez-Molphe-Balch et al. (14) menemukan terbentuknya beberapa jenis protein dengan berat molekul rendah (26 kDa) yang tergolong dalam heat shock protein (HSP) pada kultivar padi yang toleran terhadap cekaman air.

Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa senyawa karbohidrat sukrosa dan gula-gula osmotikal tidak dapat digunakan sebagai respons penanda tanaman terhadap cekaman kekeringan. Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengamatan peubah biokimia di atas adalah tolok ukur kandungan betain dan prolin daun dapat digunakan sebagai respon yang paling

nyata diberikan tanaman kelapa sawit terhadap cekaman kekeringan. Oleh sebab itu kedua tolok ukur tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi toleransi tanaman kelapa sawit terhadap cekaman kekeringan.

Gejala penurunan konsentrasi protein merupakan gejala umum pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan mengakibatkan terhambatnya sintesis protein dan bahkan sebaliknya menyebabkan hidrolisis atau degradasi. Degradasi protein menghasilkan asam-asam amino, senyawa volatil, amida, peptida dan amina. Prolin merupakan asam amino yang banyak diakumulasi (4). Kadar prolin dari kedua klon ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan betain.

Berdasarkan data yang ditampilkan bahwa klon MK 65 mempunyai respon terhadap cekaman kekeringan yang relatif berbeda dengan klon MK 60 dalam penurunan potensial air daun, kandungan air daun dan turgiditas relatif. Namun apabila ditinjau dari kadar prolin, betain dan gula-gula osmotikum pada kedua klon ini relatif sama.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa cekaman kekeringan berpengaruh nyata terhadap penurunan potensial air daun, kadar air daun, turgiditas relatif, prolin, betain, dan glukosa. Kadar ABA pada klon MK 65 dan MK 60 terus mengalami peningkatan sampai 18 hari cekaman kekeringan. Potensial air daun dan turgiditas relatif mengalami penurunan sejak tanaman 7 hari dicekam kekeringan, sedangkan kandungan air

daun baru nyata menurun setelah dicekam 14 hari. Hasil analisis SDS-PAGE ditemukan pita protein sekitar 63 kDa yang dibentuk pada kedua klon MK 65 dan klon Mk 60, sementara pita-pita lainnya relatif tidak berbeda antara kedua klon. Berdasarkan hasil tersebut tampak bahwa respon klon MK 65 terhadap cekaman air berbeda dengan klon Mk 60. Perbedaan respon antara klon MK 65 dan MK 60 terjadi pada potensial air daun, kandungan air daun, turgiditas relatif dan gula silosa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh RUT VI tahun anggaran 1998-2000.

DAFTAR PUSTAKA

1. ABDULRACHIM, K. 1996. Pemilihan parameter biokimia penanda toleransi tanaman kopi robusta terhadap cekaman air. *Jur. Kimia FMIPA-IPB, Bogor*. 15 hal.
2. BATES, L. S., R. P. WALDEN and I. D. TEARE 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil* 39: 205-207.
3. CALIMAN J. P. and A. SOUTHWORTH. 1998. Effect of drought and haze on the performance of oil palm. *Prociding 1998 International Oil Palm Conf. IOPRI-GAPKI*, 250-274. Bali-Indonesia
4. GIROUSSE, C., R. BOURNOVILLE and J. L. Bonnemani, 1996. Water deficit induced changes in concentrations in proline and some other amino acids in phloem sap of alfalfa. *Plant Physiol* 118: 661-674.
5. GRIEVE, C. M. and S. R. GRATTAN, 1983. Rapid assay for determination of water soluble quaternary ammonium compounds. *Plant and Soil* 70: 303-307.
6. HAMIN, D., D. SOPANDIE dan M. Jusuf. 1996. Beberapa karakteristik morfologi dan fisiologi kedelai toleran dan peka terhadap cekaman kekeringan. *Hayati J. Biosains*. 3(1): 30-40.
7. HANSON, H. D. and W. D. HITZ. 1982. Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. *Ann. Rev. Plant Physiol*. 33: 163-203.
8. JONES, M. M., C. B. OSMOND and N. C. TURNER. 1980. Accumulation of solutes in leaves of sorghum and sunflower in response to water deficits. *Aust. J. Plant Physiol*. 7:193-205.
9. KIRKHAM, M. B. 1990. Plant responses to water deficit. Di dalam: Stewart BA, Nielsen DR (eds). *Irrigation of Agricultural Crops*. Madison, Wisconsin, USA. 323-342.
10. KISHOR, P. B., K. Z. HONG, G. H. Miao, A. A. HU and S. VERMA. 1995. Over-expression of -pyrroline-5-carboxylate synthase increase proline production and confers osmotolerance in transgenic plants. *Plant Physiol*. 108:387-394.
11. LAEMLLI, U. K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227: 680-685.
12. MAESTRI, M, F. M. MATTA, A. J. Regazzi and J. TANDALL. 1995. Accumulation of proline and quaternary ammonium compounds in mature leaves of water stressed coffee plants (*Coffea arabica* and *C. canephora*). *J. Hort. Sci.* 70(2): 229-233.
13. MUNNS, R., C. J. BRADY and E. W. R. BARLOW. 1979. Solute accumulation in apex and leaves of wheat during water stress. *Aust. J. Plant Physiol*. 6: 379-389.
14. PEREZ-MOLPHE-BACH, E. M. GIDEKEL, M. SEGURA-NIETO, L. HERREA-ESTERELLA and N. OCHOA-AJELO. 1996. Effects of water stress on plant growth and root protein in three cultivars of rice with different level of drought tolerance. *Physiol. Plant*. 96: 284-290.
15. RHODES, D. and S. HANDAS. 1989. Amino acids metabolism in relation to osmotic adjustments in plant cell. Di dalam : J.H. CHERRY (Ed.). *Biochemical and Physiological Mechanism Associated with Environmental Stress Tolerance*. NATOASI Series Vol. G19. Springer Verlag Berlin, 41-61.
16. SELAMET, D. S., M. K. MACHMUD, MUHILAL, D. FARDIAZ and J. P. SIMARMATA. 1990. *Pedoman Analisis Zat Gizi*. Dep. Kes. Dir.

Karakterisasi fisiologi dan biokimia klon kelapa sawit terhadap cekaman kekeringan

Bina Gizi Masyarakat dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi. 50 p

17. SYARIF, T. M, and P. NAIOLA. 1996. Fluktuasi potensial air musiman dan harian empat gulma lahan terdegradasi akibat penambangan emas di Cigaru, Pelabuhan Ratu, Sukabumi. Prosiding Konferensi XIII HIGI. 55-60.
18. SCHMIDHALTER, U., M. EVQUOUZ, K. H.CAMP and C. STUDER. 1998. Sequence of drought responses of maize seedling in drying soil. *Physiol. Plant.* 104: 159-168.
19. SIREGAR, H. H. 1998. Model simulasi produksi kelapa sawit berdasarkan karakteristik kekeringan. Kasus kebun kelapa sawit di Lampung. (Thesis) Pasca Sarjana IPB, Bogor.
20. SUBRANTO, N. TORUAN-MATHIUS, D. ASMONO, I. Y. HARAHAP, S. LATIF. 2001. Oil palm clones adaptation to drought condition. Presented at Second Indonesian Biotechnology Conf, Yogyakarta 24-26 October 2001
21. VASUDA, N., D. VENKATA-RANAM, K. I. RAJU and M. C. RATAGERI. 1981. Preliminary studies on the pattern of accumulation of proline in coffee cultivars during the drought. *Turrialba* 31: 388-390..
22. WANG, M., Z. HOEKTRA, S. V. BERGEN, E. M. GERDA, B. J. OPPENDIJK, M. V. DER HEYDEN, W. DE PRIESTER and R. A. SCHALPEROOT. 1999. Apoptosis in developing anthers and the role of ABA in this process during androgenesis in *Hordeum vulgare* L. *Plant Mol. Biol.* 39: 489-501.
23. YANCEY, P. H., M. E. CLARK, S. C. HAND, R. D. BOWLUS, G. N. SAMERO. 1982. Living with water stress: Evolution of osmolyte system. *Science* 217: 1214-1222.