

ADAPTASI BEBERAPA PERSILANGAN KELAPA SAWIT TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN DI PEMBIBITAN

Subronto, Nurita, T- Mathius¹ dan Gede Wijana²

ABSTRAK

Saat ini Indonesia merupakan penghasil minyak kelapa sawit (*crude palm oil* = CPO) terbesar kedua setelah Malaysia, di lain pihak karena keterbatasan lahan yang sesuai untuk tanaman kelapa sawit maka perluasan dan pengembangan dilakukan pada lahan yang bermasalah antara lain adalah lahan yang sering kali mengalami defisit air. Untuk mendapatkan bahan tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan, telah dilakukan penelitian menggunakan beberapa persilangan. Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah mendapatkan : (1) Persilangan kelapa sawit yang toleran terhadap cekaman kekeringan, (2) Penanda biokimia dan fisiologi untuk memilih bahan tanaman toleran terhadap kekeringan pada saat dini. Persilangan-persilangan yang penurunan potensial air daunnya relatif rendah adalah persilangan nomor 2, 8 dan 13. Persilangan-persilangan yang memiliki kadar air daun tinggi pada keadaan tercekam adalah persilangan nomor 8, 13 dan 12. Pengamatan terhadap peubah turgiditas relatif menunjukkan bahwa nilai turgiditas relatif pada kondisi tercekam jauh menurun dibanding perlakuan kontrol. Persilangan-persilangan yang memiliki nilai turgiditas relatif yang tinggi pada saat tercekam kekeringan adalah persilangan nomor 7 dan 2. Hasil pengamatan penanda biokimia prolin menunjukkan terdapat 3 (tiga) kelompok persilangan yang memiliki respon yang beragam terhadap cekaman kekeringan. Kelompok pertama adalah kelompok yang peningkatan kadar prolinnya relatif rendah (< 400 %), yaitu persilangan 2, 12, dan 14 (kontrol). Kelompok kedua adalah kelompok yang peningkatan kadar prolinnya intermedier (400 s/d 600 %), yaitu persilangan 1, 5, 6, 7, 8, dan 9. Kelompok ketiga adalah kelompok persilangan yang peningkatan kadar prolinnya tinggi (> 600 %), yaitu persilangan 3, 11, dan 13. Pada perlakuan cekaman kekeringan hingga 18 hari, kandungan prolin pada persilangan 3 dan 9 masing-masing meningkat 657 % dan 578 % dibandingkan kontrolnya (tanpa dicekam kekeringan), sedangkan persilangan 2 dan 12 masing-masing hanya meningkat 364 % dan 361 %. Hasil elektroforesis menunjukkan bahwa tanaman kelapa sawit yang diberikan perlakuan cekaman kekeringan memberikan respon berupa pembentukan protein spesifik dengan berat molekul 24 dan 60 kDa. Berdasarkan hasil pengamatan dari rangkaian percobaan-percobaan tersebut di atas maka dapat dikatakan bahwa persilangan 3 dan 9 dapat dikategorikan sebagai tanaman yang mempunyai potensi toleran terhadap kekeringan, sementara yang berpotensi peka adalah persilangan 2 dan 12. Persilangan no.2 dan 3 merupakan persilangan kelapa sawit dengan tetua yang sama [(DA 10 D x DA 8 D) x (LM 9 T x LM 2 T)], sementara itu persilangan 9

¹ Unit Bioteknologi Perkebunan, Bogor

² Jurusan Budidaya, Fak. Pertanian Univ. Udayana, Denpasar-Bali

dan 12 juga tetuanya sama yaitu [(DA 8 D Self) x (LM 9 T x IM 2T)]. Persilangan-persilangan ini sudah ditanam dilapang dan kebun komersial agar diteruskan pengamatannya untuk kemudian bila produktivitasnya baik dapat dirilis sebagai bahan tanaman kelapa sawit toleran terhadap cekaman kekeringan. Penanda biokimia dan fisiologi yang telah ditetapkan sebagai penciri ketahanan terhadap cekaman kekeringan dapat digunakan untuk mengeksplorasi kembali plasma mutah kelapa sawit yang ada untuk memperoleh bahan tanaman yang toleran terhadap kekeringan.

Kata kunci : *Elaeis guineensis*, persilangan, toleransi kekeringan, parameter fisiologi, biokimia, protein SDS-PAGE.

ABSTRACT

Currently Indonesia is the second largest of palm oil producing country after Malaysia, in the other hand 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 is tolerant to drought, a series of experiments using several oil palm crosses had been carried out. The expected out put were (1) to obtain oil palm crosses that tolerant to drought (2) to obtain biochemical and physiological parameters that can be used as a marker for early selection. Oil palm crosses which decreased leaf water potential were relatively lower were crosses no. 2, 8 and 3. Oil palm crosses which high leaf water contents when subjected to drought were nos. 8, 13 and 12. Observation on relative turgidity showed values of relative turgidity at drought conditions were decreased sharply compare with controlled conditions. Oil palm crosses which have high relative turgidity when subjected to drought were crosses No. 7 and 2. Observation on biochemical parameter (proline) showed that treated crosses could be grouping according to their responses to drought to be 3 groups. Group I was group which increasing proline relatively lower (<400 %) like crosses no. 2, 12 and 14(control cross). Group II were group which increasing proline intermidier (400-600 %) and group III which increasing proline were higher (>600 %) viz. crosses 3, 11 and 13. Drought treatments until 18 days make proline of crosses No. 3 and 9 increased 657 and 578 % compared to untreated (normal condition) whereas crosses No. 2 and 12 increased only 364 and 361 %. Result of electrophoresis banding pattern showed that oil palm subject to drought have responses as formed new specific protein with molecular weight 24 and 60 kDa. Based on the result on series experiments that crosses no. 3 and 9 were catagorizes as tolerant cross, while crosses no. 2 and 12 were suceptible cross to drought. Crosses No. 2 and 3 derived form same genitor [(DA 10 D x DA 8 D) x (LM 9 T x LM 2 T)] while crosses No. 9 and 12 also derived form same genitor [(DA 8 D self x (LM 9T x LM 2 T))]. The crosses which has been planted need further observation on yield performance, if these crosses have better performance, hence the crosses could be released as a tolerant cross to drought. Physiological and biochemical parameters which used as marker for drought tolerant could be used to explore oil palm germplasm in oder to grouping which was tolerant and which one are suseptible.

Key words: *Elaeis guineensis*, cross, drought tolerant, physiological and biochemical parameters

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas primadona perkebunan untuk ekspor non-migas dan penghasil minyak nabati bagi kebutuhan dalam negeri. Usaha-usaha peningkatan produksi kelapa sawit hingga saat ini terus dilakukan, baik secara intensifikasi maupun ekstensifikasi. Usaha intensifikasi dilakukan dengan berbagai penelitian genetik dan pemuliaan bahan tanaman, perbaikan kultur teknis, sedangkan usaha ekstensifikasi dilakukan dengan berbagai program perluasan penanaman baru, khususnya di kawasan Indonesia bagian timur. Usaha-usaha tersebut tidak luput dari berbagai masalah, baik aspek sosial, ekonomi maupun fisik lingkungan.

Cekaman air sering menimbulkan masalah pada tanaman kelapa sawit, dan merupakan salah satu faktor yang nyata mempengaruhi pertumbuhan dan produksi. Cekaman air yang terjadi pada musim kemarau mengakibatkan tingkat kekeringan yang bervariasi. Areal perkebunan kelapa sawit yang sering kali mengalami cekaman air terdapat di Lampung, Sumatera Selatan, Jawa Barat bagian Selatan, Kalimantan Timur dan kawasan Timur Indonesia lainnya.

Dalam menghadapi cekaman air akibat kemarau para pekebun masih belum dapat berbuat banyak, tindakan umum yang dilakukan masih terbatas pada penjagaan areal dari kebakaran. Tindakan kultur teknis untuk mengurangi dampak kekeringan sudah banyak dikemukakan (17).

Salah satu kajian yang perlu dilakukan adalah mencari parameter fisiologi

dan biokimia yang dapat digunakan untuk memilih persilangan yang toleran terhadap cekaman kekeringan di tingkat pembibitan.

BAHAN DAN METODE

Bahan tanaman yang digunakan adalah hasil kombinasi beberapa persilangan hasil penelusuran dan penyeleksian di lapang yang selain produktif juga diduga memiliki sifat ketahanan terhadap cekaman kekeringan, adapun persilangan yang digunakan serta tetu-tetunya disajikan pada Tabel 1.:

Percobaan dilakukan dengan menggunakan rancangan faktorial acak lengkap, sebagai faktor utama adalah bahan tanaman sebanyak 12 persilangan sedangkan faktor kedua adalah cekaman air sebanyak 2 taraf yaitu 0 hari (kapasitas lapang sebagai kontrol) dan tanaman tidak disiram 18 hari sejak kapasitas lapang. Tiap unit perlakuan disusun secara acak dan diulang 3 kali. Perlakuan diberikan pada umur tanaman 15 bulan. Parameter yang diukur adalah potensial air daun, kadar air daun, turgiditas relatif daun dan kadar air tanah. Pengukuran potensial air daun dilakukan dengan menggunakan *pressure chambre* mengikuti cara yang dilakukan Syarif dan Naiola (19). Betain dikuantifikasi dengan spektrofotometer menggunakan periodida (8), asam absisik (ABA) dan gula-gula osmotikal (sukrosa, glukosa, fruktosa, stahiosa, rafinosa, manitol dan sorbitol) dengan HPLC mengikuti metoda Selamet *dkk.* (15). Protein daun dengan berat molekul rendah (LMW) dianalisis secara SDS-

Tabel 1. Daftar persilangan yang digunakan serta tetua-tetuanya

No Persilangan	Pohon Ibu DA 10 D x DA 08 D		Pohon Bapak LM 9 T x LM 2 T	
	No. Lapang	Fam.	No. Lapang	Fam
1	102-5-45	BO 1955 D	87-8-69	BO 478 T
2	102-6-35	BO 1962 D	87-6-57	BO 927 T
3	102-5-34	BO 1951 D	87-5-136	BO 925 T
5	102-8-36	BO 1984 D	87-8-69	BO 478 T
6	102-8-39	BO 1963 D	87-6-57	BO 927 T
7	102-8-42	BO 1985 D	87-5-136	BO 925 T
	DA 08 D x DA 08 D		LM 9 T x LM 2 T	
8	102-18-31	BO 4830 D	87-6-57	BO 927 T
9	102-17-38	BO 4820 D	87-9-5	BO 922 T
11	102-18-35	BO 2156 D	87-12-20	BO 924 T
12	102-18-31	BO 4830 D	87-9-8	BO 921 T
13	102-17-20	BO 2151 D	87-8-69	BO 478 T
14(Kontrol)	33-V-33	BJ 028 D	7-A-14	BJ 217 P

PAGE, dilakukan berdasarkan metode Laemmler (11) yang dimodifikasi. Analisis kandungan prolin di dalam jaringan daun dilakukan berdasarkan metode Bates (2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap potensial air daun, kadar air tanah, kadar air daun dan turgiditas relatif dari 12 (dua belas) persilangan kelapa sawit yang mengalami cekaman kekeringan disajikan pada Tabel 2. Potensial air daun tiap persilangan yang diuji pada keadaan tercekam menunjukkan penurunan yang drastis, tertinggi terjadi pada persilangan No 1, 9 dan 11 sekitar

230-252 % (beda antara tercekam dan disiram), sedangkan yang terendah pada persilangan No 14 yaitu sebesar 12 %. Potensial air daun pada kondisi media tumbuh jenuh air (disiram) sekitar -0,67 sampai -1,10 MPa, selanjutnya menurun menjadi -2,33 sampai -2,77 MPa setelah tanaman dicekam kekeringan selama 18 hari.

Peubah kadar air daun juga menunjukkan perbedaan yang tegas antara tanaman yang tercekam dengan kontrol (11,81-19,55 %). Persilangan-persilangan yang memiliki kadar air daun tinggi pada keadaan tercekam adalah persilangan nomor 8, 13 dan 12.

Pengamatan terhadap peubah turgiditas relatif menunjukkan bahwa nilai turgiditas relatif pada kondisi

Tabel 2. Pengaruh cekaman kekeringan (18 hari tidak disiram) terhadap potensial air daun dan sifat-fisika lainnya dari 12 persilangan yang diuji

No. Persilangan	Potensial air daun (-MPa)		Luas daun spesifik (cm ² /g)		Kadar air daun (%)		Turgiditas relatif (%)	
	Disiram	Dicekam	Disiram	Dicekam	Disiram	Dicekam	Disiram	Dicekam
1	0,67	2,33	253	214	75,21	63,67	92,58	59,91
2	0,97	2,60	265	207	75,27	63,02	92,14	62,53
3	0,87	2,63	226	222	74,94	63,65	91,80	51,11
5	1,07	2,50	243	232	73,96	63,19	91,57	56,68
6	0,93	2,53	231	207	75,29	64,54	92,25	53,05
7	0,83	2,53	262	202	74,94	65,03	91,28	64,51
8	0,87	2,50	306	249	75,24	65,96	90,64	62,81
9	0,83	2,73	247	228	76,39	61,44	91,04	53,64
11	0,80	2,77	274	241	75,11	62,06	90,44	53,94
12	0,93	2,53	276	216	73,83	65,07	91,09	60,06
13	0,90	2,53	261	237	75,80	65,58	91,22	56,43
14 (kontrol)	1,10	2,43	239	219 ^c	74,34	65,20	91,72	63,88

Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT 0.05

tercekam jauh menurun dibanding perlakuan kontrol. Persilangan-persilangan yang memiliki nilai turgiditas relatif yang tinggi pada saat tercekam kekeringan adalah persilangan nomor 7 dan 2. Persilangan 1, 9, dan 11 yang tingkat penurunan potensial air daunnya tinggi atau yang mengalami penurunan kadar air daun tinggi, juga mengalami penurunan turgiditas relatif yang tinggi pula. Luas daun spesifik yang merupakan nisbah antara luas daun dan bobot kering daun adalah sebagai petunjuk ketebalan daun, tingkat penurunannya antar persilangan sangat beragam. Persilangan No 3, 5, 9, 13 dan 14 hanya mengalami penurunan dibawah sekitar 10 %, sementara persilangan lainnya diatas 12

%, bahkan untuk persilangan No 2, 7 dan 12 mengalami penurunan di atas 20 %.

Berdasarkan atas keragaman respon status air daun yang ditunjukkan antar persilangan tersebut tampak bahwa antar persilangan mempunyai respon yang relatif berbeda satu yang lainnya. Walaupun demikian, tampak bahwa semua persilangan memberikan respon status air daun yang semakin menurun pada perlakuan cekaman kekeringan. Menurut Kirkham (9), tanaman yang mengalami cekaman kekeringan akan mengalami penurunan status air. Tanaman yang toleran mengalami penurunan status air yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan yang peka, hal tersebut disebabkan tanaman yang

toleran lebih mampu mengatasi atau mengurangi kehilangan airnya dengan mengatur perilaku stomata atau pengaturan osmotik. Senyawa yang berperan sebagai pengatur osmotikum adalah antara lain: prolin, glisin-betain, dan senyawa-senyawa berbobot molekul rendah seperti gula-gula alkohol dan protein molekul rendah (3, 13).

Hasil pengamatan penanda biokimia prolin menunjukkan terdapat 3 (tiga) kelompok persilangan yang memiliki respon yang beragam terhadap cekaman kekeringan (Tabel 3). Kelompok pertama adalah kelompok yang peningkatan kadar prolinnya relatif rendah ($< 400\%$), yaitu persilangan No. 2, 12, dan 14 (kontrol). Kelompok kedua adalah kelompok yang peningkatan kadar prolinnya intermedier (400 s/d 600%), yaitu persilangan No. 1, 5, 6, 7, 8, dan 9. Kelompok ketiga adalah kelompok persilangan yang peningkatan kadar prolinnya tinggi ($> 600\%$), yaitu persilangan No. 3, 11, dan 13. Peningkatan kadar prolin berkorelasi negatif ($r=-0,472$) dengan penurunan potensial air daun. Fenomena peningkatan kadar prolin merupakan gejala umum yang terjadi bila tanaman mengalami cekaman (4, 22) dan ini merupakan indikasi adaptasi tanaman. Memperhatikan perbedaan tingkat kenaikan kadar prolin dan juga hasil evaluasi antara tanaman yang peka dan toleran terhadap cekaman, sejumlah peneliti menyatakan bahwa parameter ini dapat dijadikan sebagai kriteria seleksi plasma nutfah terhadap toleransi cekaman (4,10, 22).

Perlakuan cekaman kekeringan 18 hari menurunkan kadar glisin-betain semua persilangan yang diuji dan tingkat

penurunannya nyata berbeda antar persilangan, persentase penurunan tersebut berkisar 40-88%. Persilangan No 3, 5, 6, 8, 9 mengalami penurunan yang relatif kecil dibandingkan persilangan lainnya. Menurut Abogma *dkk.* (1) tanaman yang mampu mempertahankan glisin-betain dalam waktu lebih lama pada saat dicekam mempunyai tingkat toleransi yang relatif lebih baik. Jika dibandingkan dengan akumulasi glisin-betain dengan prolin, umumnya persilangan yang mengalami penurunan glisin-betain yang relatif kecil mengalami peningkatan kadar prolin yang relatif lebih tinggi.

Sebagaimana pada prolin, kadar asam absisik (ABA) mengalami peningkatan setelah tanaman dicekam kekeringan, kecuali pada persilangan 6 dan 14 yang terjadi sebaliknya yaitu penurunan. Ditemukan dua persilangan yang mengalami peningkatan kadar ABAnyang sangat tinggi yaitu persilangan 8 meningkat 57 kali dan persilangan 9 meningkat 79 kali dibandingkan kontrol, sementara itu persilangan 1, 7 dan 11 mengalami peningkatan sekitar 13-22 kali dan persilangan lainnya meningkat dibawah 4 kali. Berdasarkan hasil analisis ABA menunjukkan bahwa masing-masing persilangan berbeda-beda kemampuan akumulasinya. Hal yang serupa dijumpai pada padi (5), kedelai (18), kacang tanah (16), dan apel (7). ABA diduga berperan dalam membantu pemeliharaan turgiditas selama fase awal cekaman, pemberian ABA secara ekso-gen menginduksi penutupan stomata, meningkatkan daya hantar air pada akar dan menginduksi akumulasi prolin (5).

Dari analisis terhadap kadar gula osmotikum (sukrosa, glukosa, stahiosa, silosa, dan dua gula alkohol yaitu sorbitol dan manitol) terjadi variasi perubahan antar persilangan setelah dicekam kekeringan. Dari keenam jenis gula ini hanya manitol yang mengalami penurunan pada semua persilangan yang diuji, sedangkan kelima jenis gula lainnya sebagian mengalami kenaikan dan sebagian lagi mengalami penurunan. Persilangan 1 sampai 7 umumnya mengalami peningkatan atau penurunan kadar gula yang relatif kecil, sementara persilangan 8, 9, 11, 12, 13 dan 14 mengalami penurunan kadar gula setelah mengalami cekaman kekeringan. Kirkham (9) menyatakan bahwa pada tanaman yang toleran mengandung sukrosa yang lebih tinggi dibandingkan

dengan yang peka, peningkatan sukrosa juga dijumpai pada tanaman bit (6), cherry (21), apel (20). Berbeda dengan sorghum, dimana cekaman kekeringan tidak menyebabkan perubahan kadar sukrosa (12).

Berdasarkan fenomena yang saling bertolak belakang tadi sangatlah sulit mengambil kesimpulan secara umum untuk menggunakan gula-gula osmotikum sebagai penciri suatu tanaman toleran atau peka terhadap cekaman kekeringan.

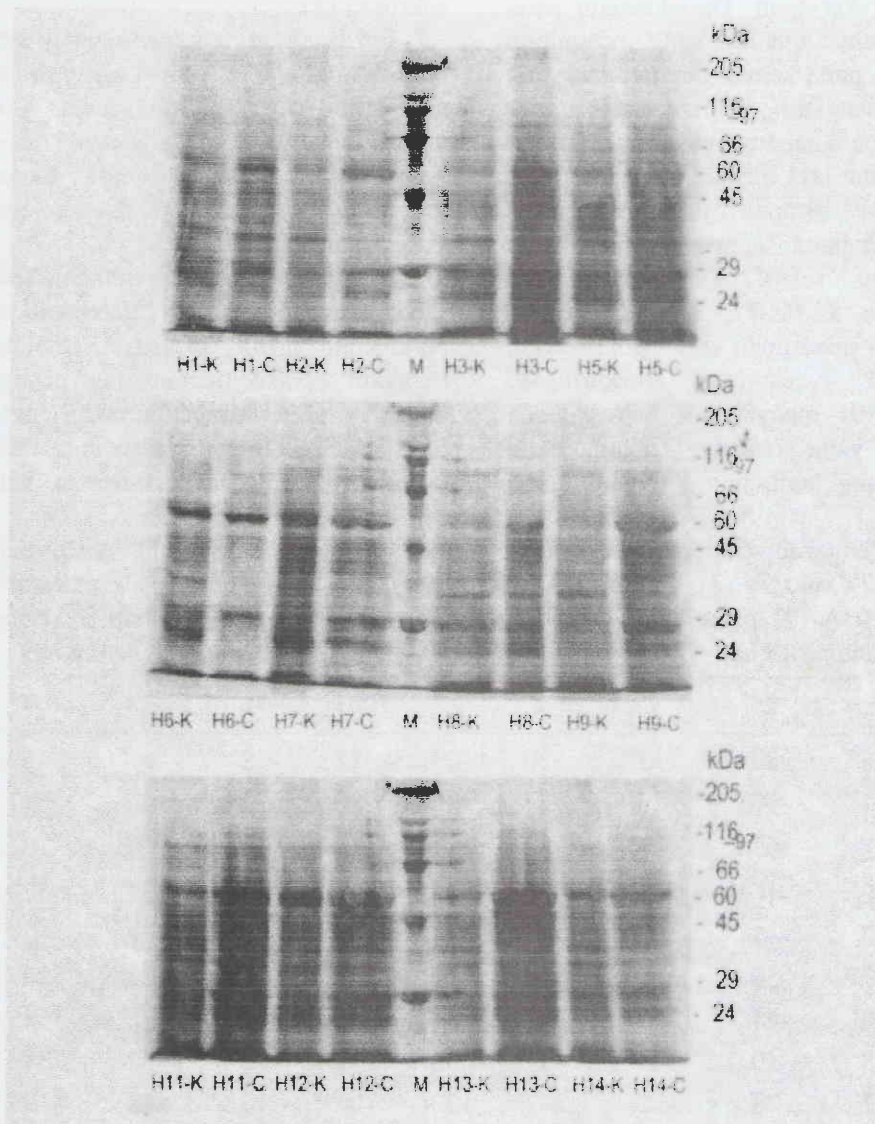
Respon beberapa persilangan kelapa sawit terhadap cekaman kekeringan pada perubahan profil protein SDS-PAGE beragam. Hasil pengamatan penanda biokimia protein menggunakan metode SDS-PAGE memperlihatkan bahwa kadar protein jaringan tanaman kelapa

Tabel 3. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap kadar prolin (1), glisin-betain (2), sukrosa (3), glukosa (4), stahiosa (5), silosa (6), sorbitol (7), manitol dan ABA (9) pada daun dari beberapa persilangan yang dicekam kekeringan selama 18 hari (dalam persentase antara perlakuan dan kondisi jenuh air)

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9*
1	496	-80	-13	-20	-21	-22	-28	-65	1730,50
2	364	-70	-22	-23	-25	-26	31	-42	47,76
3	657	-55	10	32	11	25	-23	-40	302,83
5	420	-46	-8	30	14	25	61	-32	420,51
6	432	-41	33	16	21	35	20	-88	-29,14
7	491	-59	19	-16	7	73	27	-33	1297,96
8	458	-44	-30	-12	-14	-16	12	-20	5685,88
9	578	-49	-24	-11	-33	-13	-18	-39	7883,88
11	652	-73	-32	-7	-23	4	16	-48	2196,79
12	361	-88	-78	-41	-34	-22	13	-28	231,54
13	973	-59	-27	-23	-7	-20	4	-40	103,18
14	181	-66	-14	-9	-34	-17	6	-26	-75,50

sawit yang mengalami cekaman kekeringan meningkat yang ditunjukkan oleh sekeun protein yang lebih tebal dibanding dengan tanaman yang tidak

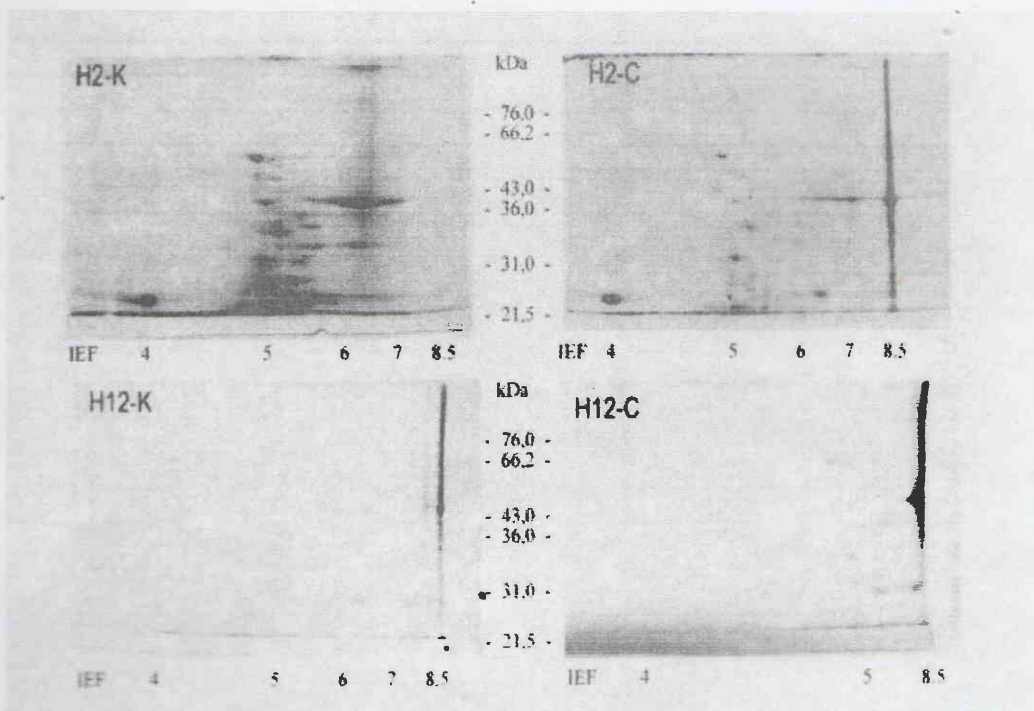
mengalami cekaman kekeringan. Hasil pengamatan penanda biokimia protein menggunakan SDS-PAGE disajikan pada Gambar 1, terlihat bahwa sebagian



Gambar 1. Elektrofogram protein daun dari persilangan No. 1 s.d. 14, k = tidak dicekam (kontrol) dan c adalah tanaman yang mengalami cekaman selama 18 hari. M = Protein penanda. KDa = kilo Dalton

protein rusak setelah tanaman mengalami cekaman 15 hari, kecuali untuk protein dengan berat molekul sekitar 45 dan 29 kDa. Persilangan yang diuji dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu kelompok persilangan yang konsentrasi proteinnya mengalami peningkatan yaitu persilangan No. 8, 9, 11, dan 13, yang mengalami penurunan persilangan No. 6 dan yang tidak mengalami perubahan persilangan No. 1, 3, 5, 7, 12 dan 14 (kontrol). Sementara itu pada persilangan 1 dan 2 terjadi induksi protein baru sekitar 27 kDa setelah dicekam kekeringan sedangkan persilangan 6 dan 9 pada 64 kDa.

Konsentrasi protein pada sekitar 35 kDa umumnya tidak mengalami perubahan kecuali pada persilangan No. 2 dan 6 yang mengalami penurunan sangat tinggi. Keragaman yang sangat beragam terjadi pada protein sekitar 40 kDa, pada persilangan 1, 5 dan 9 mengalami peningkatan yang sangat tinggi, sebaliknya pada persilangan 6 terjadi penurunan yang sangat tajam. Sementara itu pada persilangan No. 11, 12, 13, dan 14 tidak mengalami perubahan walaupun konsentrasinya sangat tinggi, sebaliknya pada persilangan 2, 3, 7 dan 8 juga tidak mengalami perubahan walaupun konsentrasinya sangat rendah.



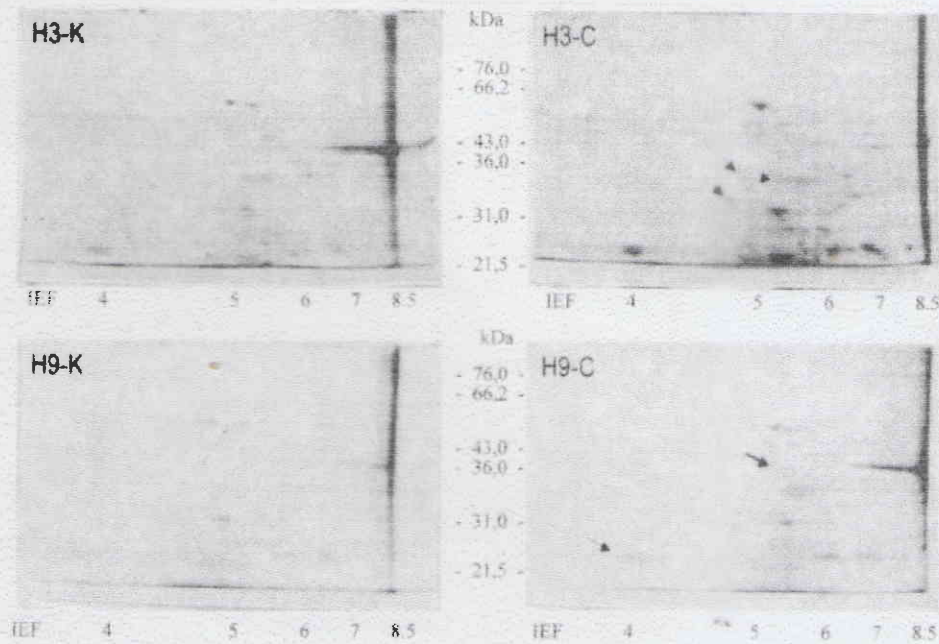
Gambar 2. Elektrofogram protein SDS-PAGE 2-D dari persilangan peka, k = tidak dicekam, c = tanaman mengalami cekaman selama 15 hari.

Perubahan pita protein tersebut tidak menunjukkan sifat yang spesifik, hal ini berarti perubahan pita protein tidak dapat digunakan untuk pembeda tingkat toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan.

Berdasarkan hasil tersebut selanjutnya digunakan analisis protein dua dimensi, hasil elektroforegram protein menunjukkan terjadi induksi protein baru pada titik isoelektrik (pI) 4,7-36 kDa, pI 5,3-34 kDa dan pI 4,6-32 kDa pada persilangan 3 dan pI 5,3-36 kDa pada 9 (kelompok persilangan berpotensi

toleran), setelah mengalami cekaman (Gambar 2).

Sedangkan pada kelompok persilangan berpotensi peka 2 dan 12 protein tersebut tidak ditemukan. Terinduksinya protein baru tersebut menunjukkan bahwa persilangan dari kelompok berpotensi toleran mempunyai respon yang berbeda dengan kelompok yang berpotensi peka (Gambar 3). Menurut Pelah *et al.* (14) perbedaan induksi atau akumulasi protein ketika tanaman dicekam kekeringan berkorelasi dengan tingkat toleransi tanaman



Gambar 3. Elektroforegram protein SDS-PAGE 2-D dari persilangan toleran , k = tanaman tidak mengalami cekaman, c = tanaman mengalami cekaman selama 18 hari. Tanda panah menunjukkan terjadi induksi protein baru.

KESIMPULAN

Penanda biokimia yang memiliki hubungan erat dengan kadar air tanah adalah kadar prolin dan betain. Prolin merupakan karakter yang paling dominan dalam mencirikan respon tanaman terhadap cekaman keringan. Berdasarkan kadar prolin dapat dikelompokkan persilangan yang berpotensi toleran yaitu 1, 3, 8, 9, 11 dan 13 sedangkan persilangan yang berpotensi peka adalah 2, 5, 6, 7, 12 dan 14.

Hasil elektroforesis menunjukkan bahwa tanaman kelapa sawit yang diberikan perlakuan cekaman kekeringan memberikan respon berupa pembentukan protein spesifik dengan berat molekul 24 dan 60 kDa. Dengan demikian penanda-penanda tersebut dapat digunakan sebagai penciri ketahanan tanaman toleran terhadap cekaman kekeringan

SARAN

Persilangan No 3 (No penyerbukan BB 177/98 (DA 10 D x DA 8 D) x (LM 9 T x LM 2 T) dan No 9 (No penyerbukan BB 556/98 (DA 08 self) x (LM 9 T x LM 2T) yang sudah ditanam di lapang kebun komersial agar diteruskan pengamatannya untuk kemudian hari bila produktivitasnya baik dapat dirilis sebagai bahan tanaman kelapa sawit toleran terhadap cekaman kekeringan. Penanda biokimia dan fisiologi yang telah ditetapkan sebagai penciri ketahanan terhadap cekaman kekeringan dapat digunakan untuk mengeksplorasi kembali plasma nutfah kelapa sawit yang

ada untuk memperoleh bahan tanaman yang toleran terhadap kekeringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh RUT VI tahun anggaran 1998-2000

DAFTAR PUSTAKA

1. AGBOMA, P. C., P.PELTONEN-SAINIO, R. HINKKANEN, and E. PEHU.1997. Effect of foliar application of glycine-betaine on yield components drought-stress tobacco plants. *Expl. Agric.*33:345-352.
2. BATES, L. S. 1973.Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil* 39: 205-207.
3. BARTELS, D., and D. NELSON.1994. Approaches to improve stress tolerance using molecular genetics. *Plant, Cell and Environment* 17: 659-667.
4. DELAUNEY, A. J. and D. P. S. VERMA. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *The Plant J.* 4:215-223.
5. DINGKHUN, M., R. T. CRUZ, J. C. O'TOOLE, N.C. TURNER and K. DOERFLING. 1991. Responses of seven diverse rice cultivars to water deficits. III Accumulation of abscisic acid and proline in relation to leaf water-potential and osmotic adjustment. *Field Crops Res.* 27: 103-117.
6. DUBEY, R. S. 1996. Photosynthesis in plants under stressful conditions. In *Handbook of Photosynthesis*. M. PESSARAKLI (Ed). New York-Bassel-Hongkong, 859-875.
7. FERNANDEZ, R. T., R. L. PERRY and A. FLORE. 1997. Drought responses of young apple trees on three rootstocks II. Gas exchange, chlorophyll fluorescence, water relations, and leaf abscisic acid. *J. Amer. Hort. Sci.* 122 (6): 841-848.
8. GRIEVE, C. M. and S. R. GRATTAN. 1983. Rapid assay for determination of water soluble quarternary ammonium compounds. *Plant and Soil* 70: 303-307.

9. KIRKHAM, M. B., 1990. Plant responses to water deficit In. Irrigation of Agricultural Crops. B.A.STEWART and D.R.NIELSEN (Eds).Madison, Wisconsin, 323-342.
10. KUZNETSOV, V. V and N. I. SHEVYAKOVA. 1997. Stress responses of tobacco cells to high temperature and salinity. Proline accumulation and phosphorylation of polypeptides. *Physiol. Plant.* 100: 320-326.
11. LAEMMLI, U. K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature* 227: 680-685.
12. MASSACI, A., A. BATTIALLI, and F. LORETO. 1996. Effect of drought stress on photosynthesis characteristic, growth and sugar accumulation of field sweet sorghum. *Aust. J. Plant Physiol.* 23: 331-340.
13. MUILLETS, J. E. and M. S. WHITSITT. 1966. Plant cellular responses to water deficit. *Plant Growth Reg.* 20:119-124.
14. PELAH, D., W. WANG, A. ALTMAN O. SHOSEYOV and D. BARTELS.1997. Differential accumulation of water stress-related proteins, sucrose synthase and soluble sugars in *Populus* Species that differ in their water stress responses. *Physiol. Plant.* 99: 153-159.
15. SELAMET, D. S., M. K. MACHMUD, MUHILAL, D. FARDIAZ dan J. P. SIMARMATA. 1990. Pedoman analisis zat gizi. Dep. Kes. Dir. Bina Gizi Masyarakat dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi. 50 p
16. SETIAWAN, K. 1998. Study on varietal differences of drought tolerance in peanut. Thesis. University of Agriculture. Tokyo.
17. SIREGAR, H. H 1998. Model simulasi produksi kelapa sawit berdasarkan karakteristik kekeringan. Kasus kebun kelapa sawit di Lampung. Thesis Fakultas Pasca Sarjana, IPB, Bogor
18. SOPANDIE, D dan M. JUSUF .1996. Beberapa karakteristik morfologi dan fisiologi kedelai toleran dan peka terhadap cekaman kekeringan. *Hayati J. Biosains.* 3(1), 30-40.
19. SYARIF, T. M. dan P. NAIOLA. 1996. Estimasi *osmotic adjustment* dan akumulasi prolin sebagai komponen osmotikum sitosolut dalam cekaman salinitas NaCl pada kedele. *Risalah Kipnas* 17.
20. WANG, Z., B. QUEBEDEAUX, and G. W. STUTTE. 1996. Partitioning of ¹⁴C-glucose into sorbitol and other carbohydrates in apples under water stress. *Aust. J. Plant Physiol.* 22 :747-754.
21. YAKUSHIJI, H., K. MORINAGA and H. NONANI. 1998. Sugar accumulation and partitioning in Satsuma Mandarin tree tissue and fruit in response to drought stresses. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123 (4):719-726.
22. YOSHIDA, Y., T. KIYOSUE, K. NAKASHIMA, K. Y. SHINOZAKI and K. SHINOZAKI. 1997. Regulation of levels of proline as an omolyte in plants under water stress. *Plant Cell Physiol.*38(10):1095-1102.