

**Kajian Karakter Ketahanan terhadap Cekaman Kekeringan
pada Beberapa Genotipe Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)**

*A Study on Characteristics Related to Drought Resistance
in Four Genotypes of Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Seedling*

Endah Retno Palupi^{1*} dan Yopy Dedywiryanto²

Diterima 16 November 2007/Disetujui 25 Maret 2008

ABSTRACT

The research was aimed to study the response of oil palm seedlings to drought stress and to determine characters which would be useful in selection for drought resistance. This research was conducted at PT Dami Mas Sejahtera field station and SMART Research Institute laboratory Libo, Riau from April to August 2005. The research was arranged in split plot design with two factors in randomized block design. The main plot was soil water content, i.e. 100%FC/field capacity : 24±1%; 75%FC : 18±1%; 50%FC : 12±1%; and 25%FC : 6±1%, whereas the subplot was four genotypes: G1: 635xAP.01, G2: 635x742.316, G3:15x742.316 and G4: 15xAP.01. The result showed that only soil water content as low as 25%FC could significantly inhibit seedling growth, as indicated by reduction of leave water content, shoot and root dry weight, seedling height, root length and volume; and an increase of water deficit. Soil water content ranging from 50-100% FC did not give any significant effect. Based on the physiological responds, G1 and G3 were relatively more resistant to drought stress than G2 and G4. Leaf water content was the easiest, cheapest, fastest and non-destructive variable to be used for early selection of drought resistant oil palm seedlings.

Key words: Oil palm, seedling, character for selection, drought resistant

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) adalah tanaman penghasil minyak nabati yang produktivitasnya lebih tinggi daripada tanaman penghasil minyak nabati lainnya, misalnya kelapa (*Cocos nucifera*), zaitun (*Olea europaea sativa*), wijen (*Sesamum indicum*), bunga matahari (*Helianthus annuus*), kacang tanah (*Arachis hypogea*), dan kedelai (*Glycine hispida*). Selain untuk bahan pangan minyak sawit digunakan sebagai bahan baku industri kosmetik dan farmasi, bahan pelumas dan bahan flotasi pada industri logam (Lubis, 1992).

Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 1986 hanya 106 000 ha dengan produksi 168 000 ton minyak sawit (CPO) (Mangoensoekarjo dan Semangun, 2003), dan menurut Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan (2003) pada tahun 2002 telah mencapai 4.116 juta ha. Sesuai dengan kebijakan pemerintah (Deptan, 2002) pengembangan perkebunan kelapa sawit diarahkan ke kawasan timur Indonesia yang beriklim lebih kering, bulan kering lebih panjang dan curah hujan lebih rendah.

Siregar *et al.* (1998) melaporkan akibat kekeringan yang terjadi di Sumatera Selatan (Lampung dan

Palembang) produksi minyak menurun 8-10% setiap curah hujan turun 100 mm/tahun, sehingga pengembangan perkebunan kelapa sawit memerlukan bibit yang tahan kekeringan. Persilangan untuk mendapatkan varietas yang tahan kering terus dilakukan. Sejalan dengan itu metode seleksi bibit tahan kering perlu dikembangkan agar seleksi bibit dapat dilaksanakan sedini mungkin.

Peubah yang dapat digunakan sebagai indikator ketahanan terhadap kekeringan adalah kandungan prolin. Semakin tinggi kandungan prolin dalam kondisi tercekam kekeringan semakin tahan tanaman tersebut (Yang dan Kao, 1999). Akan tetapi metode ini belum banyak digunakan karena mahal, memerlukan peralatan dan ketrampilan khusus. Pengembangan metode yang lebih mudah, murah, cepat, dan tidak destruktif akan sangat bermanfaat dalam seleksi ketahanan kekeringan pada fase bibit.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari respon bibit kelapa sawit terhadap cekaman kekeringan dan mengidentifikasi peubah yang dapat digunakan sebagai indikator dalam seleksi bibit kelapa sawit yang toleran terhadap kekeringan.

¹ Staf Pengajar Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta, IPB (* penulis untuk koresponden)
E-mail: erpalupi@yahoo.co.id

² Alumni Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta, IPB

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di PT Dami Mas Sejahtera dan laboratorium SMART Research Institute Libo-Riau, bulan April-Agustus 2005. Bahan tanaman yang digunakan adalah empat genotipe persilangan Dura Deli x Psifera yaitu: G1: (635xAP.01), G2: (635x742.316), G3: (15x742.316), dan G4: (15xAP.01). Bibit kelapa sawit berumur 4 bulan di *pre-nursery* dipindahkan ke *polybag* dengan 10 kg media (top soil tanah mineral dan bertekstur lempung), dan diberi pupuk 64 g TSP/*polybag* sebagai pupuk dasar. Tanaman diletakkan dalam tiga rumah plastik yang masing-masing berukuran 6m x12m.

Percobaan 1: Penetapan KA media. Sebanyak 18 *polybag* tanpa tanaman dan 30 *polybag* dengan tanaman digunakan untuk mengamati laju penurunan kadar air (KA) media (setiap 3 hari), yang merupakan tahap aklimatisasi terhadap cekaman kekeringan bagi bibit. KA kapasitas lapang (KL) diukur setelah media jenuh air dibiarkan hingga air tidak menetes.

Percobaan 2: Respon bibit kelapa sawit terhadap cekaman kekeringan. Percobaan dilakukan dengan rancangan petak terbagi dalam lingkungan acak kelompok. KA media sebagai petak utama terdiri atas empat taraf (Percobaan 1): K0 (100%KL): $24 \pm 1\%$, bibit disiram setiap hari; K1(75%KL): $18 \pm 1\%$, 4 hari tanpa penyiraman (HTP); K2 (50%KL): $12 \pm 1\%$, 8HTP; dan K3 (25%KL): $6 \pm 1\%$, 22HTP. Sebagai anak petak adalah empat genotipe: G1, G2, G3 dan G4. Percobaan diulang tiga kali dengan 10 bibit untuk setiap satuan percobaan, sehingga diperlukan 480 bibit kelapa sawit.

Bibit disiram setiap hari selama 7 minggu, kemudian KA media diturunkan sampai mencapai K1, K2 dan K3 dan dipertahankan konstan dengan mempertahankan berat *polybag* selama 4 minggu. Jumlah air yang ditambahkan dihitung dengan rumus: $JA = (BM_1 - BM_2) / \text{air}$, dimana JA: air yang ditambahkan (ml), BM_1 : berat *polybag* pada K1, K2, atau K3 (g), BM_2 : berat *polybag* terukur (g) dan air adalah massa jenis air 1 g/ml.

Pengamatan dilakukan pada 0, 2, dan 4 minggu setelah perlakuan (MSP). Peubah yang diamati adalah: 1) KA daun (KAD) dihitung berdasarkan bobot segar (BS); 2) defisit air (DA) dihitung dengan rumus: $(BT - BS) / (BT - BK) \times 100\%$, dimana BT=bobot turgit, BK=bobot kering; 3) luas daun spesifik (LDS) dihitung sebagai nisbah luas daun dan bobot kering; 4) BK tajuk dan akar (BKT dan BKA); 5) tinggi tanaman (TT); 6) panjang akar (PA); 7) volume akar (VA); 8) kandungan prolin (PR) diukur dengan metode Bates *et al.* (1973). Uji F digunakan untuk analisis data dilanjutkan dengan DMRT pada $\alpha = 0.05$, jika ada pengaruh perlakuan.

Percobaan 3: Kajian karakter ketahanan terhadap cekaman kekeringan. Keempat genotipe dikategorikan dalam 6 kelas toleransi terhadap cekaman kekeringan berdasarkan nilai indeks sensitivitas (IS), yang

merupakan perbandingan pertumbuhan pada kondisi tercekam dan kondisi optimal. Kondisi tercekam (4MSP) ditunjukkan oleh respon bibit pada 25%KL, sedangkan kondisi optimal pada 100%KL. IS dihitung dengan rumus: $IS = (Gi_{25} / Gi_{100}) / R$, dimana Gi_{25} : nilai respon genotipe ke-i (1,2,3,4) pada KA media 25% KL, Gi_{100} : nilai respon genotipe ke-i (1,2,3,4) pada KA media 100%KL dan R: nilai relatif rata-rata (Gi_{25} / Gi_{100}) keempat genotipe. Aluko dan Oard (2004) membagi ketahanan terhadap cekaman kekeringan ke dalam enam kategori berdasarkan nilai rata-rata (X) dan nilai standar deviasi (SD) sbb.: 1) A (sangat peka): $X + 3SD < IS < X + 2SD$; 2) B (peka): $X + 2SD < IS < X + 1SD$; 3) C (agak peka): $X + 1SD < IS < X$; 4) D (agak toleran): $X < IS < X + 1SD$; 5) E (toleran): $X \pm 1SD < IS < X \pm 2SD$; 6) F (sangat toleran): $X + 2SD < IS < X \pm 3SD$. Untuk peubah KAD, TT, BKT, BKA, PA, VA dan PR digunakan gradasi membesar (semakin besar IS semakin toleran), sedangkan untuk peubah defisit air dan nisbah tajuk-akar digunakan gradasi mengecil (semakin besar IS semakin peka).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penetapan KA Media

KA media pada 100% KL adalah $24 \pm 1\%$. Penurunan KA media dengan tanaman lebih cepat daripada media tanpa tanaman (Gambar 1), karena kehilangan air pada media dengan tanaman selain disebabkan oleh evaporasi juga karena transpirasi oleh tanaman. Informasi ini digunakan untuk penetapan KA media pada Percobaan 2: 75% KL = $18 \pm 1\%$ tercapai pada 4HTP, 50% KL = $12 \pm 1\%$ pada 8 HTP dan 25% KL = $6 \pm 1\%$ pada 22HTP.

Respon Bibit Kelapa Sawit terhadap Cekaman Kekeringan

Kadar air daun (KAD) menggambarkan jumlah air yang tersimpan dalam tajuk (status air tanaman). KAD menurun dengan semakin rendahnya KA media (Tabel 1). Pengaruh interaksi KA media dan genotipe terhadap KAD terlihat pada 4MSP. KAD semua genotipe menurun dengan semakin rendahnya KA media (Tabel 2). Menurut Levitt (1980) mekanisme pertahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan adalah: 1) menghindari kekeringan (*drought avoidance*): tanaman mempertahankan status air dalam jaringan agar metabolisme tetap berjalan; 2) toleransi terhadap kekeringan (*drought tolerance*): tanaman tetap dapat melangsungkan metabolismenya pada kondisi status air yang rendah. Penurunan KAD keempat genotipe pada KA media 25% KL mencerminkan mekanisme toleransi bibit kelapa sawit dalam menghadapi cekaman kekeringan (Tabel 2).

Tabel 1. Pengaruh kadar air media (K) dan genotipe (G) terhadap peubah pertumbuhan bibit kelapa sawit

Prlk	KAD (%)		DA (%)		BT (g)		LDS (m ² /g bk)		TT (cm)		PTT cm/mg
	2MSP	4MSP	2MSP	4MSP	2MSP	4MSP	2MSP	4MSP	2MSP	4MSP	
K0	66.34	67.28ab	15.38b	9.77b	0.41	0.41	0.017	0.016	62.00a	63.40a	1.42
K1	66.20	67.91a	19.12b	10.07b	0.42	0.41	0.016	0.016	60.42a	62.72a	1.51
K2	65.35	66.41b	15.77b	11.46b	0.42	0.40	0.016	0.016	58.89a	60.80a	1.08
K3	63.07	64.06c	28.85a	21.75a	0.45	0.41	0.016	0.016	54.59b	55.36b	0.29
G1	66.57	66.60	20.80	14.44	0.43	0.40	0.017a	0.016	57.96	58.98b	0.58
G2	64.64	66.46	20.26	13.28	0.45	0.42	0.015b	0.016	57.17	59.06b	1.46
G3	65.73	66.34	18.42	12.10	0.41	0.40	0.017a	0.017	61.55	62.90a	1.03
G4	64.02	66.27	19.64	13.22	0.41	0.41	0.016ab	0.016	59.21	61.34ab	1.22

Lanjutan Tabel 1.

Prlk	BKT (g)		BKA (g)		T/A		PA (cm)		VA (cm ³)		PR (μmol/g bk)	
	2MSP	4MSP	2MSP	4MSP	2MSP	4MSP	2MSP	4MSP	2MSP	4MSP	2MSP	4MSP
K0	28.84a	35.94a	9.20a	14.41a	3.40	2.71	45.74a	48.78	59.79a	97.92a	2.590	2.894a
K1	27.55a	31.32b	8.32a	10.58b	3.53	3.01	44.60a	46.99	47.29b	66.04b	2.615	2.925a
K2	25.24a	28.32b	8.38a	10.18b	3.09	2.88	44.05ab	47.20	37.50c	55.83b	2.638	2.883a
K3	17.04b	16.48c	5.95b	5.97c	3.09	2.84	41.52b	44.69	23.75d	33.13c	2.569	2.605b
G1	27.98a	28.72	9.70a	11.27	3.02b	2.89	46.41a	50.23	48.96a	63.96	2.793a	2.866
G2	22.74b	26.06	7.48b	9.44	3.24ab	2.85	43.54ab	47.03	40.42b	60.42	2.491b	2.794
G3	23.54b	26.90	7.04b	9.80	3.52a	2.76	41.97b	44.31	37.92b	61.67	2.668ab	2.859
G4	24.41b	30.32	7.63b	10.63	3.35ab	2.89	43.99ab	46.10	41.04b	66.88	2.461b	2.788

Ket.: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT = 0.05

KAD: kadar air daun, DA: defisit air, BT: bobot turgid, LDS: luas daun spesifik, TT: tinggi tanaman, PTT: pertambahan tinggi tanaman, BKT: berat kering tajuk, BKA: berat kering akar, T/A: nisbah tajuk/akar, PA: panjang akar, VA: volume akar, PR: kandungan prolin. K0: 100% KL; K1: 75% KL; K2: 50% KL; K3: 25% KL; G1: (635 x AP.01); G2: (635 x 742.316); G3: (15 x 742.316); G4: (15 x AP.01)

Tabel 2. Pengaruh interaksi KA media dan genotipe terhadap KAD (%) pada 4 MSP

Genotipe	KA Media			
	100 % KL	75 % KL	50 % KL	25 % KL
G1: 635 x AP.01	67.03ab	67.99a	66.57abc	64.80cd
G2: 635 x 742.316	67.95a	67.94a	67.37a	62.56e
G3: 15 x 742.316	66.83ab	68.20a	66.51abc	63.81de
G4: 15 x AP.01	67.31a	67.51a	65.18bcd	65.08bcd

Ket: Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT = 0.05

Penurunan KAD pada G1 dan G4 dari K0 sampai K3 (sebesar 2.23%) lebih kecil daripada G2 dan G3 (sebesar 5.39% dan 3.01%) (Tabel 2), menunjukkan bahwa G1 dan G4 lebih mampu mempertahankan jumlah air yang tersimpan dalam jaringan daun daripada G2 dan G3. Kirkham (1990) mengemukakan bahwa penurunan jumlah air yang tersimpan pada tajuk tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan relatif lebih rendah daripada tanaman yang kurang toleran. Dengan demikian diduga G1 dan G4 lebih toleran terhadap cekaman kekeringan dibandingkan dengan G2 dan G3. Kedua kelompok genotipe tersebut mempunyai sumber polen yang berbeda, G1 dan G4 dari AP.01 sedangkan G2 dan G3 dari 742.316.

Defisit air (DA) menunjukkan banyaknya air dalam jaringan yang hilang dibandingkan dengan

kandungan air pada kondisi turgor penuh. Semakin besar defisit air semakin rendah air yang tersedia untuk metabolisme. Hasil pengamatan menunjukkan DA pada KA media 100, 75 dan 50% KL tidak berbeda, dan lebih rendah daripada KA media 25% KL (Tabel 1). Data ini memberi gambaran bahwa KA media 25% KL merupakan kondisi cekaman kekeringan untuk bibit kelapa sawit sehingga air tersedia untuk metabolisme lebih rendah daripada KA media yang lebih tinggi. DA pada kondisi tersebut paling tinggi, sebesar 28.85% pada 2MSP dan 21.75% pada 4MSP. Penurunan DA ini diduga karena penurunan bobot turgid. DA pada keempat genotipe tidak berbeda (Tabel 1), tetapi pada 4MSP, sekitar 12.1-14.4%, lebih rendah daripada 2MSP, sekitar 19.6-20.8%. G2 cenderung mempunyai bobot turgid yang lebih tinggi, yang mencerminkan

kemampuan jaringan daun menyerap air, akan tetapi genotipe ini juga lebih mudah kehilangan air sebagaimana ditunjukkan oleh kadar air daun yang rendah pada kondisi tercekam kekeringan (Tabel 2). Menurut Prawiranata *et al.* (1992) DA, terutama pada tanaman yang kurang toleran, akan mempengaruhi semua proses metabolik, sehingga laju pertumbuhan tanaman menurun dan jika berlangsung lama dapat mengakibatkan kematian.

Luas daun spesifik (LDS) dapat digunakan untuk memperkirakan ketebalan daun, semakin rendah LDS maka daun akan semakin tebal (Sitompul dan Guritno, 1995). Salah satu adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan adalah menambah ketebalan daun, karena akan semakin tebal lapisan kutikula yang dapat menghambat kehilangan air. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa cekaman kekeringan pada KA media 25%KL selama 4 minggu tidak berpengaruh terhadap LDS. Dibandingkan dengan genotipe lain LDS G2 pada 2MSP lebih rendah, akan tetapi KAD relatif rendah (Tabel 1), mengindikasikan tidak adanya penghambatan transpirasi, diduga lapisan kutikula tidak cukup tebal untuk menghambat transpirasi.

Berat kering tajuk (BKT) semakin rendah dengan semakin rendah KA media pada 2MSP (Tabel 1). Tanaman yang tercekam kekeringan tumbuh lebih lambat sebagaimana ditunjukkan oleh BKT yang lebih rendah daripada tanaman yang tidak tercekam, mengindikasikan adanya penurunan laju pertumbuhan. BKT G1 lebih tinggi daripada genotipe lainnya sampai 2MSP (Tabel 2), tetapi pada 4MSP semua genotipe mempunyai BKT yang sama, menunjukkan kemampuan bibit kelapa sawit beradaptasi dengan cekaman kekeringan.

Kadar air media 25% KL menghasilkan bibit dengan berat kering akar (BKA) terendah (Tabel 1). Sampai dengan 2MSP, G1 mempunyai BKA lebih tinggi daripada genotipe lainnya, tetapi pada 4MSP BKA keempat genotipe tidak berbeda nyata. BKA menggambarkan kemampuan tanaman dalam menyediakan unsur hara dan air yang diperlukan dalam proses metabolisme. Tanaman dengan BKA lebih tinggi mempunyai kemampuan yang lebih besar untuk

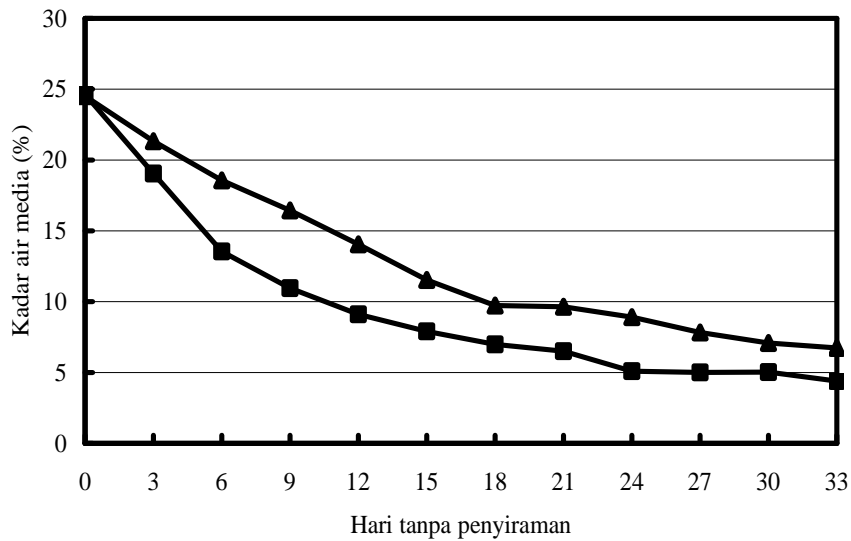
mendapatkan air pada saat tercekam kekeringan. BKA yang rendah pada perlakuan KA media 25% KL ini berkaitan dengan BKT yang rendah, yang mengindikasikan laju pertumbuhan yang rendah.

Nisbah tajuk/akar (nisbah T/A) tidak dipengaruhi oleh kadar air media dan genotipe (Tabel 1). Nisbah T/A mengindikasikan kemampuan tanaman menyerap air ketika terjadi cekaman kekeringan (Yoshida dan Hasegawa, 1982). G1 mempunyai pertumbuhan yang agak berbeda dengan genotipe lainnya, karena selama 4 minggu perlakuan nisbah T/A genotipe ini lebih stabil dan perkembangan akar cenderung lebih besar daripada genotipe lainnya (Tabel 1).

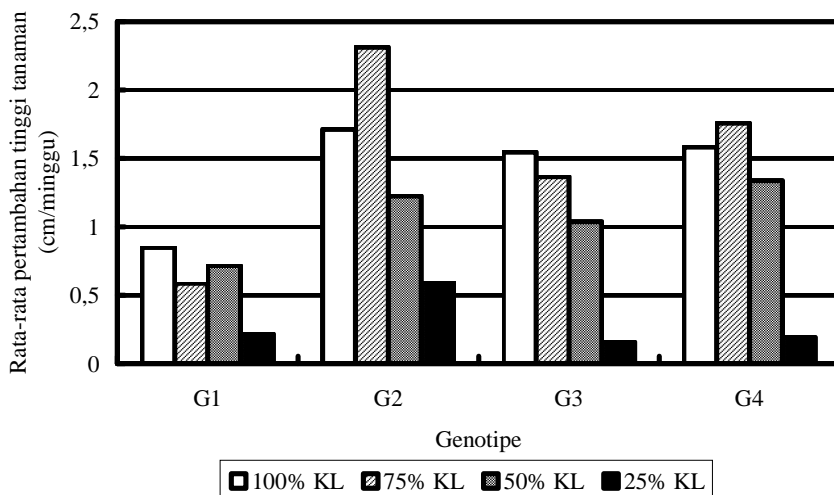
Salah satu mekanisme adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan untuk mempertahankan status air tetap tinggi adalah dengan mengembangkan perakaran, sehingga meningkatkan kemampuan tanaman dalam mengabsorpsi air. Menurut Hale dan David (1987) peningkatan sistem perakaran umumnya diikuti dengan penurunan pertumbuhan tajuk. Tanaman yang lebih mengutamakan pertumbuhan akar daripada tajuknya mempunyai kemampuan lebih baik untuk bertahan pada kondisi kekeringan. Oleh karena itu, diduga genotipe G1 lebih mampu bertahan pada kondisi tercekam kekeringan.

Pengaruh KA media terhadap tinggi tanaman (TT) sudah terlihat pada 2MSP sedangkan pengaruh genotipe pada 4MSP (Tabel 1). KA media yang rendah dapat menghambat pertumbuhan tanaman, sebagaimana ditunjukkan oleh pertambahan tinggi tanaman (PTT). PTT pada KA media 100, 75, dan 50%KL relatif lebih tinggi, sekitar 1.08-1.51 cm/minggu, dibandingkan dengan KA media 25% KL, 0.29 cm/minggu.

Bibit paling tinggi diperoleh dari G3, sedangkan yang paling rendah G1. Disamping itu G1 juga mempunyai PTT paling rendah, 0.58 cm/minggu (Tabel 1). Lambatnya pertambahan tinggi G1 diduga disebabkan oleh sifat genotipe tersebut yang pertumbuhannya lambat sebagaimana ditunjukkan oleh PTT pada kondisi cukup air (Gambar 2). Cekaman kekeringan menekan pertambahan tinggi G1 sekitar 69.4%, G2 sebesar 70.7%, G3 sebesar 89%, dan G4 sebesar 88.6%.



Gambar 1. Penurunan kadar air media: tanpa tanaman, dengan tanaman



Gambar 2. Pengaruh KA media terhadap rata-rata pertambahan tinggi tanaman pada masing-masing genotipe

Pengaruh KA media dan genotipe terhadap panjang akar (PA) hanya terjadi pada 2MSP (Tabel 1). KA media 25%KL menurunkan PA sampai 9.2% pada 2MSP akan tetapi PA dari keempat KA media tidak berbeda nyata pada 4MSP. Diduga pemanjangan akar merupakan salah satu mekanisme pertahanan bibit kelapa sawit dalam menghadapi cekaman kekeringan.

Panjang akar berkaitan dengan ketahanan tanaman pada saat tercekam kekeringan. Tanaman pada kondisi tercekam kekeringan akan cenderung memperpanjang akarnya sampai ke lapisan tanah yang tersedia cukup air. G1 cenderung mempunyai akar yang lebih panjang daripada genotipe lainnya pada 2MSP, yang mencerminkan kemampuan yang lebih baik untuk

mendapatkan air pada saat tercekam kekeringan, walaupun dengan berjalannya PA semua genotipe tidak berbeda nyata.

Penurunan KA media menurunkan volume akar (VA) yang terbentuk sejak 2MSP dan pada 4MSP penurunan semakin besar (Tabel 1). Penurunan VA karena cekaman kekeringan mencapai 60.28% pada 2MSP dan meningkat menjadi 66.17% pada 4MSP. Hasil ini sejalan dengan pengamatan Hermawan (1997) yang melaporkan terjadinya penurunan VA tanaman kenaf hingga 50% pada kondisi tercekam kekeringan.

G1 mempunyai VA tertinggi pada 2MSP, tetapi pada 4MSP volume akar keempat genotipe tidak berbeda nyata, diduga respon G1 terhadap cekaman

kekeringan lebih cepat dibandingkan genotipe lainnya. Hasil pengamatan juga menunjukkan pertumbuhan akar kuarter yang seimbang dengan pertumbuhan akar primer, sekunder dan tersier. Oleh karena itu semakin besar volume akar akan semakin banyak akar kuarter. Akar kuarter pada tanaman kelapa sawit berperan penting dalam mengabsorpsi unsur hara dan air (Turner dan Gilbanks, 1974), sehingga tanaman yang mempunyai volume akar tinggi akan mampu mengabsorpsi air lebih banyak, dan mampu bertahan dalam kondisi kekeringan.

Pengaruh KA media terhadap kandungan prolin (PR) terlihat pada 4MSP (Tabel 1). PR pada tanaman tercekam kekeringan lebih rendah dibandingkan dengan ketiga perlakuan KA media lainnya. Hasil ini bertentangan dengan penelitian Wijana (2001) yang menunjukkan bahwa PR tanaman kelapa sawit semakin tinggi pada kondisi tercekam.

Rendahnya PR pada KA media 25% KL diduga karena terjadi perombakan prolin untuk mensubstitusi kebutuhan energi yang tidak terpenuhi akibat rendahnya fotosintat yang dihasilkan pada kondisi tercekam kekeringan. Menurut Nottle *et al.* (1997) prolin dapat digunakan tanaman sebagai sumber cadangan karbon dan nitrogen, sedangkan menurut Walton *et al.* (1998) dan Yang dan Kao (1999) prolin yang terakumulasi di dalam sitoplasma dapat juga digunakan tanaman sebagai

energi bagi pemulihan proses fisiologi tanaman pasca cekaman kekeringan.

Prolin terakumulasi lebih banyak pada tanaman yang lebih toleran terhadap cekaman kekeringan dibandingkan dengan tanaman yang peka (Kirkham, 1990) dan menurut Pangaribuan (2001) peningkatan kandungan prolin bebas pada daun kelapa sawit yang cukup tinggi menunjukkan adanya keterkaitan dengan ketahanan terhadap cekaman kekeringan. G1 mengandung prolin paling tinggi (Tabel 1), sehingga diduga genotipe ini lebih toleran terhadap cekaman kekeringan. Akumulasi prolin pada bibit kelapa sawit yang diduga toleran terhadap cekaman kekeringan sudah diteliti, sebesar 2.22 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ (Pangaribuan, 2001) lebih rendah daripada hasil analisis dalam penelitian ini (2.6 $\mu\text{mol.g}^{-1}$) dan jauh lebih rendah daripada hasil pengamatan Wijana (2001) sebesar 25.18 $\mu\text{mol.g}^{-1}$. Tanaman kelapa sawit di lapang yang diduga toleran terhadap kekeringan mempunyai kandungan prolin sebesar 2.03–3.39 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ (Meiyannie, 2005).

KA media 25% KL secara nyata mempengaruhi hampir seluruh peubah pada 4 MSP (Tabel 3). Perlakuan 100, 75 dan 50%KL umumnya tidak memberi pengaruh yang berbeda pada peubah yang diamati, kecuali BKT, BKA dan VA. Oleh karena itu KA media 25% KL merupakan kondisi cekaman kekeringan bagi bibit kelapa sawit dan dapat digunakan untuk seleksi ketahanan bibit.

Tabel 3. Rekapitulasi pengaruh KA media terhadap peubah pertumbuhan bibit kelapa sawit pada 4 MSP

KA Media	KAD	DA	LDS	BKT	BKA	T/A	TT	PA	VA	PR
K0: 100 % KL	+++	+++	--	+++	+++	--	+++	+++	+++	+++
K1: 75 % KL	+++	+++	--	++	++	--	+++	+++	++	+++
K2: 50 % KL	++	+++	--	++	++	--	+++	+++	++	+++
K3: 25 % KL	+	+	--	+	+	--	+	+	+	+

Ket: -- = tidak berbeda nyata, + = rendah, ++ = sedang, +++ = tinggi

KAD: kadar air daun, DA: defisit air, LDS: luas daun spesifik, BKT: berat kering tajuk, BKA: berat kering akar, T/A: nisbah tajuk/akar, TT: tinggi tanaman, PA: panjang akar, VA: volume akar, PR: kandungan prolin

Kajian Karakter Ketahanan terhadap Cekaman Kekeringan

Air mempunyai peran yang penting dalam pertumbuhan tanaman. Semakin tinggi nilai IS (indeks sensitivitas) untuk KAD, semakin tinggi kandungan air dalam jaringan. G2 mempunyai nilai IS terendah dan termasuk dalam kategori peka, sedangkan ketiga genotipe lainnya masuk dalam kategori agak toleran (Tabel 4). Sebaliknya nilai IS untuk DA yang tinggi menggambarkan penurunan status air yang besar, yang menunjukkan ketidak-mampuan tanaman mempertahankan air dalam jaringan pada kondisi tercekam kekeringan, atau peka terhadap kekeringan. G2 masuk dalam kategori peka, sedangkan G3

mempunyai nilai IS terendah dan masuk kategori toleran.

Tanaman yang mempunyai nilai IS tinggi untuk BKT menunjukkan karakter toleran terhadap kekeringan, karena tanaman masih mampu tumbuh dalam kondisi tercekam kekeringan. Dalam Tabel 4 dapat dilihat bahwa G1 dan G2 masuk kategori agak peka, sedang G3 toleran dan G4 agak toleran. Demikian juga BKA yang mengindikasikan kemampuan tanaman mengabsorpsi air. Tanaman dengan nilai IS tinggi untuk BKA mempunyai perakaran yang besar dan tingkat ketahanan yang lebih tinggi terhadap kekeringan daripada tanaman dengan nilai IS yang rendah. Dalam hal ini G1 masuk kategori peka, G2 agak peka, G3

toleran dan G4 agak toleran (Tabel 4). Sebaliknya semakin rendah nilai IS berdasarkan nisbah T/A semakin toleran terhadap cekaman kekeringan, karena tanaman mempunyai perakaran lebih besar daripada tajuknya. Dalam hal ini G1 masuk kategori peka, sedangkan ketiga genotipe lainnya agak toleran.

Tanaman dengan nilai IS untuk TT lebih besar menunjukkan kemampuan bertahan pada kondisi kekeringan karena pertumbuhannya tidak terhambat. G1 masuk dalam kategori toleran dan ketiga genotipe lainnya agak peka, sebagaimana juga ditunjukkan oleh panjang akar. Tanaman yang berakar lebih panjang mempunyai kemampuan lebih baik dalam mengabsorpsi air daripada tanaman berakar pendek. G1 mempunyai nilai IS untuk PA tertinggi dan termasuk dalam kategori toleran, sedangkan G2 mempunyai nilai IS terendah dan termasuk peka (Tabel 4). Data ini tidak sejalan dengan data VA yang menunjukkan G1 mempunyai nilai IS terendah dan termasuk kategori peka dan G3

mempunyai nilai IS tertinggi, termasuk kategori toleran, karena tanaman yang mempunyai nilai IS tinggi mempunyai volume akar yang besar dan lebih toleran terhadap cekaman kekeringan (Tabel 4).

Tanaman dengan PR lebih tinggi akan lebih mampu bertahan pada kondisi kekeringan. Berdasarkan nilai IS untuk PR, G1 masuk dalam kategori toleran, G2 dan G3 agak peka, sedangkan G4 agak toleran (Tabel 4).

Berdasarkan IS untuk TT, PA dan PR, G1 lebih toleran terhadap cekaman kekeringan daripada genotipe lainnya, sedangkan berdasarkan IS untuk BKA, nisbah T/A, dan VA genotipe ini peka terhadap cekaman kekeringan. G2 mempunyai kepekaan lebih tinggi daripada genotipe lainnya berdasarkan IS untuk KAD, DA dan PA. G3 berdasarkan IS untuk DA, BKT, BKA dan VA lebih toleran daripada genotipe lainnya terhadap cekaman kekeringan (Tabel 4).

Tabel 4. Kategori (K) ketahanan genotipe (G) terhadap kekeringan berdasarkan indeks sensitivitas (IS) masing-masing peubah pada 4MSP

G	KAD ¹		DA ²		BKT ³		BKA ⁴		T/A ⁵		TT ⁶		PA ⁷		VA ⁸		PR ⁹	
	IS	K	IS	K	IS	K	IS	K	IS	K	IS	K	IS	K	IS	K	IS	K
G1	101.49	D	98.52	D	89.29	C	68.90	B	112.46	B	104.66	E	107.98	E	74.89	B	103.00	E
G2	96.69	B	114.08	B	90.12	C	92.48	C	98.73	D	98.28	C	92.21	B	88.94	C	97.35	C
G3	100.28	D	85.74	E	118.76	E	129.78	E	95.27	D	97.19	C	101.86	D	123.50	E	97.82	C
G4	101.54	D	101.66	C	101.84	D	108.84	D	93.54	D	99.87	C	97.95	C	112.67	D	101.83	D

Ket: KAD: kadar air daun, DA: defisit air, BKT: berat kering tajuk, BKA: berat kering akar, T/A: nisbah tajuk/akar, TT: tinggi tanaman, PA: panjang akar, VA: volume akar, PR: kandungan prolin; ¹SD (standar deviasi)=2.29; ²SD=11.64; ³SD=13.76; ⁴SD=25.75; ⁵SD=8.58; ⁶SD=3.30; ⁷SD=6.63; ⁸SD=22.10; ⁹SD=2.84; A: sangat peka, B: peka, C: agak peka, D: agak toleran, E: toleran, F: sangat toleran

Hasil uji korelasi antar peubah menunjukkan bahwa beberapa peubah mempunyai korelasi yang tinggi dengan peubah lainnya, kecuali peubah PA yang tidak mempunyai korelasi yang nyata terhadap semua

peubah yang diamati, sedangkan peubah nisbah T/A hanya mempunyai korelasi yang nyata (negatif) terhadap peubah BKA dan VA (Tabel 5).

Tabel 5. Matriks koefisien korelasi antar peubah pada 4 MSP

	KAD	DA	BKT	BKA	T/A	TT	PA	VA
DA	-0.809**	-						
BKT	0.508**	-0.627**	-					
BKA	0.422**	-0.517**	0.834**	-				
T/A	-0.006	0.091	-0.548**	-0.109	-			
TT	0.457*	-0.553**	0.461**	0.561**	-0.098	-		
PA	0.115	-0.061	0.073	0.134	0.013	0.218	-	
VA	0.467**	-0.592**	0.910**	0.823**	-0.484**	0.549**	0.215	-
PR	0.551**	-0.550**	0.371**	0.539**	0.163	0.356*	0.005	0.379**

Ket: * nyata, ** sangat nyata

KAD: kadar air daun, DA: defisit air, BKT: berat kering tajuk, BKA: berat kering akar, T/A: nisbah tajuk/akar, TT: tinggi tanaman, PA: panjang akar, VA: volume akar, PR: kandungan prolin

Dalam menyeleksi bibit perlu dipilih karakter-karakter yang mudah diamati, cepat, murah dan tidak bersifat destruktif. Dalam hal ini peubah KAD

mempunyai prospek yang baik sebagai salah satu karakter yang digunakan dalam seleksi dini, karena KAD berkorelasi secara nyata dengan peubah DA,

BKT, BKA, TT, VA dan PR (Tabel 5). VA berkorelasi nyata terhadap KAD, DA, BKT, BKA, T/A dan TT, sedangkan PR telah diketahui dapat digunakan sebagai indikator ketahanan terhadap cekaman kekeringan sebagaimana ditunjukkan oleh korelasinya yang nyata terhadap enam peubah lainnya. Akan tetapi pengukuran VA bersifat destruktif sedangkan penggunaan peubah PR sebagai indikator ketahanan masih dianggap terlalu mahal serta memerlukan peralatan dan ketrampilan khusus.

KESIMPULAN

1. Perlakuan kadar air media 25% KL selama 4 minggu secara nyata menekan pertumbuhan bibit kelapa sawit sebagaimana ditunjukkan oleh penurunan kadar air daun, bobot kering tajuk, bobot kering akar, tinggi tanaman, panjang akar, dan volume akar; serta peningkatan defisit air. Oleh karena itu KA media 25% KL dapat digunakan sebagai sarana seleksi ketahanan bibit kelapa sawit terhadap kekeringan.
2. Empat genotipe yang diuji memberikan respon berbeda terhadap cekaman kekeringan. Dari keempat genotipe tersebut G1 merupa
3. kan genotipe yang paling toleran diikuti oleh G3 sedang G2 dan G4 merupakan genotipe yang agak peka.
3. Peubah kadar air daun merupakan peubah yang mudah, murah, cepat dan tidak destruktif untuk digunakan dalam seleksi bibit kelapa sawit yang toleran terhadap cekaman kekeringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada PT Dami Mas Sejahtera dan SMART Research Institute Libo-Riau atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aluko, G.K., J. H. Oard. 2004. Evaluation of Discriminant Analysis as a Tool for Rapid Identification of Markers Associated with Drought Resistance in Rice. Rockefeller Foundation Workshop 2004. p 83-84.
- Bates, L. S., R. P. Waldren, I. D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*. J. 39:205-207.
- Departemen Pertanian. 2002. Perkembangan Perkelapa-sawitan (Online). Available at http://www.deptan.go.id/perkebunan/ks_indo_tahunan.htm (23 Desember 2003)
- Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan. 2003. Produksi, Luas Areal dan Produktivitas Perkebunan di Indonesia 1998–2002 (online). Available at <http://www.bunnas.com> (20 Agustus 2003).
- Hale, M.g., M. O. David. 1987. *Physiology of Plant Under Stress*. John Wiley & Sons. New York. 206 p.
- Hermawan, T. B. 1997. Uji ketahanan beberapa galur kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) terhadap cekaman kekeringan. (Skripsi) Program Pendidikan Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 41 hal.
- Kirkham, M.B. 1990. Plant Responses to Water Deficits. pp. 323-342. In B.A. Stewart and D.R. Nielsen (Eds). *Irrigation of Agricultural Crops*. Madison, Wisconsin USA.
- Levitt, J. 1980. Respon of Plants to Environmental Stress. 2nd Edition (Vol. 2). Academic Press, Inc. New York. 607 p.
- Lubis, A. U. 1992. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Indonesia. Pusat Penelitian Perkebunan Marihat. Bandar Kuala, Sumatera Utara. 435 hal.
- Mangoensoekarjo, S., H. Semangun. 2003. *Manajemen Agrobisnis Kelapa Sawit*. Gajah Mada Univ. Press. Yogyakarta. 605 hal.
- Meiyannie, A. 2005. Analisis beberapa peubah biokimia pada tanaman kelapa sawit yang berasal dari dua lokasi berbeda. (Skripsi) Program Pendidikan Sarjana, Universitas Pakuan. Bogor. 97 hal.
- Notle, K. D., A. D. Hanson, D. A. Gage. 1997. Proline accumulation and methylation to proline betain in *Citrus*: Implication for genetic engineering of stress resistance. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122(1): 8-13.
- Pangaribuan, Y. 2001. Studi karakter morfologi tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan terhadap cekaman kekeringan. (Thesis) Program Pascasarjana, Intitut Pertanian Bogor. Bogor. 74 hal.
- Prawiranata, W., S. Harran, P. Tjondronegoro. 1992. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan Jilid I. Jurusan Biologi*. FMIPA IPB. Bogor. 341 hal.

- Siregar, H. H., W. Darnosarkoro, Z. Poeloengan. 1998. Oil palm yield simulation using drought characteristic. Int. Oil Palm Conf. Nusa Dua, Bali, September 23- 25, 1998.
- Sitompul, S.M., B. Guritno. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 412 hal.
- Turner, P.D., R. A. Gilbanks. 1974. Oil Palm Cultivation and Management. The Incorporated Society of Planters. Kuala Lumpur. 672 p.
- Walton, E. F., E. Podivinsky, R. M. Wu, P. H. S. Reynolds, L. W. Young. 1998. Regulation of proline biosynthesis on kiwifruits buds with and without hydrogen cyanamide treatment. *Physiol Plant*. 102: 171-178.
- Wijana, G. 2001. Analisis fisiologi, biokimia dan molekuler sifat toleran tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap cekaman kekeringan. (Disertasi) Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor. 145 hal.
- Yang, C.W., C. H. Kao. 1999. Importance of ornithine-transferase to prolin accumulation caused by water stress in detached rice leaves. *Plant Growth Reg.* 27:189-192.
- Yoshida, S., S. Hasegawa. 1982. The rice root system: Its development and function. pp. 97-114. *In* M. Takane (Ed.) Drought Resistance in Crops with Emphasis on Rice. IRRI. Los Banos, The Philippine.