

PENGUNAAN PARAMETER FISILOGI UNTUK MENDAPATKAN BAHAN TANAMAN KELAPA SAWIT YANG TOLERAN TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN

Subronto, Iman Yani Harahap, dan Sjafrul Latif

ABSTRAK

Pengaruh cekaman air pada tanaman kelapa sawit dapat menurunkan produksi TBS 10-40 %. Strategi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah kekeringan ini adalah mendapatkan bahan tanaman kelapa sawit yang toleran melalui program seleksi. Salah satu kegiatan yang utama dalam program seleksi tersebut adalah mencari parameter fisiologi yang dapat digunakan di tahap pembibitan, sehingga diharapkan program seleksi ini tidak memerlukan waktu yang lama. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Pusat Penelitian Kelapa Sawit di Marihat, Pematang Siantar, Sumatera Utara. Percobaan dibangun dengan perlakuan yang disusun menurut rancangan acak lengkap faktorial 2 faktor, yaitu faktor bahan tanaman sebanyak 14 persilangan (induk DA 10 D x DA 8 D; DA 8 D self, bapak LM 9 T x LM 2 T), dan faktor kekeringan air tanah sebanyak 2 taraf yaitu penyiraman 100% kapasitas lapang dan tanpa penyiraman. Tiap kombinasi perlakuan tersebut diulang sebanyak sembilan kali. Parameter fisiologi yang diuji adalah nisbah luas daun, limpasan metabolit, kadar P limpasan, pH limpasan, kadar K limpasan, nisbah tajuk-akar, turgiditas relatif, kadar air daun, bobot daun spesifik, defisit air jenuh, kapasitas penyimpanan air, persentase integritas absolut membran sel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 11 parameter fisiologi yang diuji ternyata hampir semuanya menunjukkan tanggap yang nyata atas perlakuan cekaman kekeringan terhadap bibit kelapa sawit. Dari dua pengamatan yang dilakukan pada umur 6 dan 12 bulan diketahui parameter yang konsisten dan memiliki R^2 tertinggi dengan kadar air tanah adalah kadar air daun dan turgiditas relatif. Dengan demikian kedua parameter ini seterusnya dapat digunakan untuk menyeleksi bahan tanaman kelapa sawit yang toleran terhadap cekaman air. Hasil seleksi pendahuluan menunjukkan bahwa persilangan no. 4 adalah bahan tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan.

Kata kunci: *Elaeis guineensis*, toleransi kekeringan, parameter fisiologi, program seleksi

PENDAHULUAN

Di Indonesia kelapa sawit penting artinya sebagai sumber devisa dan hajat hidup rakyat banyak, sehingga diharapkan para komoditas ini dapat terus menerus meningkat. Salah satu upaya meningkatkan produksi kelapa sawit adalah dengan memperluas areal ke kawasan Indonesia Timur yang beriklim relatif kering tipe B dan D klasifikasi Oldeman). Pengembangan areal pertanaman kelapa sawit di kawasan Indonesia Timur akan

menghadapi kendala lahan bermasalah, yaitu lahan yang memiliki kelembaban air tanah yang rendah, karena kelapa sawit memiliki sistem perakaran yang dangkal (akar serabut) sehingga mudah mengalami cekaman kekeringan. Dampak kekeringan dapat menurunkan produksi kelapa sawit hingga 40% dalam waktu 2 tahun ke depan setelah terjadi kekeringan (6, 8).

Strategi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah kekeringan ini adalah mendapatkan bahan tanaman kelapa sawit yang toleran melalui program seleksi. Sa-

lah satu kegiatan yang utama dalam program seleksi tersebut adalah mencari parameter fisiologi yang dapat digunakan di tahap pembibitan; sehingga diharapkan program seleksi ini tidak memerlukan waktu yang lama.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan parameter fisiologi yang baku untuk menetapkan metode seleksi bahan tanaman kelapa sawit yang toleran terhadap cekaman kekeringan pada fase dini (pembibitan). Parameter fisiologi yang dievaluasi merupakan parameter yang diduga dapat mengindikasikan terjadinya cekaman kekeringan secara tegas. Adapun parameter tersebut meliputi nisbah luas daun, limpasan metabolit, kadar P limpasan, pH limpasan, kadar K limpasan, nisbah tajuk-akar, turgiditas relatif, kadar air daun, bobot daun spesifik, kapasitas penyimpanan air, dan persentase integritas absolut membran sel.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Pusat Penelitian Kelapa Sawit di Marihat, Pematang Siantar, Sumatera Utara. Percobaan dibangun dengan perlakuan yang disusun menurut rancangan acak lengkap faktorial 2 faktor, yaitu faktor bahan tanaman sebanyak 14 persilangan (induk DA 10 D x DA 8 D; DA 8 D self, bapak LM 9 T x LM 2 T), dan faktor pemberian air sebanyak 2 taraf yaitu pemberian air hingga kapasitas lapang dan tanpa pemberian air. Perlakuan pemberian air tersebut dilakukan selama 2 bulan. Tiap kombinasi perlakuan tersebut diulang sebanyak sembilan kali. Pengujian parameter fisiologi dilakukan dengan uji t-berpasangan antara data pengamatan perlakuan pemberian air dan tanpa pemberian air. Pengamatan dilakukan dua kali yaitu pada saat bibit

berumur 6 dan 12 bulan. Sedangkan parameter fisiologis yang diamati meliputi nisbah luas daun (4), limpasan metabolit, kadar P limpasan (1), pH limpasan (3), kadar K limpasan (7), nisbah tajuk-akar, turgiditas relatif (10), kadar air daun, bobot daun spesifik (9), kapasitas penyimpanan air, dan persentase integritas absolut membran sel (2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efek pemberian air dan tanpa pemberian air terhadap tiap parameter fisiologi yang diamati pada umur bibit 6 dan 12 bulan disajikan pada Tabel 1. Semua parameter fisiologi yang diamati menunjukkan perbedaan yang nyata antara bibit yang disiram dan yang menerima cekaman kekeringan kecuali untuk nisbah tajuk akar dan kapasitas penyimpanan air.

Hubungan kondisi kadar air tanah dengan tiap parameter fisiologis digambarkan dengan persamaan regresi, yang keratan dan arah hubungannya ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa terdapat lima parameter fisiologi yang memiliki hubungan yang relatif erat dengan kondisi kadar air tanah, yaitu: (1) bobot daun spesifik dengan nilai koefisien determinasi regresi pada umur 6 dan 12 bulan berturut-turut adalah 0,91 dan 0,24; (2) kadar air daun dengan nilai koefisien determinasi regresi pada umur 6 dan 12 bulan berturut-turut adalah 0,91 dan 0,80; (3) turgiditas relatif dengan nilai koefisien determinasi regresi pada umur 6 dan 12 bulan berturut-turut adalah 0,87 dan 0,69; (4) kadar K limpasan dengan nilai koefisien determinasi regresi pada umur 6 dan 12 bulan berturut-turut adalah 0,46 dan 0,83; dan (5) limpasan metabolit dengan nilai koefisien determinasi regresi pada

umur 6 dan 12 bulan berturut-turut adalah 0,51 dan 0,76. Walaupun demikian kelima parameter fisiologi yang memiliki hubungan yang erat dengan kondisi kadar air tanah tersebut ternyata tidak secara konsisten memiliki arah kecenderungan regresi, kecuali pada parameter fisiologi kadar air daun dan turgiditas relatif (Gambar 1). Berdasarkan pengamatan pada umur bibit yang berbeda tersebut hanya kadar air daun dan turgiditas relatif yang merespon kondisi kadar air tanah dengan konsisten. Indikasi kemampuan merespon perubahan kadar air tanah oleh parameter kadar air

daun dan turgiditas relatif juga diperkuat dari hasil analisis ragam efek perlakuan kombinasi pemberian air dan jenis bahan tanaman (persilangan) terhadap tiap parameter fisiologi yang dievaluasi tersebut, yang menunjukkan bahwa interaksi kondisi kadar air tanah dan jenis bahan tanaman hanya dapat terlihat pada parameter kadar air daun dan turgiditas relatif (Tabel 3). Dengan demikian kedua parameter ini seterusnya dapat digunakan untuk menyeleksi bahan tanaman kelapa sawit yang toleran terhadap cekaman air.

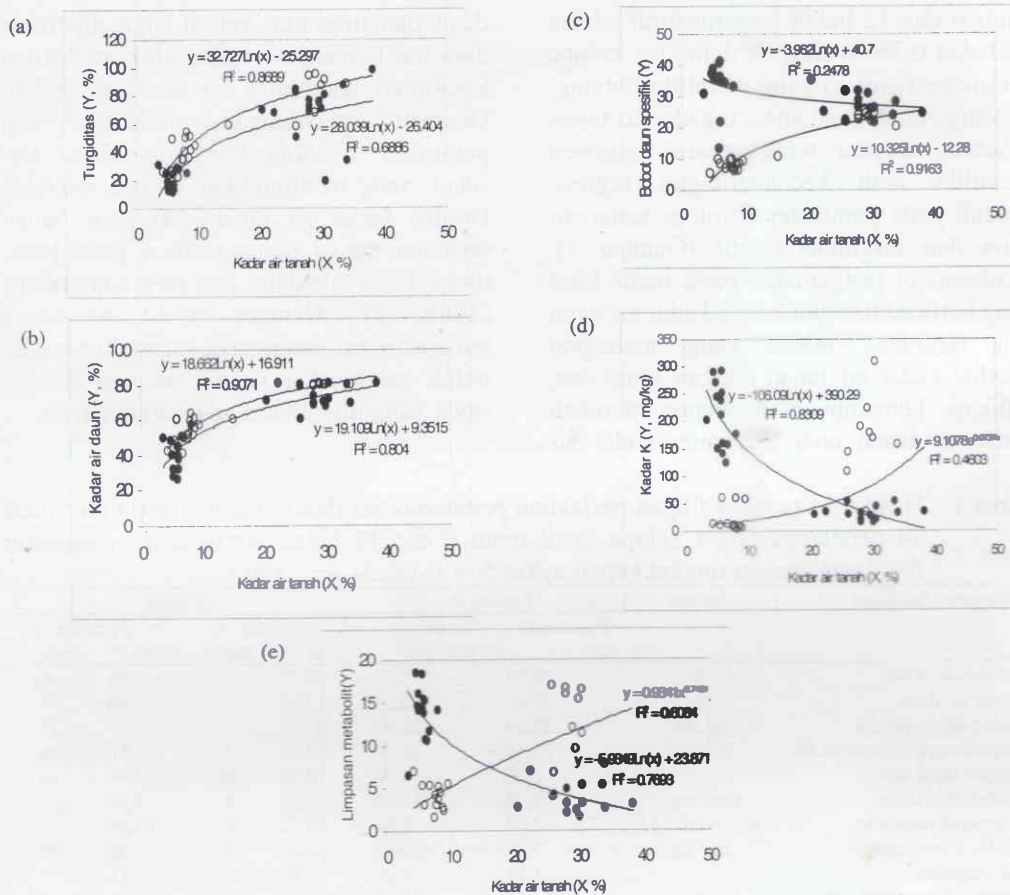
Tabel 1. Hasil uji-t perbandingan perlakuan pemberian air dan tanpa pemberian air pada 14 persilangan bibit kelapa sawit umur 6 dan 12 bulan untuk setiap parameter fisiologis dengan tingkat kepercayaan 5 % ($t\text{-tabel}_{0,05} = 2,05$)

Parameter fisiologis	Satuan	Perlakuan		t-hitung			
		Pemberian air	Tanpa pemb.air	6 bulan		12 bulan	
				nilai	beda	nilai	beda
Turgiditas relatif	%	79,37	31,18	-9,75	*	-8,26	*
Kadar air daun	%	77,17	48,23	-13,25	*	-9,49	*
Bahan daun spesifik	mg cm ⁻²	25,34	21,00	-25,59	*	2,57	*
Kapasitas penyimpanan air	% mm ⁻²	35,36	26,70	-3,08	*	-0,81	ns
Nilai tukar akar	-	2,30	1,90	0,78	ns	-0,84	ns
Nilai luas daun	mm ² mg ⁻¹	5,90	13,18	8,12	*	3,98	*
Limpasan metabolit	μhos cm ⁻² g ⁻¹	7,07	9,04	-3,78	*	10,39	*
Kadar K limpasan	mg/ kg	77,5	106,6	4,45	*	10,16	*
pH limpasan	-	4,43	4,20	8,12	*	-4,11	*
Integrasi membran sel	%	34,41	17,04	-3,78	*	-3,78	*
Kadar P limpasan	mg kg ⁻¹	3,61	6,99	-3,71	*	6,64	*

Keterangan: * = beda nyata; ns: tidak berbeda nyata

Tabel 2. Nilai koefisien determinasi (R^2) dan kecenderungan arah hubungan regresi dari setiap parameter fisiologi terhadap kadar air tanah pada pengamatan umur bibit kelapa sawit 6 dan 12 bulan

Parameter fisiologis	Umur bibit 6 bulan		Umur bibit 12 bulan	
	R^2	Arah regresi	R^2	Arah regresi
Kadar air daun	0,91	+	0,80	+
Turgiditas relatif	0,87	+	0,69	+
Bahan daun spesifik	0,91	+	0,24	+
Kapasitas penyimpanan air	0,35	+	0,01	+
Nilai tukar akar	0,19	+	0,02	+
pH limpasan	0,54	+	0,41	-
Integrasi absolut	0,59	+	0,28	-
Kadar P limpasan	0,46	+	0,50	-
Kadar K limpasan	0,46	+	0,83	-
Limpasan metabolit	0,61	+	0,76	-
Nilai luas daun	0,75	-	0,15	-



Gambar 1. Hubungan kadar air tanah dengan turgiditas relatif (a), kadar air daun (b), bobot daun spesifik (c), kadar K limpasan (d), dan limpasan metabolit (e) pada pengamatan umur bibit 6 bulan (○) dan 12 bulan (●)

Pada umumnya status air pada tanaman dinyatakan dengan kadar air. Kadar air berdasarkan persentase berat basah kurang meyakinkan karena sering terjadi fluktuasi dan tidak sensitif terhadap perubahan yang kecil, sehingga menimbulkan kesulitan dalam penggunaannya (5). Oleh karena itu untuk mengukur status air sebaiknya dinyatakan dalam keadaan turgid, dengan cara menghitung kandungan air relatif yaitu

tu besaran yang menunjukkan banyak nya air yang dibutuhkan agar jaringan mencapai turgor. Hasil pengamatan berdasar parameter turgiditas relatif menunjukkan bahwa persilangan nomor 4 merupakan persilangan yang cukup toleran terhadap cekaman kekeringan, yang diindikasikan oleh nilai turgiditasnya yang relatif besar (Tabel 4), hanya sedikit membutuhkan air untuk mencapai kondisi turgid.

Tabel 3. Ringkasan sidik ragam efek kombinasi perlakuan pemberian air dan bahan tanaman (persilangan) terhadap setiap parameter fisiologis yang diamati

Sumber	db	F-hitung	t _{0,05}	beda	F-tabel	t _{0,10}	beda
<u>Turgiditas relatif</u>							
- Pemberian air (A)	1	281,73	4,21	*	2,90		*
- Bahan tanaman (B)	13	0,96	2,11	ns	1,78		ns
- Interaksi (A) X (B)	13	2,02	2,11	ns	1,78		*
<u>Kadar air daun</u>							
- Pemberian air (A)	1	309,52	4,21	*	2,90		*
- Bahan tanaman (B)	13	0,72	2,11	ns	1,78		ns
- Interaksi (A) X (B)	13	2,15	2,11	*	1,78		*
<u>Bobot daun spesifik</u>							
- Pemberian air (A)	1	3,32	4,21	ns	2,90		ns
- Bahan tanaman (B)	13	0,17	2,11	ns	1,78		ns
- Interaksi (A) X (B)	13	0,28	2,11	ns	1,78		ns
<u>Kapasitas penyimpanan air</u>							
- Pemberian air (A)	1	4,21	4,21	ns	2,90		*
- Bahan tanaman (B)	13	0,89	2,11	ns	1,78		ns
- Interaksi (A) X (B)	13	0,65	2,11	ns	1,78		ns
<u>Nisbah tajuk akar</u>							
- Pemberian air (A)	1	4,88	4,21	*	2,90		ns
- Bahan tanaman (B)	13	0,57	2,11	ns	1,78		ns
- Interaksi (A) X (B)	13	1,50	2,11	ns	1,78		ns
<u>Nisbah luas daun</u>							
- Pemberian air (A)	1	37,93	4,21	*	2,90		*
- Bahan tanaman (B)	13	1,27	2,11	ns	1,78		ns
- Interaksi (A) X (B)	13	0,37	2,11	ns	1,78		ns
<u>Limpasan metabolit</u>							
- Pemberian air (A)	1	1,18	4,21	ns	2,90		ns
- Bahan tanaman (B)	13	0,19	2,11	ns	1,78		ns
- Interaksi (A) X (B)	13	0,23	2,11	ns	1,78		ns
<u>Kadar K limpasan</u>							
- Pemberian air (A)	1	1,05	4,21	ns	2,90		ns
- Bahan tanaman (B)	13	0,45	2,11	ns	1,78		ns
- Interaksi (A) X (B)	13	0,23	2,11	ns	1,78		ns
<u>pH limpasan</u>							
- Pemberian air (A)	1	18,64	4,21	*	2,90		*
- Bahan tanaman (B)	13	0,79	2,11	ns	1,78		ns
- Interaksi (A) X (B)	13	0,64	2,11	ns	1,78		ns
<u>Integritas membran sel</u>							
- Pemberian air (A)	1	6,24	4,21	*	2,90		*
- Bahan tanaman (B)	13	0,34	2,11	ns	1,78		ns
- Interaksi (A) X (B)	13	0,27	2,11	ns	1,78		ns
<u>Kadar P limpasan</u>							
- Pemberian air (A)	1	10,40	4,21	*	2,90		*
- Bahan tanaman (B)	13	0,78	2,11	ns	1,78		ns
- Interaksi (A) X (B)	13	0,27	2,11	ns	1,78		ns

Keterangan: * : beda nyata; ns: tidak berbeda nyata

Tabel 4. Perbandingan antar nilai tengah parameter fisiologi terpilih yang digunakan untuk menyeleksi bahan tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan

No.	Nomor Persilangan	Turgiditas relatif (%)	Kadar air daun (%)
1	1	57,87 ab	63,26
2	2	57,57 ab	62,73
3	3	45,12 b	61,43
4	4	65,92 a	65,38
5	5	56,07 ab	63,10
6	6	52,90 ab	58,78
7	7	56,37 ab	58,50
8	8	46,30 b	60,20
9	9	55,97 ab	63,61
10	10	53,73 ab	61,07
11	11	58,87 ab	64,04
12	12	54,57 ab	62,28
13	13	59,72 ab	67,72
14	14	52,77 ab	65,67

Keterangan : angka dalam satu kolom yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata dengan uji DMRT pada tingkat kepercayaan 5 %

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 11 parameter fisiologi yang diuji ternyata hampir semuanya menunjukkan tanggap yang nyata atas perlakuan cekaman kekeringan terhadap bibit kelapa sawit. Dua pengamatan yang dilakukan pada umur 6 dan 12 bulan menunjukkan bahwa parameter yang konsisten dan memiliki nilai R^2 tertinggi dengan kadar air tanah adalah kadar air daun dan turgiditas relatif. Dengan demikian kedua parameter ini seterusnya dapat digunakan untuk menyeleksi bahan tanaman kelapa sawit yang toleran terhadap cekaman air. Hasil seleksi pendahuluan menunjukkan bahwa persilangan no. 4 adalah bahan tanaman yang paling toleran terhadap cekaman kekeringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Proyek Riset Unggulan Terpadu (RUT) VI LIPI/ Kementerian Negara Riset dan Teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

1. AMES, B.N. 1966. Assay of inorganic phosphate, total phosphate and phosphatases. *In Methods of Enzymology* ; 115-118. Colowick, S.P. and N.O. Kaplan (Eds)
2. CORNAIRE, B. 1991. Mecanismes physiologiques d'adaptation a la secheresse et creation de materiel vegetal adapte chez le cocotier et le palmier a huile. Compte rendu de l'atelier international " L'Adaptation a la secheresse chez le arbres, physiologie, techniques et methodes d'etudes". Pobe (Benin) 12- 15 Novembre 1991. Centre d'Etudes Regional Pour l'Amelioration de l'Adaptation a la Secherese. ISRA-CNRA, Senegal. p14-17.
3. DWIVEDI, R.S., Y.C. JOSHI, P.C. NAUTYAL, A.L. SINGH, V. RAVINDRA, A.N. THAKAR, V.G. KORADIA and G.S. DHAPWAL. 1986. Detection of drought resistance in peanut. *Oleagineux* 41(6):281-285
4. GIFFORD, R.M. and L.T. EVANS. 1981. Photosynthesis, carbon partitioning and yield. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 32:485-509.
5. KRAMER, P.J. 1980. Plant and Soil Water Relationship. A Modern Syntesis. Tata Mc Graw Hill. Publ. Coy. New Delhi, 482 pp.
6. MAILLARD, G., C. DANIEL et R. OCHS. 1974. Analyse des effect de la secheresse sur le palmier a huile. *Oleagineux* 29(8/9):397-404.

7. NAUTIYAL, P.C., V. RAVINDRA, S. VASANTHA and Y.C. JOSHI. 1991. Physiological and biochemical basis for viability differences in Spanish groundnut in response to soil moisture stress. *Oleagineux* 46(4):153-158.
8. SIREGAR, H., A. PURBA, E. SYAMSUDDIN dan Z. POELOENGAN. 1995. Penanggulangan kekeringan pada tanaman kelapa sawit. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit* 3(1): 9-14.
9. SONG, S.P. and WALTON, P.D. 1978. Inheritance of leaflet size and specific leaf weight in alfalfa. *Crop Science* 15: 649-652.
10. WEATHERELY, P.E. 1960. Studies in the water relations of cotton I. The field measurement of water deficit in leaves. *New Phytologist* 49: 81-97.

The use of physiological parameters for obtaining the drought tolerant oil palm planting material

Subronto, Iman Yani Harahap and Sjafrul Latif

Abstract

The influence of drought would decrease oil palm yield as much as 10-40 %. The strategy that can be done to solve this problem is to select oil palm planting materials that tolerance to drought. Since the genetic information of drought tolerance of oil palm materials is not available, and conventional breeding program requires long term period, therefore it has to find out the physiological parameters that may be used at short term selection program in the nursery. The trial was conducted at green house of IOPRI in Marihat-Pematang Siantar, North Sumatra. The experimental design was arranged by factorial completely randomized design with 9 replications. The first factor is fourteen oil palm crosses age 6 and 12 month, (female parents DA 10 D x DA 8 D, DA 8 self, male parent LM 9 T x LM 2 T). The second factor is two level of drought, watering until field capacity and without watering. The physiological parameters evaluated were including leaf area ratio, metabolite leaching, P leaching content, pH leaching, K leaching content, shoot-root ratio, relative turgidity, leaf water content, specific leaf weight, water storage capacity and absolute integrity of cell membrane. The result showed that two physiological parameters i.e. leaf water content and relative turgidity have consistent and quite response to drought. Therefore both parameters could continually be used to select the drought tolerance of oil palm materials. Pre result selection program using these physiological parameters showed that the cross number 4 is the drought tolerance oil palm material.

Key words: *Elaeis guineensis*, drought tolerance, physiological parameters, breeding program

Introduction

Oil palm in Indonesia is important as source of income and for most population life, and therefore, the role of this commodity is expected to be further developed. One of the efforts to increase the role of oil palm is to expand its cultivation to the eastern part of Indonesia where the climate is relatively dry (C and D, Oldeman type classification). The constraint of expanding oil palm cultivation to the eastern part of Indonesia is the area with low soil moisture, which gives direct influence to the root system. Oil palm root system (hairy root) is shallow, so it will be susceptible to drought. The drought will decrease the production of oil palm by 40% within two years after drought stress (6 and 8).

The strategy that can be applied to overcome the drought stress is to have oil palm planting material that is tolerant to drought through selection program. One of the main activities in selection program is to find the physiological parameters that can be used at nursery stage, and therefore, the selection time will be shortened.

The objective of this work is to investigate the standard physiological parameters to be applied for assessing planting material which tolerant to drought at the early stage (nursery). The evaluated physiological parameters were assumed to be able to indicate a significant drought stress. This paper presents the physiological parameters which have a strong correlation with plant responses to drought.

Materials and Methods

The experiment was conducted at the green house of IOPRI in Marihat, Pematang Siantar, North Sumatra. The experi-

ment was designed in completely randomized design with two factors, which consisted of 14 crosses. Female parents consist of DA 10 D x DA 8 D and DA 8 D self, while male parent consist of LM 9 T x LM 2 T. Two levels of watering, i.e. watering up to the field capacity and without watering, were included in this investigation. The water treatment was done for two months. Each treatment combination was repeated 9 times. The physiological parameters were tested with paired t-test between watering and without watering treatments. Two observations were carried out at 6 and 12 months of age. The physiological parameters observed included leaf area ratio (4), metabolite leaching, P leaching content (1), pH leaching (3), K leaching content (7), shoot-root ratio, relative turgidity (10), leaf water content, specific leaf weight, water storage capacity, and percentage absolute integrity of cell membrane (2).

Results and Discussions

The effect of watering and without watering on each physiological parameters of seedling at 6 and 12 months of age is presented in Table 1. All observed parameters showed a significant different between watered seedling and without watered seedling, except the shoot-root ratio and water storage capacity

The relationship between soil water content and each parameter was outlined in regression equation. Their relation and the tendency were presented in Table 2. The regression analysis showed that five parameters have a close relation with soil water content, including (1) Specific leaf weight with regression coefficient of 0.91 and 0.24 at 6 and 12 months of age, respectively, (2) leaf water content with regres-

sion coefficient of 0.91 and 0.80 at 6 and 12 months of age, respectively, (3) relative turgidity with regression coefficient of 0.87 and 0.69 at 6 and 12 months of age, respectively, (4) K leaching content with regression coefficient of 0.46 and 0.83 at 6 and 12 months of age, respectively, and (5) metabolite leaching with regression coefficient of 0.61 and 0.76 at 6 and 12 months of age, respectively.

Although the five parameters had a close relation with soil water content, they did not showed a consistent regression tendency, except leaf water content and relative turgidity (Figure 1). The indication of response ability to soil water content by leaf water content and relative turgidity was also supported by statistical analysis on the effect of combination of watering level and planting material on each evaluated physiological parameters. The result showed that interaction between soil water content and planting material only revealed

on leaf water content and relative turgidity (Table 3). As the result, both parameters could be used for selecting the oil palm planting material which tolerant to drought stress.

In general, plant water status is stated as water content. Water content that based on the percentage of fresh weight was not accurate since the fluctuation often happen and was not sensitive to a small change. It will cause the difficulty of its application (5). Therefore, water content status, should be measured in turgid by calculating relative turgidity. Relative turgidity shows the amount of water which is needed to reach a turgid stage of plant tissue. Based on the relative turgidity parameter, the cross number 4 was the most tolerant planting material to the drought stress. It is indicated by its own high turgidity (Table 4). It means that this cross needs a small amount of water to reach its turgid.

Table 1. t-test on the comparison of watered and unwatered of 14 oil palm crosses at 6 and 12 months for each physiological parameter at 5 % ($t\text{-table}_{0.05} = 2.05$)

Physiological parameters	unit	Treatment		t-calculated			
		Watered	Unwatered	6 months		12 months	
				Value	diff	Value	diff
Relative turgidity	%	79.37	31.18	-9.75	*	-8.26	*
Leaf water content	%	77.17	48.23	-13.25	*	-9.49	*
Specific leaf weight	mg cm ⁻²	25.34	21.00	-25.59	*	2.57	*
Water storage capacity	% mm ⁻²	35.36	26.70	-3.08	*	-0.81	ns
Shoot-root ratio	-	2.30	1.90	0.78	ns	-0.84	ns
Leaf area ratio	mm ² mg ⁻¹	5.90	13.18	8.12	*	3.98	*
Metabolite leaching	m.hos cm ⁻² g ⁻¹	7.07	9.04	-3.78	*	10.39	*
K leaching	mg/ kg	77.50	106.60	4.45	*	10.16	*
pH leaching	-	4.43	4.20	8.12	*	-4.11	*
Absolute integrity of cell membran	%	34.41	17.04	-3.78	*	-3.78	*
P leaching	mg kg ⁻¹	3.61	6.99	-3.71	*	6.64	*

Table 2. Determination coefficient (R^2) and the tendency of regression equation of each physiological parameter to soil water content at 6 and 12 months old seedling

Physiological markers	6 months old seedling		12 months old seedling	
	R^2	Regression	R^2	Regression
Leaf water content	0.91	+	0.80	+
Relative Turgidity	0.87	+	0.69	+
Specific leaf weight	0.91	+	0.24	+
Water storage capacity	0.35	+	0.01	+
Shoot-root ratio	0.19	+	0.02	+
pH leaching	0.54	+	0.41	-
Absolute integrity	0.59	+	0.28	-
P leaching	0.46	+	0.50	-
K leaching	0.46	+	0.83	-
Metabolite leaching	0.61	+	0.76	-
Leaf area ratio	0.75	-	0.15	-

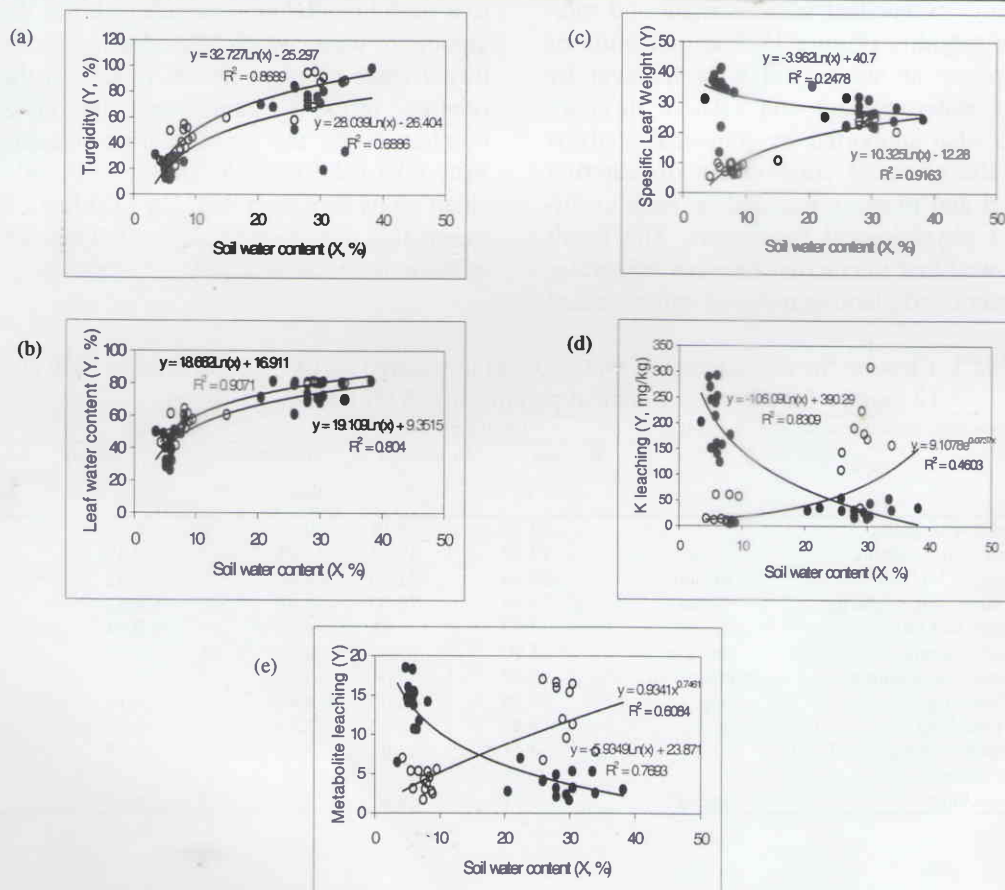


Figure 1. Relationship between soil water content and relative turgidity to (a), leaf water content (b), specific leaf weight (c), K leaching (d) and metabolite leaching (e) observed on 6 (○) and 12 months (●) old seedlings.

Table 3. Summary of analysis variance of the effect of the combination of watering and planting material on each physiological parameter observed

Source	df	F-calc.	F-table			
			t_0.05	signifi- cance	t_0.10	significance
<u>Relative turgidity</u>						
- Watering (A)	1	281.73	4.21	*	2.90	*
- Planting material (B)	13	0.96	2.11	ns	1.78	ns
- Interaction (A) X (B)	13	2.02	2.11	ns	1.78	*
<u>Leaf water content</u>						
- Watering (A)	1	309.52	4.21	*	2.90	*
- Planting material (B)	13	0.72	2.11	ns	1.78	ns
- Interaction (A) X (B)	13	2.15	2.11	*	1.78	*
<u>Specific leaf width</u>						
- Watering (A)	1	3.32	4.21	ns	2.90	ns
- Planting material (B)	13	0.17	2.11	ns	1.78	ns
- Interaction (A) X (B)	13	0.28	2.11	ns	1.78	ns
<u>Water storage capacity</u>						
- Watering (A)	1	4.21	4.21	ns	2.90	*
- Planting material (B)	13	0.89	2.11	ns	1.78	ns
- Interaction (A) X (B)	13	0.65	2.11	ns	1.78	ns
<u>Shoot-root ratio</u>						
- Watering (A)	1	4.88	4.21	*	2.90	ns
- Planting material (B)	13	0.57	2.11	ns	1.78	ns
- Interaction (A) X (B)	13	1.50	2.11	ns	1.78	ns
<u>Leaf area ratio</u>						
- Watering (A)	1	37.93	4.21	*	2.90	*
- Planting material (B)	13	1.27	2.11	ns	1.78	ns
- Interaction (A) X (B)	13	0.37	2.11	ns	1.78	ns
<u>Metabolite leaching</u>						
- Watering (A)	1	1.18	4.21	ns	2.90	ns
- Planting material (B)	13	0.19	2.11	ns	1.78	ns
- Interaction (A) X (B)	13	0.23	2.11	ns	1.78	ns
<u>K leaching content</u>						
- Watering (A)	1	1.05	4.21	ns	2.90	ns
- Planting material (B)	13	0.45	2.11	ns	1.78	ns
- Interaction (A) X (B)	13	0.23	2.11	ns	1.78	ns
<u>pH leaching</u>						
- Watering (A)	1	18.64	4.21	*	2.90	*
- Planting material (B)	13	0.79	2.11	ns	1.78	ns
- Interaction (A) X (B)	13	0.64	2.11	ns	1.78	ns
<u>Absolute integrity</u>						
- Watering (A)	1	6.24	4.21	*	2.90	*
- Planting material (B)	13	0.34	2.11	ns	1.78	ns
- Interaction (A) X (B)	13	0.27	2.11	ns	1.78	ns
<u>P leaching</u>						
- Watering (A)	1	10.40	4.21	*	2.90	*
- Planting material (B)	13	0.78	2.11	ns	1.78	ns
- Interaction (A) X (B)	13	0.27	2.11	ns	1.78	ns

Note: * - significantly different, ns - not significantly different

Table 4. The comparison between mean value of selected physiological parameters for selecting the planting material which drought tolerant

No.	Crossing Number	Relative Turgidity (%)	Leaf water content (%)
1	1	57.87 ab	63.26
2	2	57.57 ab	62.73
3	3	45.12 b	61.43
4	4	65.92 a	65.38
5	5	56.07 ab	63.10
6	6	52.90 ab	58.78
7	7	56.37 ab	58.50
8	8	46.30 b	60.20
9	9	55.97 ab	63.61
10	10	53.73 ab	61.07
11	11	58.87 ab	64.04
12	12	54.57 ab	62.28
13	13	59.72 ab	67.72
14	14	52.77 ab	65.67

Note: Number in the column followed by the same letter is not significantly different at DMRT test at 5 % level

Conclusions

The result of this investigation showed that almost of 11 physiological parameters tested gave a positive response on drought treatment to oil palm seedlings. The observation at 6 and 12 months of age of both parameters i.e. leaf water content and relative turgidity were consistent with high R^2 value of soil water content. In conclusion, the two parameters could be used for selecting the planting material which drought tolerant. The preliminary selection in this experiment showed that crossing No. 4 was the most drought tolerant material.

Acknowledgement

This research is funded by RUT VI Project, terms of year 1998-2000 National Research Council, Ministry of Research and Technology.

References

1. AMES, B.N. 1966. Assay of inorganic phosphate, total phosphate and phosphatases. *In* Colowick, S.P. and N.O. Kaplan (Eds). *Methods of Enzymology*:115-118.
2. CORNAIRE, B. 1991. Mecanismes physiologiques d'adaptation a la secheresse et creation de materiel vegetal adapte chez le cocotier et le palmier a huile. *Compte rendu de l'atelier international " L'Adaptation a la secheresse chez le arbres, physiologie, techniques et methodes d'etudes"*. Pobe (Benin) 12- 15 Novembre 1991. Centre d'Etudes Regional Pour l'Amelioration de l'Adaptation a la Secheresse. ISRA-CNRA, Senegal. p14-17.
3. DWIVEDI, R.S., Y.C. JOSHI, P.C. NAUTYAL, A.L. SINGH, V. RAVINDRA, A.N. THAKAR, V.G. KORADIA and G.S. DHAPWAL. 1986. Detection of drought resistance in peanut. *Oleagineux* 41(6):281-285
4. GIFFORD, R.M. and L.T. EVANS. 1981. Photosynthesis, carbon partitioning and yield. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 32:485-509.
5. KRAMER, P.J. 1980. Plant and Soil Water Relationship. A Modern Synthesis. Tata Mc Graw Hill. Publ. Coy. New Delhi, 482 pp.
6. MAILLARD, G., C. DANIEL et R. OCHS. 1974. Analyse des effect de la secheresse sur le palmier a huile. *Oleagineux* 29(8/9):397-404.
7. NAUTYAL, P.C., V. RAVINDRA, S. VASANTHA and Y.C. JOSHI. 1991. Physiological

- and biochemical basis for viability differences in Spanish groundnut in response to soil moisture stress. *Oleagineux* 46(4):153-158.**
8. SIREGAR, H., A. PURBA, E. SYAMSUDDIN dan Z. POELOENGAN. 1995. Penanggulangan kekeringan pada tanaman kelapa sawit. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit* 3(1): 9-14.
9. SONG, S.P. and WALTON, P.D. 1975. Inheritance of leaflet size and specific leaf weight in alfalfa. *Crop Science* 15: 649-652.
10. WEATHERELY, P.E. 1960. Studies in the water relations of cotton I. The field measurement of water deficit in leaves. *New Phytologist* 49: 81-97.

ooOoo