

Irigasi pada Perkebunan Kelapa Sawit : SEBUAH TINJAUAN

S. Rahutomo, H.H. Siregar, dan E.S. Sutarta

Keterbatasan lahan dengan karakteristik yang optimal untuk budidaya kelapa sawit di Indonesia telah menimbulkan wacana bagi para praktisi perkebunan untuk melirik lahan-lahan marjinal bagi pengembangan kelapa sawit di masa depan, misalnya lahan-lahan di wilayah yang memiliki curah hujan agak rendah atau distribusinya kurang merata dengan bulan kering yang nyata pada musim kemarau. Kendala teknis utama yang akan dihadapi pada wilayah seperti ini tentunya adalah keterbatasan air terutama pada musim kemarau. Pada kondisi ini, irigasi penting untuk mencegah dampak buruk cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan vegetatif dan produksi kelapa sawit yang timbul akibat terbatasnya suplai air terkait dengan rendahnya curah hujan pada bulan-bulan tertentu dalam setiap tahunnya. Terdapat beragam sistem irigasi yang berpotensi untuk diaplikasikan di perkebunan kelapa sawit misalnya *surface irrigation*, *sub irrigation*, *sprinkler*, *drip*, dan beberapa sistem lainnya. Pertimbangan biaya, sumber air, efisiensi penggunaan air, efektivitas, dan kelayakan untuk diterapkan pada kondisi spesifik lokasi harus menjadi dasar sebelum mengambil keputusan untuk mengaplikasikan salah satu sistem irigasi tersebut demi meraih keuntungan maksimal dari upaya irigasi pada perkebunan kelapa sawit.

Kata kunci: irigasi, air, kelapa sawit

PENDAHULUAN

Peluang pengembangan kelapa sawit Indonesia di masa depan masih sangat besar terkait dengan harga minyak sawit yang semakin kompetitif dan tingginya permintaan minyak sawit dunia baik untuk produk pangan (*edible product*) maupun non pangan (*non-edible product*) terutama untuk pengembangan bahan bakar hayati (*biofuel*). Meskipun demikian, lahan yang sangat sesuai dengan karakteristik lahan yang optimum untuk budidaya kelapa sawit sangat terbatas di Indonesia. Hal ini telah mendorong pengembangan kelapa sawit ke lahan-lahan marjinal dengan berbagai macam faktor pembatas. Salah satu faktor

pembatas tersebut adalah faktor pembatas iklim terutama curah hujan.

Adiwiganda et al. (1) menyatakan bahwa curah hujan yang optimum untuk kelapa sawit adalah 1.700-3.000 mm. Distribusi curah hujan tersebut hendaknya juga merata sepanjang tahun, yaitu tanpa 2 bulan kering (bulan dengan curah hujan kurang dari 60 mm) berturutan. Musim kemarau yang panjang akan berdampak buruk bagi pertumbuhan dan produksi kelapa sawit. Pada kondisi ini, irigasi menjadi salah satu alternatif untuk mencegah timbulnya dampak buruk akibat kekeringan (7). Tulisan ini akan menyajikan tinjauan irigasi di perkebunan kelapa sawit dengan mengedepankan

beberapa aspek yaitu: (i) pengembangan kelapa sawit di wilayah dengan faktor pembatas curah hujan, (ii) pengaruh defisit air terhadap pertumbuhan dan produksi kelapa sawit, dan (iii) sistem irigasi dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produksi kelapa sawit.

Pengembangan Kelapa Sawit di Wilayah dengan Faktor Pembatas Curah Hujan

Secara umum, Indonesia memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi dan panjang penyinaran yang cukup. Hal ini merupakan persyaratan

Tabel 1. Zona agroklimat untuk pengembangan perkebunan kelapa sawit di Indonesia.

Zona	Karakteristik	Penyebaran	UKA
I	Curah hujan 1.700-3.000 mm; <1 bulan kering; panjang penyinaran 6 jam/hari	Bagian timur Sumatra Utara; bagian timur Aceh; bagian utara Riau; bagian utara dan bagian selatan Kepala Burung, Papua; pantai utara Papua; bagian selatan Papua	AS1-n
II	Curah hujan 1.700-3.000 mm; 1-2 bulan kering; panjang penyinaran 6 jam/hari	Sebagian besar Riau; bagian timur Jambi; sebagian besar bagian utara Sumatra Selatan; sebagian besar Kalimantan Tengah; Kepulauan Aru di Papua; sebagian kecil Papua bagian selatan	AS1-k1
III	Curah hujan >3.000 mm; <1 bulan kering; panjang penyinaran 5.0-5.5 jam/hari	Bagian barat Aceh; bagian barat Sumatra Utara, Pulau Nias, bagian utara Sumatra Barat	AS2-m2
IV	Curah hujan >3.000 mm; 1 - 2 bulan kering; panjang penyinaran 5.5-6.0 jam/hari	Kalimantan Barat; sebagian besar bagian barat Papua	AS2-h1k1
V	Curah hujan >3.000 mm; 1 -2 bulan kering; panjang penyinaran 5.5-6.0 jam/hari	Bagian selatan Sumatra Barat; bagian utara Bengkulu	AS2-h1k1m1
VI	Curah hujan 1.450-1.700 mm; 1-2 bulan kering; panjang penyinaran 5.0-5.5 jam/hari	Sebagian kecil bagian utara Kalimantan Timur; Sulawesi Tengah (kecuali Palu dan sekitarnya); bagian utara Maluku	AS2-h1k1m2
VII	Curah hujan 1.450-1.700 mm; 2-3 bulan kering; panjang penyinaran 5.0-5.5 jam/hari	Bagian selatan Sumatra Selatan, Bangka dan Belitung; bagian timur Lampung; sebagian besar Kalimantan Timur; sebagian kecil bagian timur Kalimantan Tengah; sebagian besar Sulawesi Selatan; bagian selatan perbatasan Papua dengan Papua New Guinea	AS3-h1k2m2
VIII	Curah hujan 1.700-3.000 mm; 3-4 bulan kering; panjang penyinaran 5.0-5.5 jam/hari	Bagian barat Lampung; sebagian kecil bagian barat Jawa Barat	AS3-k2m2
IX	Curah hujan 1.250-1.450 mm; 3-4 bulan kering; panjang penyinaran 5.5-6.0 jam/hari	Palu dan sekitarnya; sebagian besar Sulawesi Tenggara; Maluku Tengah; Maluku Selatan	AS3-h2k2m1
X	Curah hujan 1.250-1.450 mm; >4 bulan kering; panjang penyinaran 6 jam/hari	Bagian timur Jawa Barat; Jawa Tengah; Bali; bagian selatan Sulawesi Selatan; bagian selatan Sulawesi Tenggara	ANS-h2k3
XI	Curah hujan <1.250 mm; >4 bulan kering; panjang penyinaran 6 jam/hari	Nusa Tenggara Barat; Nusa Tenggara Timur	ANS-h3k3

Keterangan :

UKA : Unit Kesesuaian Agroklimat; AS : agroclimatically suitable; ANS : agroclimatically not suitable; n : normal (tanpa faktor pembatas); h: Curah hujan sebagai faktor pembatas; k : bulan kering sebagai faktor pembatas; m : panjang penyinaran sebagai faktor pembatas; 1: intensitas ringan; 2 : intensitas sedang; 3 : intensitas berat.

Sumber : Adiwiganda et al. (1)

tumbuh paling dasar untuk kelapa sawit. Meskipun demikian, budidaya kelapa sawit dalam skala perkebunan tidak hanya membutuhkan pertumbuhan vegetatif saja namun juga menuntut produksi yang tinggi. Dengan demikian, tidak semua wilayah di Indonesia sesuai untuk pengembangan perkebunan kelapa sawit. Berdasarkan faktor iklim, Adiwiganda et al. (1) membagi 11 zona agroklimat di Indonesia untuk budidaya kelapa sawit seperti disajikan pada Tabel 1. Zona I merupakan zona paling sesuai, sedangkan zona XI adalah zona paling tidak sesuai untuk pengembangan perkebunan kelapa sawit.

Berdasarkan zonasi tersebut, bagian timur Sumatera Utara merupakan wilayah yang paling sesuai untuk budidaya kelapa sawit. Curah hujan di wilayah ini berkisar antara 1.700-3.000 mm dengan bulan kering kurang dari 1 bulan setiap tahunnya serta panjang penyinaran 6 jam per hari. F a k t a m e n u n j u k k a n b a h w a pengembangan kelapa sawit pertama di Indonesia memang berlokasi di wilayah ini dan secara umum produktivitasnya memang cukup tinggi (6). Sebaliknya di wilayah Lampung dengan curah hujan yang lebih rendah (1.450-1.700 mm) serta distribusinya kurang merata, 2-3 bulan kering per tahun, dan panjang penyinaran sekitar 5.0-5.5 jam per hari, produksi kelapa sawit secara umum lebih rendah jika dibandingkan dengan wilayah Sumatera Utara.

Meskipun produktivitas kelapa sawit cukup rendah di wilayah yang memiliki faktor pembatas curah hujan, namun dengan berbagai pertimbangan pengembangan budidaya kelapa sawit di wilayah seperti ini masih memungkinkan untuk memenuhi kriteria kelayakan baik dari aspek teknis maupun ekonomi. Salah satu contoh adalah pengembangan kelapa sawit di sebagian wilayah provinsi Banten dan Jawa Barat. Pada wilayah-wilayah tersebut, budidaya kelapa sawit sering dihadapkan pada bulan kering yang nyata antara 2-3 bulan setiap tahunnya. Meskipun demikian, budidaya kelapa sawit di areal ini memiliki keunggulan komparatif terutama terkait dengan pertimbangan kedekatan lokasi dengan pabrik rafinasi maupun pemasaran produk hilir.

DEFISIT AIR PADA KELAPA SAWIT

Pendekatan dalam Penghitungan Defisit Air

Kelapa sawit umumnya akan mengalami defisit air apabila berada pada kondisi curah hujan yang rendah atau curah hujan yang cukup tinggi namun memiliki bulan kering yang panjang. Defisit air pada kelapa sawit tergantung pada keseimbangan air. Corley dan Tinker (6) menerangkan keseimbangan air dalam tanah pada persamaan (i). Berdasarkan persamaan (i), keseimbangan air mungkin

bernilai negatif jika tidak ada curah hujan (R) dan irigasi (I). Corley dan Tinker (6) menyatakan bahwa jika keseimbangan air bernilai negatif, AW2 akan berkurang sejalan dengan waktu melalui serapan akar atau evaporasi.

$$AW2 = AW1 + R + I - E_a - S - D$$

Persamaan (i)

AW1 : air tersedia pada penampang tanah pada awal periode pengukuran (mm).

AW2 : air tersedia pada penampang tanah pada akhir periode pengukuran (mm).

R : curah hujan (mm)

I : irigasi (mm)

E_a : evapotranspirasi aktual (mm)

S : aliran permukaan bersih atau net surface run off (mm)

D : drainase kedalam atau lateral dari penampang tanah ke luar dari zona perakaran (mm)

banyak faktor yang mempengaruhi PE dan R. Meskipun demikian, penghitungan defisit air yang didasarkan pada persamaan ini sangat berguna untuk kebutuhan praktis di lapangan. Selain itu, persamaan ini masih banyak digunakan dalam berbagai studi yang berhubungan dengan defisit air pada kelapa sawit (5).

$$D = R + P - PE \quad \text{Persamaan (ii)}$$

D : Defisit air (mm)

R : Cadangan air tanah teoritis pada akhir bulan sebelumnya (asumsi 200 mm sebagai pendekatan yang pertama)

P : Curah hujan pada bulan tersebut (mm)

PE : Evaporasi potensial untuk bulan tersebut (asumsi adalah 5 mm per hari untuk bulan-bulan dengan 10 hari hujan dan 4 mm per hari untuk bulan-bulan dengan hari hujan lebih dari 10 hari)

Defisit Air dan Pertumbuhan Vegetatif

Respon pertama kelapa sawit terhadap defisit air adalah penutupan stomata (3,8,16). Menurut Smith (13), penutupan stomata akan menyebabkan pengurangan aktifitas fotosintesis. Akibatnya, fotosintat yang dihasilkan dari proses fotosintesis akan berkurang dan tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan dan

Untuk penghitungan rerata defisit air tahunan terutama pada penilaian kesesuaian lahan untuk kelapa sawit, penghitungan defisit air disusun bulan per bulan (10). Defisit air untuk bulan tertentu dirumuskan oleh Ochs dan Daniel (10) pada persamaan (ii). Asumsi yang digunakan dalam persamaan (ii) masih dapat diperdebatkan karena terdapat

perkembangan tanaman. Hubungan antara defisit air dan pembukaan stomata pada tanah colluvial telah disampaikan oleh Ochs dan Daniel (10). Pembukaan stomata berada pada titik kritis pada saat defisit air mencapai 300 mm, dan sedikit peningkatan defisit air akan menyebabkan penurunan yang tajam pada pembukaan stomata bahkan stomata sama sekali tertutup.

Secara visual, gejala pertama yang terlihat pada kelapa sawit akibat defisit air adalah adanya daun tombak yang tidak membuka berjumlah lebih dari satu (9, 17) seperti terlihat pada Gambar 1b. Selanjutnya, kondisi ini akan menghambat pertumbuhan titik tumbuh yang kemudian berakibat pada pengurangan produksi kanopi. Pada musim kemarau yang lebih panjang, gejala visual yang lebih parah akan terlihat termasuk daun-daun yang menjadi kering dan patah (10).

DEFISIT AIR DAN PRODUKSI TBS

Menurut Corley dan Khong (5), pengaruh defisit air terhadap produksi adalah: (i) aborsi bunga, (ii) menurunnya sex ratio, (iii) peningkatan jumlah bunga jantan, (iv) penurunan rendemen minyak, dan (v) pematangan buah yang lebih lama. Selain itu, berdasarkan pengamatan di salah satu kebun di provinsi Lampung, defisit air yang tinggi telah menyebabkan kegagalan matang panen sehingga buah menjadi busuk. Seluruh pengaruh ini secara langsung menyebabkan penurunan produksi tandan buah segar (TBS). Penurunan produksi TBS, rerata jumlah tandan, rerata berat tandan, dan persentase kandungan minyak terkait dengan peningkatan defisit air dari beberapa lokasi disajikan pada Tabel 2.



Gambar 1. Kondisi tanah yang retak-retak akibat musim kemarau yang panjang di sebuah perkebunan kelapa sawit (a) dan gejala awal kelapa sawit yang menderita cekaman kekeringan (b).

Tabel 2. Perbandingan produksi TBS pada kelapa sawit berumur 6-10 tahun di tiga wilayah yang memiliki perbedaan iklim.

	Aek Kwasan, Indonesia	La Me, Ivory Coast	Akpadanou, Benin
Rerata defisit air tahunan (mm)	50	350	550
Produksi TBS (kg/pohon/tahun)	205	110	50
Rerata jumlah tandan (tandan/pohon/tahun)	16.6	10.4	6.0
Rerata berat tandan (kg)	12.4	10.0	8.2
% kandungan minyak	22.5	20.4	21.8

Sumber : Nouy et al. dalam Corley dan Tinker (6)

Irigasi untuk Kelapa Sawit di Wilayah dengan Faktor Pembatas Curah Hujan

Metode Irigasi

Beberapa sistem irigasi telah digunakan di perkebunan kelapa sawit, misalnya sistem *sprinkler*, *drip* (tetes), dan *contour furrow* (kontur terbuka) yang telah diterapkan di Thailand (11). Di Malaysia, *surface irrigation* (irigasi permukaan) dengan *flooding* (penggenangan) atau *blocking drains* untuk menjaga muka air tanah juga telah digunakan (10). Percobaan *sub irrigation* telah dilakukan pada sebuah percobaan lapangan di Venezuela, namun tidak menunjukkan hasil yang memuaskan (2).

Terkait dengan penentuan waktu untuk melakukan irigasi, beberapa pendekatan telah digunakan. Corley dan Khong (5) menggunakan pendekatan defisit air yang didasarkan pada persamaan (ii), dan irigasi mulai dilakukan apabila defisit air sama atau lebih dari 15 mm. Pendekatan yang lain

diajukan oleh Ochs dan Daniel (10), yaitu dengan memelihara pembukaan stomata setara atau lebih dari 10. Dengan demikian, irigasi mulai dilakukan pada saat pembukaan stomata kurang dari 10.

Untuk penentuan jumlah air dan frekwensi irigasi, pendekatan yang digunakan sangat tergantung pada sistem irigasi yang digunakan. Menurut Corley dan Tinker (6), sistem *drip* (tetes) umumnya dioperasikan secara harian dengan jumlah air untuk irigasi didasarkan pada evaporasi potensial. Pada sistem yang lain, umumnya digunakan volume air yang lebih besar dengan frekwensi yang lebih sedikit.

Banyak faktor yang perlu dipertimbangkan dalam memilih sistem irigasi yang akan digunakan di perkebunan kelapa sawit. Sumber air, topografi, biaya, dan efisiensi menjadi pertimbangan utama untuk menjamin tingkat keuntungan maksimum yang dapat diperoleh dari upaya irigasi yang akan

dilakukan. *Surface irrigation* (irigasi permukaan) adalah sistem yang paling sederhana, tetapi sistem ini memiliki keterbatasan terkait dengan efisiensinya yang rendah dan hanya dapat diaplikasikan pada areal yang relatif datar (10). Terkait dengan biaya, Palat et al. (11) menyatakan bahwa *surface irrigation* (irigasi permukaan) memiliki biaya investasi yang rendah, namun memerlukan biaya operasional yang tinggi terkait dengan perlunya biaya perawatan *furrows*. Sistem *sprinkler* sangat efektif secara agronomis, namun memerlukan biaya investasi yang tinggi. Sistem *sprinkler* memerlukan tekanan air yang tinggi, dengan demikian diperlukan investasi yang tinggi dalam hal pompa dan pemipaan (6).

Menurut Ochs dan Daniel (10), sistem irigasi *drip* (tetes) memiliki tingkat efisiensi yang paling tinggi untuk irigasi di perkebunan kelapa sawit. Hal ini didasarkan pada pertimbangan bahwa sistem ini memungkinkan pengaturan pemberian air dalam jumlah kecil secara harian serta memungkinkan untuk mengurangi kehilangan air melalui perkolasi. Sistem ini juga memungkinkan penggunaan tekanan air yang lebih rendah sehingga biaya investasi yang diperlukan dapat lebih rendah dibandingkan dengan sistem *sprinkler* (11). Selain itu, irigasi sistem *drip* memungkinkan untuk sekaligus dipadukan dengan kegiatan pemupukan yang lebih sering disebut

dengan fertigation (fertigasi).

Meskipun demikian, sistem irigasi *drip* (tetes) juga memiliki beberapa kelemahan. Secara teknis, sistem ini memerlukan pengecekan secara berkala dan hati-hati pada drippers, khususnya pada saat instalasi dimulai lagi setelah jeda yang lama (11). Secara agronomis, Corley dan Tinker (6) menggarisbawahi dua kelemahan dari sistem *drip* ini terkait dengan pembukaan stomata yaitu: (i) sistem *drip* tidak membasahi seluruh permukaan tanah, dengan demikian masih dimungkinkan sebagian sistem perakaran masih kering dan akan mengirimkan suatu sinyal kepada daun yang menyebabkan penutupan stomata, meskipun kelapa sawit telah disuplai air dengan baik pada sebagian sistem perakaran yang lain; dan (ii) pengaruh terhadap kelembaban udara pada sistem *drip* relatif lebih rendah dibandingkan dengan sistem yang lain seperti sistem *sprinkler*, sehingga dikhawatirkan penutupan stomata pada daun kelapa sawit akan tetap terjadi sebagai respon terhadap rendahnya kelembaban udara atau tingginya defisit tekanan uap air.

Pengaruh irigasi terhadap pertumbuhan tanaman

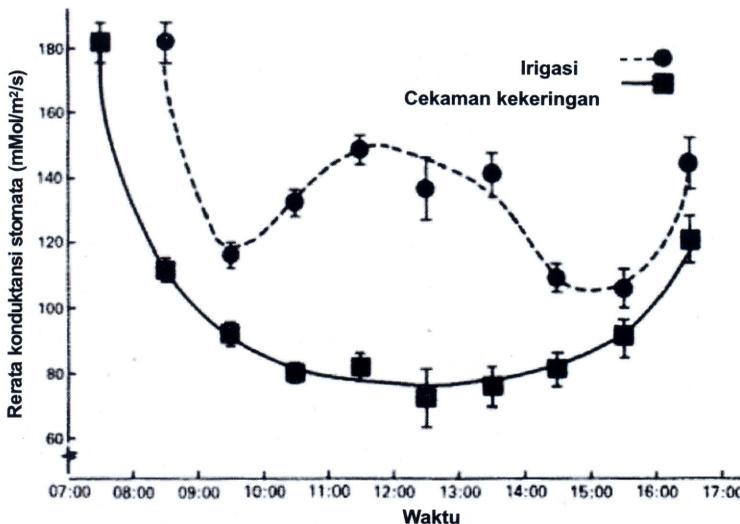
Secara umum, irigasi akan menyebabkan perbedaan perilaku pembukaan stomata (13). Pada kelapa sawit yang diberikan perlakuan irigasi, konduktansi stomata (*stomatal conductance*) menurun dari pagi hari

hingga sekitar jam 10.00, diikuti dengan peningkatan hingga tengah hari sekitar jam 12.00 (Gambar 2). Sebaliknya, pada tanaman kelapa sawit yang mengalami cekaman kekeringan, konduktansi stomata akan terus menurun dari pagi hari dan akan mencapai nilai minimum pada saat sekitar tengah hari. Penurunan konduktansi stomata akan menyebabkan penurunan aktivitas fotosintesis yang selanjutnya berakibat pada kurangnya fotosintat untuk pertumbuhan tanaman (13). Dengan irigasi, kondisi ini dapat diperbaiki sehingga fotosintesis dapat berlangsung lebih baik dan tersedia alokasi fotosintat untuk menstimulasi perkembangan vegetatif (bagian tajuk maupun perakaran) dan organ-organ reproduktif. Sebagai contoh, Prioux et al

(12) melaporkan bahwa pada suatu percobaan irigasi di Afrika selama 10 tahun, perlakuan irigasi menjadikan distribusi perakaran yang lebih baik dibandingkan tanpa irigasi. Pada laporan yang lain, Ugbah et al. (15) menyatakan bahwa panjang dan berat akar primer, sekunder, tersier, dan kuarter pada tanaman kelapa sawit dengan perlakuan irigasi meningkat 2 hingga 3 kali dibandingkan dengan tanaman kelapa sawit tanpa perlakuan irigasi.

Pengaruh irigasi terhadap produksi

Pengaruh irigasi terhadap perkembangan organ vegetatif (tajuk/perakaran) dan organ reproduktif kelapa sawit juga dapat diharapkan membawa pengaruh terhadap peningkatan



Gambar 2. Pengaruh irigasi terhadap stomatal conductance (konduktansi stomata) pada kelapa sawit.

Sumber: Smith (13)

produksi. Sebagai contoh, Ochs dan Daniel (10) melaporkan bahwa rerata jumlah tandan, rerata berat tandan, dan produktivitas kelapa sawit pada plot pertanaman kelapa sawit yang memperoleh irigasi lebih tinggi dibandingkan pada plot yang tidak memperoleh irigasi (Tabel 3). Peningkatan rerata jumlah tandan pada plot pertanaman kelapa sawit yang memperoleh perlakuan irigasi terkait pada dua faktor, yaitu: (i) ketersediaan air yang cukup menstimulasi pembentukan pelepah, sementara setiap pelepah berpotensi untuk menghasilkan satu tandan (4), dan (ii) air yang cukup meningkatkan sex ratio terkait dengan pembentukan bunga betina yang lebih banyak pada saat proses diferensiasi dan menurunkan angka aborsi bunga (5, 10). Rerata berat tandan yang lebih tinggi pada perlakuan irigasi berhubungan dengan fotosintat bersih yang lebih tinggi yang dialokasikan untuk pembentukan buah.

Disamping peningkatan rerata jumlah tandan dan berat tandan, irigasi juga berpengaruh terhadap peningkatan rendemen minyak. Corley dan Khong (5) melaporkan irigasi telah menghasilkan rendemen minyak yang lebih tinggi dan kadar air yang lebih rendah pada mesokarp (Tabel 4). Pada penelitian lain, Prioux et al. (12) juga menyebutkan bahwa perlakuan irigasi telah meningkatkan produksi minyak per ha sebanyak 21% dibandingkan pada plot tanpa irigasi.

Tabel 4. Komposisi mesokarp dari plot pertanaman kelapa sawit yang memperoleh irigasi dan plot tanpa irigasi.

Plot	Kandungan pada mesokarp (% berat)		
	Minyak	Serat	Air
Irigasi	49,93	16,40	33,67
Tanpa irigasi	48,51	16,58	34,91

Sumber: Corley dan Khong (5).

Tabel 3. Produksi per pohon tanaman kelapa sawit dengan dan tanpa irigasi.

Umur Tanaman	Rerata Jumlah Tandan	Rerata Berat Tandan (kg)	Produksi (kg)
<i>Tanpa Irigasi</i>			
2 tahun	9,2	1,5	14
3 tahun	12,7	4,0	49
4 tahun	9,9	7,6	74
<i>Dengan Irigasi</i>			
2 tahun	17,1	2,1	35
3 tahun	16,1	4,6	70
4 tahun	18,1	7,7	136

Sumber : Ochs dan Daniel (10)

KESIMPULAN

Irigasi penting untuk mencegah dampak buruk defisit air pada pertumbuhan vegetatif dan generatif kelapa sawit pada lahan marginal yang memiliki faktor pembatas curah hujan yang rendah atau distribusi curah hujan yang kurang merata. Irigasi yang tepat akan membantu proses fotosintesis berlangsung lebih baik sehingga diharapkan dapat menstimulasi pertumbuhan vegetatif maupun produksi tanaman terutama terkait dengan peningkatan rerata jumlah tandan, rerata berat tandan, dan rendemen minyak. Meskipun terdapat banyak manfaat irigasi untuk perkebunan kelapa sawit, aplikasi sistem irigasi harus tetap mempertimbangkan biaya investasi, sumber air, efisiensi, dan kelayakan aplikasinya untuk meraih keuntungan maksimal dari upaya irigasi pada perkebunan kelapa sawit di lahan marginal yang memiliki faktor pembatas berupa jumlah dan distribusi curah hujan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adiwiganda, M. R., H. H. Siregar and E. S. Sutarta 1999. Agroclimatic Zones for Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Plantation in Indonesia. In: 1999 PORIM International Palm Oil Conference. Kuala Lumpur, Malaysia. PORIM.
2. Barrios, R. and A. Florentino 2001. "Evaluation of the watering pattern of two subirrigated soils planted with oil palm." *Agronomia Tropical Maracay* 51(3): 371-386.
3. Caliman, J. 1992. "Oil Palm and Water Deficit, Production, Adapted Cropping Techniques." *Oleagineux* 47(5): 205-216.
4. Chang, K., H. Foster and Z. Abas 1988. "Monthly frond production of oil palm in Malaysia." *Oleagineux* 43(12): 439-444.
5. Corley, R. H. V. and H. T. Khong 1982. Irrigation of Oil Palms in Malaysia. In: *The Oil Palm in Agriculture in the Eighties* E. Pushparajah and C. P. Soon (eds.) Vol. II, pp.343-356. The International Conference on Oil Palm in Agriculture in the Eighties, Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur.
6. Corley, R. H. V. and P. B. Tinker 2003. *The Oil Palm*. Blackwell Publishing Asia Pty Ltd, Carlton South, Victoria.
7. Cornaire, B., C. Daniel, Y. Zuily-Fodil and E. Lamade 1994. "Oil palm performance under water stress. Background to the problem, first results and research approaches." *Oleagineux-Paris* 49(1): 1-12.

8. Kallarackal, J. 1996. Water relations and photosynthesis of the oil palm in Peninsular India. Kerala Forest Research Institute (KFRI), Peechi, India : v + 42 pp.
9. Kee, N. S. 1957. The Oil Palm, its Culture, Manuring and Utilisation. International Potash Institute, Berne, Switzerland.
10. Ochs, R. and C. Daniel 1976. Research on Techniques Adapted to Dry Regions. In Oil Palm Research. R. H. V. Corley, J. J. Hardon and B. J. Wood (eds). Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Netherlands.
11. Palat, T., B. G. Smith and R. H. V. Corley 2000. Irrigation of Oil Palm In Southern Thailand. In: Proc. Int. Planters Conf. "Plantation Tree Crops in The New Millenium : the Way Ahead" E. Pushparajah (ed). Kuala Lumpur, Soc. Planters Inc.: 303-315
12. Prioux, G., J. Jacquemard, H. de Franqueville and J. Caliman 1992. "Oil palm irrigation. Initial results obtained by PHCI (Ivory Coast)." *Oleagineux-Paris* 47(8-9): 497-509.
13. Smith, B. G. 1989. "The effects of Soil Water and Atmospheric Vapour Presssure Deficit on Stomatal Behaviour and Photosynthesis in the Oil Palm." *Journal of Experimental Botany* 40(215): 647-651.
14. Surre, C. 1968. "Les beesoins en eau du plamier a huile." *Oleagineux* 23: 165-167.
15. Ugbah, M., O. Babalola and P. Vine 1990. "Effects of tillage/compaction and dry season irrigation of an inceptisol on soil properties, nutrient status and oil palm root sistem growth." *Tropical Agriculture Guildford*. 67(4): 321-330.
16. Villalobos, E., C. Chinchilla, C. Umana and H. Leon 1990. "Water deficit in oil palms (*Elaeis guineensis* Jacq.) of Costa Rica: Irrigation and potassium fertilization." *Turrialba* 40(4): 421-427.
17. Villalobos, E., C. Umana and C. Chinchilla 1992. "Oil palm water status in response to drought in Costa Rica." *Oleagineux-Paris* 47(5): 217-223

BENIH ASLI VS BENIH PALSU KELAPA SAWIT



PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT

Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI)

Jl. Brigjend Katamsno No. 51 Medan - 20158, Indonesia

Ph: +62-61-7862477 Fax: +62-61-7862488

E-mail: admin@iopri.org, Homepage: <http://www.iopri.org>

BENIH ASLI



DURA TERPILIH

- Buah Besar
- Sabut Tipis
- Cangkang Tebal



PISIFERA TERPILIH

- Buah Abortus
- Sabut Tebal
- Cangkang tidak ada



TENERA

- Buah Banyak
- Sabut Tebal
- Cangkang Tipis
- Rendemen CPO 25 % - 28 %

BENIH PALSU

Benih Palsu Adalah :

1. Benih yang jenis persilangannya tidak sesuai dengan prosedur pengadaan benih.
2. Diproduksi oleh produsen liar tanpa mengikuti kaidah-kaidah pengadaan benih yang benar.
3. Diperoleh dari pohon tenera komersial atau brondolan dura liar.
4. Menghasilkan tanaman beragam dengan rendemen CPO 16 % - 18 %