Upaya Peningkatan Produksi Kelapa Sawit melalui Penerapan Teknik Konservasi Tanah dan Air

Kukuh Murtilaksono[1], Witjaksana Darmosarkoro[2], Edy Sigit Sutarta[2],
Hasril Hasan Siregar[2], dan Yayat Hidayat[1]

Makalah diterima 13 Mei 2008 / disetujui 6 April 2009

ABSTRACT

Effort to Increase Oil Palm Production through Application Technique of Soil and Water Conservation (K. Murtilaksono, W. Darmosarkoro, E.S. Sutarta, H. H. Siregar, and Y. Hidayat): The study was carried out at block 375, 415, and 414 (block 1, 2, and 3) Afdeling III, Mangement Unit of Rejosari, PT Perkebunan Nusantara VII, Lampung from June 2005 until December 2007. Objective of the study is to examine the effect of soil and water conservation measurement, namely bund terrace and silt pit that are combined with retarded-water hole on production of oil palm. Sampled trees of each block were randomly selected as much as 36 trees. Parameters of vegetative growth (additional new frond, total of frond, number of new bunch), production (number of bunch, fresh fruit bunch (TBS)), and average of bunch weigh (RBT) were observed and recorded every two weeks. Production of palm oil of each block was also recorded every harvesting schedule of Afdeling. Tabular data were analyzed descriptively by logical comparison among the blocks as result of application of bund terrace and silt pit. Although the data of sampled trees were erratic, bund terrace and silt pit generally increasing number of frond, number of bunch, average of bunch weight, and fresh fruit bunch. Bund terrace gived the highest production of TBS (25.2 t ha^{-1}) compared to silt pit application (23.6 t ha^{-1}), and it has better effect on TBS than block control (20.8 t ha^{-1}). Aside from that, RBT is the highest (21 kg) at bund terrace block compared to silt pit block (20 kg) and control block (19 kg).

Keywords: Bund terrace, number of bunch, production of TBS, RBT, silt pit.

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa sawit dapat tumbuh, berkembang dan berproduksi seperti yang diharapkan bila air tanah tersedia merata sepanjang waktu dalam jumlah yang cukup yaitu pada daerah dengan curah hujan 2.000 – 2.500 mm tahun^{-1} dan tanpa periode kering yang nyata atau bulan kering kurang dari satu bulan per tahun (Henson *et al.*, 2005; Kallarackal *et al.*, 2004; Darmosarkoro *et al.*, 2001; Umana dan Chinchilla, 1991; Siregar *et al.*, 1997; Adiwiganda *et al.*, 1999). Sementara itu, curah hujan rata-rata 10 tahun terakhir di lokasi penelitian sebesar 1.786 mm dengan bulan kering (curah hujan 0 – 100 mm) antara Juni – Oktober. Penurunan produksi TBS dapat mencapai hingga 20 – 30 % jika 1 – 2 tahun sebelumnya terjadi periode kekeringan atau kemarau yang panjang yaitu 5 – 6 bulan berturut-turut (Harahap dan Latif, 1998). Oleh sebab itu konservasi air di perkebunan kelapa sawit di wilayah dengan periode kering yang mencolok sangat penting untuk mendapat perhatian, seperti di Lampung, Sumatera Selatan, dan Kalimantan Timur (Murtilaksono *et al.*, 2008). Usaha pemanenan air di musim hujan untuk kemudian disimpan dalam tanah sebagai cadangan air tanah sehingga tanaman kelapa sawit dapat mengkonsumsinya pada musim kemarau menjadi penting (Harahap dan Darmosarkoro, 1999), terlebih pada daerah yang mempunyai solum tanah dangkal seperti di beberapa wilayah perkebunan kelapa sawit di Unit Usaha Rejosari PT Perkebunan Nusantara VII, Lampung.

Penerapan teknik guludan yang dikombinasikan dengan lubang resapan dan mulsa untuk menekan aliran permukaan dan erosi pada tanaman pangan telah dilakukan di Bogor semenjak satu dekade yang

[1] Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Faperta IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor
[2] Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan
J. Tanah Trop., Vol. 14, No. 2, 2009: 135-142
ISSN 0852-257X

lalu (Brata, 1998), walaupun publikasi terkini belum diterbitkan. Namun demikian, di perkebunan kelapa sawit aplikasi guludan atau rorak dengan lubang resapan masih sangat terbatas kecuali aplikasi rorak atau *siltpit* yang dibangun tidak mengikuti kontur. Guludan berfungsi untuk menghambat aliran permukaan, sedangkan saluran dan lubang resapan untuk menampung dan meresapkan aliran permukaan ke dalam solum tanah. Sementara itu rorak berfungsi sebagai embung mini yang dibuat di antara tanaman sawit searah dengan kontur. Lubang resapan dibuat pada dasar rorak dan ditambahkan serasah sisa tanaman atau bahan organik lain agar efektifitas peresapan aliran permukaan lebih efektif. Kedua teknik konservasi tanah dan air tersebut dapat meningkatkan cadangan air tanah untuk pemenuhan kebutuhan air oleh tanaman saat musim kemarau sehingga produksi kelapa sawit tetap dapat dipertahankan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh teknik konservasi tanah dan air yang berupa guludan bersaluran dan rorak yang dilengkapi lubang resapan terhadap produksi kelapa sawit di UU Rejosari, PTPN VII, Lampung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Blok 375, 414, dan 415 atau selanjutnya disebut Blok 1, 3, dan 2, pada Afdeling 3 Unit Usaha (UU) Rejosari PT Perkebunan Nusantara (PTPN) VII, kecamatan Natar, kabupaten Lampung Selatan. Guludan dan rorak yang dilengkapi lubang resapan dibangun pada musim kemarau tahun 2005, sedangkan parameter vegetatif mulai diamati bulan Juli 2006 dan produksi secara intensif diukur dan dicatat mulai bulan Januari hingga Desember 2007.

Teknik konservasi tanah dan air sebagai perlakuan penelitian meliputi (a) teras gulud bersaluran dengan lubang resapan yang diisi mulsa (*microcatchment* seluas 11.8 ha pada blok 1), (b) rorak dengan lubang resapan yang diisi mulsa (*microcatchment* seluas 14.6 ha pada blok 3), dan (c) perlakuan kontrol, yaitu *microcatchment* (seluas 6,3 ha) tidak diberi perlakuan teknik peresapan air (dibiarkan sebagaimana adanya pada blok 2). Memperhatikan keragaman *microcatchment* pada blok-blok di lokasi penelitian, maka perlakuan tersebut tidak diulang.

Guludan dibuat searah kontur di antara tanaman pada setiap interval vertikal 80 cm. Ketinggian, lebar dan kedalaman saluran guludan masing-masing sekitar 30 cm. Lubang resapan dibuat dengan bor Belgi di tengah saluran dengan jarak antar lubang 2 m. Sisa tanaman daun sawit dan semak belukar sebagian dimasukkan ke dalam lubang resapan dan bagian lainnya diletakkan pada saluran guludan.

Rorak (panjang 300 cm, lebar 50 cm, dan dalam 50 cm) dibangun di antara tanaman kelapa sawit sejajar kontur dengan pola selang seling antar garis kontur. Jarak antar rorak dalam satu garis kontur adalah 2 meter. Pada setiap rorak dibuat 2 (dua) lubang resapan yang berjarak 2 m serta berdiameter dan kedalaman sama seperti pada saluran guludan. Ke dalam rorak dan lubang resapan juga ditambahkan sisa-sisa tanaman dan semak belukar sebagai mulsa.

Pada setiap blok ditentukan tanaman pewakil sebanyak 36 pokok tanaman untuk pengamatan vegetatif (tambahan pelepah baru dan total pelepah, dan tandan jadi) dan produksi (total tandan, produksi total, dan rataan berat tandan (RBT)) setiap dua minggu. Data produksi (total tandan, produksi total, dan RBT) setiap blok diukur setiap panen oleh kantor afdeling.

Data vegetatif dan produksi dalam bentuk tabel dan grafik dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan angka-angka antar blok sebagai akibat penerapan perlakuan guludan dan rorak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Semenjak minggu ke 3 bulan Juli 2006 dilakukan pengamatan terhadap parameter agronomis yaitu vegetatif dan produksi. Data vegetatif tersebut yaitu antara lain jumlah pelepah baru, bunga betina, dan tandan jadi sedangkan data tinggi tanaman baru mulai dikumpulkan pada bulan Nopember 2006. Pengamatan produksi Tandan Buah Segar (TBS) terhadap pohon contoh pada setiap blok dilakukan semenjak bulan Agustus, sedangkan produksi TBS total per blok dicatat mulai bulan Desember 2006.

Vegetatif

Pengamatan terhadap parameter vegetatif hanya dilakukan pada tanaman contoh di setiap blok yaitu sebanyak 36 (9 x 4) tanaman. Rekapitulasi data vegetatif bulanan rata-rata setiap blok penelitian tahun 2007 disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1. Data tersebut menunjukkan bahwa emisi pelepah pada saat musim hujan (Februari – Juni) lebih tinggi yaitu rata-rata lebih dari 1 pelepah dari pada musim kemarau

Tabel 1. Jumlah pelepah sebelum dan setelah panen dan tinggi pohon contoh akibat penerapan rorak dan guludan yang dilengkapi lubang resapan bermulsa tahun 2007.

Bulan	Teras Gulud			Kontrol			Rorak		
	PSbP	PStP	TP (m)	PSbP	PStP	TP (m)	PSbP	PStP	TP (m)
Januari	37,76	37,76	4,60	37,82	37,82	4,52	38,36	38,36	4,83
Februari	39,70	39,70	4,62	39,64	39,64	4,55	40,01	40,01	4,83
Maret	41,18	40,95	4,62	41,93	41,64	4,55	42,26	42,01	4,83
April	42,51	41,86	4,62	43,14	42,49	4,55	43,42	43,01	4,83
Mei	43,44	42,81	4,62	43,11	42,14	4,55	44,31	43,68	4,83
Juni	44,46	43,97	4,62	43,58	42,89	4,58	45,56	45,01	4,83
Juli	45,19	44,61	4,62	44,49	44,00	4,58	46,58	46,26	4,83
Agustus	45,78	45,63	4,62	45,10	45,01	4,58	47,93	47,83	4,83
September	46,15	45,82	4,62	45,68	45,08	4,58	48,38	47,78	4,83
Oktober	46,08	46,08	4,62	45,47	45,17	4,58	48,53	47,71	4,83
November	45,71	45,35	4,70	43,00	42,57	4,59	45,97	45,80	4,99
Desember	44,92	44,14	4,70	42,56	42,10	4,59	45,43	44,61	4,99
Rata-rata	43,57	43,22	4,56	42,96	42,55	4,56	44,73	44,34	4,78

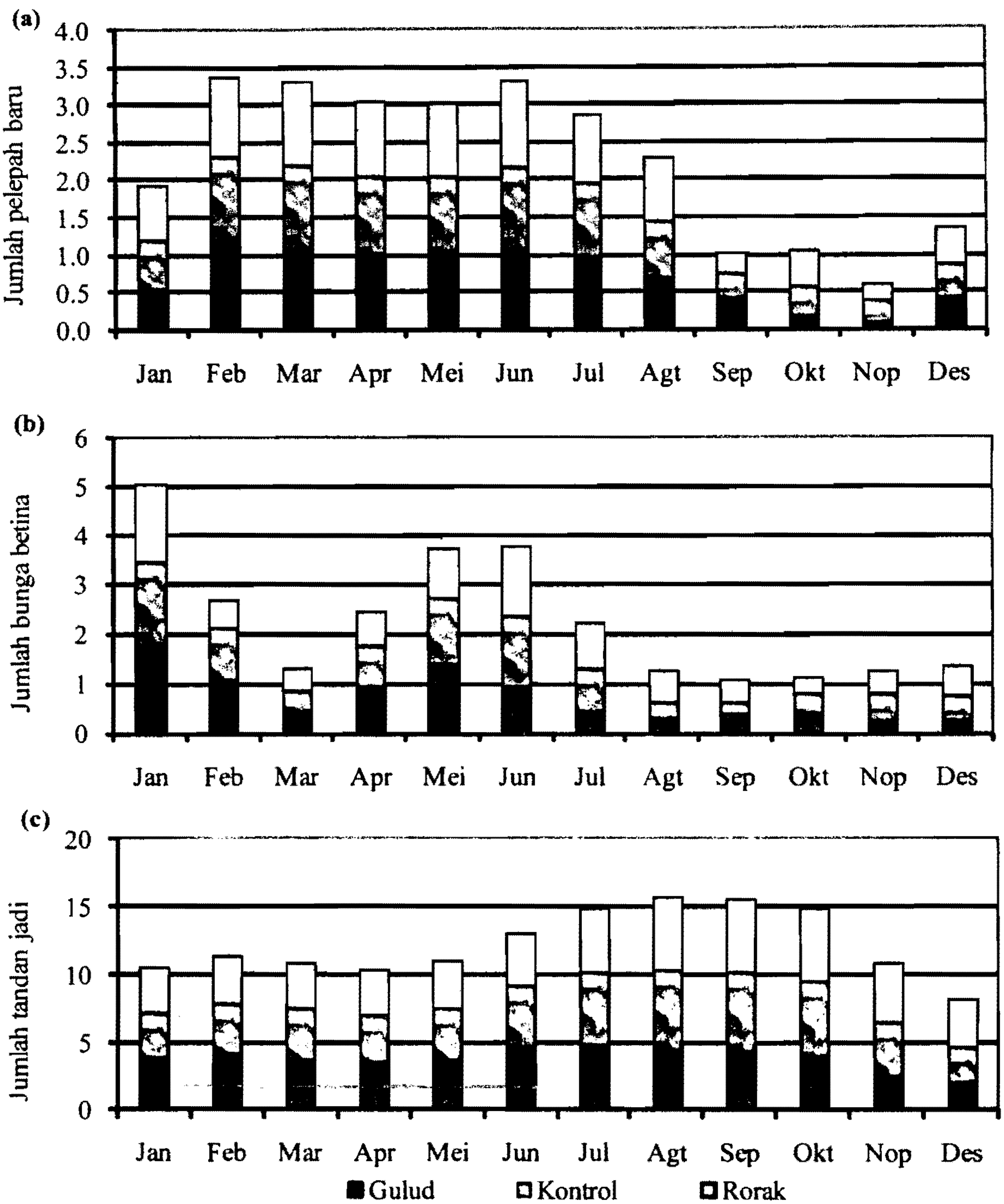
Keterangan: PSbP = jumlah pelepah sebelum panen, PStP = jumlah pelepah setelah panen, TP = tinggi pohon.

(Agustus – Nopember) yang rata-rata kurang dari 1 pelepah. Jumlah pelepah baik sebelum maupun setelah panen menunjukkan antara 43 – 45 pelepah yang kurang dari jumlah pelepah standar untuk fotosintesis maksimal tanaman produktif/muda (50 – 55 pelepah). Sementara itu, jumlah bunga betina dan jumlah tandan jadi pada semua blok tidak menunjukkan nilai yang hampir sama, dimana jumlah bunga betina pada setiap tanaman adalah 1 tandan per tahun dan tandan jadi per tanaman sekitar 4 tandan per tahun. Memperhatikan tutupan pelepah tanaman kelapa sawit pada ketiga blok penelitian terhadap permukaan tanah, semestinya proses fotosintesis dapat maksimal karena berdasar nilai LAI (*leaf area index*) 75% sinar matahari tidak menembus permukaan tanah melalui celah-celah tajuk tanaman kelapa sawit. Secara umum aplikasi guludan dan rorak tidak berpengaruh nyata terhadap komponen vegetatif tanaman contoh.

Produksi Setiap Blok

Secara substansi perlakuan guludan dan rorak meningkatakan daya simpan air di dalam tanah sehingga dapat menunda kelembaban tanah hingga 2-3 bulan pada musim kemarau (Murtilaksono *et al*., 2006; 2007). Hasil penelitian Balitklimat (2005) di PTPN VIII Cimulang menunjukkan bahwa tanaman yang mendapat pengaruh aliran dasar (*baseflow*), pertambahan tinggi tanaman lebih cepat (15-25 cm per bulan) jika dibandingkan tanaman yang hanya mendapat air dari curah hujan (7-13 cm per bulan). Namun demikian, peningkatan kelembaban tanah karena perlakuan tersebut tidak akan memberikan keuntungan yang berarti jika perlakuan konservasi air tidak meningkatkan produksi TBS. Lebih jauh, dalam perhitungan atau analisis finansial sekalipun produksi TBS meningkat tapi jika tidak memberikan keuntungan bersih dalam nilai rupiah sebagai tujuan akhir setiap perkebunan kelapa sawit, maka usaha tersebut tetap tidak akan diimplementasikan oleh pihak manajemen kebun.

Rekapitulasi produksi total setiap blok penelitian tahun 2007 dituangkan pada Tabel 2 dan Gambar 2. Data tersebut menunjukkan bahwa aplikasi teras gulud memberikan produksi yang lebih tinggi dari pada aplikasi rorak dan kontrol (tanpa perlakuan konservasi tanah dan air). Blok yang mendapat perlakuan teras gulud menghasilkan produksi TBS tertinggi (25,2 t ha^{-1}) dibandingkan blok dengan aplikasi rorak (23,6 t ha^{-1}) dan jauh lebih tinggi terhadap blok kontrol (20,8 t ha^{-1}) atau produksi TBS blok dengan aplikasi guludan dan rorak lebih tinggi dibandingkan kontrol sebesar 21,0% dan 13,5%. Demikian juga, jumlah tandan yang dipanen per pohon pada blok dengan aplikasi guludan dan rorak sebesar 10 tandan, sedangkan jumlah tandan blok kontrol adalah 9 tandan. Rataan berat tandan (RBT) yang dihasilkan blok dengan aplikasi teras gulud, rorak dan kontrol masing-masing sebesar 21, 19, dan 18 kg $tandan^{-1}$. Peningkatan produksi tersebut mengindikasikan terjadinya peningkatan cadangan air tanah yang cukup pada aplikasi teras gulud dan rorak sehingga tanaman sawit dapat berfotosintesis secara maksimal yang pada



Gambar 1. Jumlah pelepah baru (a), bunga betina (b) dan tandan jadi (c) tanaman contoh akibat penerapan rorak dan guludan yang dilengkapi lubang resapan bermulsa tahun 2007.

maksimal yang pada gilirannya dapat meningkatkan produksi TBS. Korelasi antara produksi TBS tahun 2007 dengan cadangan air tanah bulanan tahun 2006 cukup erat seperti ditunjukkan oleh koefisien korelasi (r) sebesar 0,70.

Penelitian pada lokasi yang sama saat musim hujan tahun 2006 dan 2007 menunjukkan bahwa sisa cadangan air tanah (*storage*) pada blok 3 (aplikasi rorak) lebih besar dari pada blok 1 (aplikasi teras gulud) karena nilai hantaran hidrolik pada blok 3 (19,0

cm jam^{-1}) dan solum tanah (> 3 m) lebih besar dari pada blok 1 (6,5 cm jam^{-1} dan 1-2 m) sehingga air hujan yang sudah masuk terinfiltrasi dan terperkolasi di blok 3 akan menuju jauh lebih dalam dibandingkan blok 1. Perakaran pohon kelapa sawit yang tidak dalam (1-2 m) pada blok 1 akan dapat memanfaatkan cadangan air tanah tersebut dengan segera secara maksimal untuk proses evapotranspirasi dan fotosintesis, dan hal yang sebaliknya di blok 3. Hal lain yang menunjang perbedaan produksi kelapa sawit tersebut adalah keberadaan permukaan air bawah tanah (*groundwater table*) temporer pada akhir musim hujan di blok 1 lebih dangkal yang dapat diketahui dari sumur pantau. Penelitian Firman (2006) di Sano Ngguang, Manggarai Barat NTT menunjukkan bahwa pembuatan rorak pada kebun jambu mete dapat meningkatkan cadangan air tanah pada musim kemarau dan dapat meningkatkan produksi. Penerapan rorak pada kebun kopi juga dapat meningkatkan cadangan air tanah karena aliran permukaan dapat ditekan dengan nyata (Dariah *et al.*, 2004).

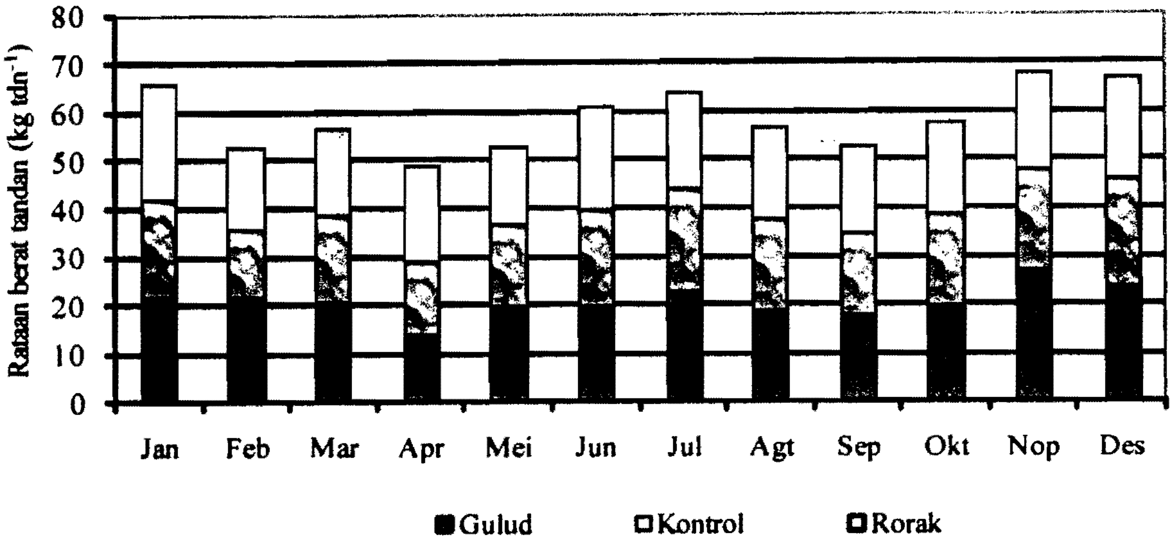
Berdasarkan sumber data dari kantor sentral manajemen kebun Unit Usaha Rejosari, produksi rata-rata TBS Afdeling 3 dan kebun Rejosari tahun 2007 masing-masing adalah 13,43 dan 14,59 t ha^{-1} yang hanya mendekati setengah dari produksi blok-blok penelitian sekalipun tanpa aplikasi konservasi tanah dan air (20,8 t ha^{-1}). Perbedaan tersebut lebih disebabkan oleh keragaman tahun tanam, dimana blok penelitian kelapa sawit ditanam tahun 1996, sedangkan pada blok-blok lainnya beragam dari tahun 1993 hingga tahun 2003. Pada tahun tanam yang sama (1996) produksi TBS Afdeling III UU Rejosari sebesar 19,0 kg ha^{-1}, atau 1,8 kg ha^{-1} lebih rendah dari pada blok perlakukan kontrol. Perbedaan produksi tersebut diperkirakan lebih banyak karena tertib pelaksanaan kultur teknis di blok-blok penelitian lebih diperhatikan dari pada blok Afdeling III lainnya. Rataan berat tandan (RBT) Afdeling III tahun tanam 1996 sebesar 19,7 kg, sedangkan rataan berat tandan (RBT) rata-rata Afdeling III dan kebun Unit Usaha Rejosari masing-masing 19,8 dan 12,1 kg.

Produksi Tanaman Contoh

Tambahan perlakuan konservasi air dan kultur teknis dilakukan di piringan pohon kelapa sawit contoh di setiap blok untuk lebih menunjukkan efektivitas perlakuan konservasi yang diterapkan dan kultur teknis yang baku. Pada setiap blok dipilih 36 contoh pohon kelapa sawit dalam 4 baris. Setiap baris terdiri atas 9 pohon dengan 3 pohon mendapat perlakuan parit sekeliling piringan, lubang resapan, aplikasi mulsa daun kelapa sawit dan pangkal pohon dibumbun, 3 pohon piringan dibersihkan dan pangkal pohon dibumbun, 3 pohon lainnya dibiarkan sesuai dengan kultur teknis kebun (tanpa perbaikan) sebagai kontrol. Pemupukan pada tanaman contoh yang piringannya disempurnakan dilakukan dengan membenamkan pupuk yang dua minggu sebelumnya di berikan dolomit dengan cara diaduk. Perbedaan

Tabel 2. Jumlah tandan dan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit akibat penerapan rorak dan guludan yang dilengkapi lubang resapan bermulsa tahun 2007.

Bulan	Teras Gulud		Kontrol		Rorak	
	Jumlah tandan	TBS (kg)	Jumlah tandan	TBS (kg)	Jumlah tandan	TBS (kg)
Januari	1119	24,370	1276	25,470	1029	24,380
Februari	1361	29,290	2173	29,440	1710	29,760
Maret	1393	28,870	1390	25,110	1641	28,830
April	1870	26,860	1463	22,030	1305	26,040
Mei	1703	33,720	1823	31,260	2710	44,340
Juni	1640	32,812	1625	32,649	1691	35,376
Juli	1553	35,465	1630	33,576	1559	30,594
Agustus	817	15,840	881	17,048	891	16,802
September	1020	17,880	946	16,033	1161	20,339
Oktober	3753	75,160	2316	43,786	2451	46,849
November	1210	32,200	1228	25,270	1223	24,374
Desember	1457	34,350	1420	30,790	1372	29,300
Rataan	9.88	25,162	9.13	20,779	9.95	23,579



Gambar 2. Berat tandan pada masing-masing perlakuan tahun 2007.

produksi karena perlakuan piringan pada setiap blok penelitian selama tahun 2007 (Januari – Desember) disajikan pada Tabel 3. Dengan harapan tanaman contoh yang piringannya mendapatkan perlakuan parit keliling dan lubang resapan + mulsa menghasilkan produksi tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya pada piringan, ternyata pada periode singkat ini pengaruh tersebut belum terlihat jelas. Sebaliknya tanaman sawit yang tidak diberikan perlakuan piringan tanaman cenderung memberikan hasil yang terbaik terhadap jumlah tandan, RBT, dan produksi TBS.

Dengan tanpa mempertimbangkan perlakuan yang diterapkan pada setiap piringan tanaman contoh di setiap blok, nilai produksi ke 36 tanaman contoh disajikan pada Tabel 4. Jika nilai produksi tanaman contoh tersebut dikonversikan ke dalam nilai produksi dalam blok {TBS blok = [(jml tandan blok/jumlah

Tabel 3. Produksi tanaman contoh karena perlakuan piringan tahun 2007.

Perlakuan	Jumlah tandan				Produksi TBS (kg)				RBT (kg tandan^{-1})			
	Teras gulud	kontrol	rorak	rataan	teras gulud	kontrol	rorak	rataan	teras gulud	Kontrol	rorak	rataan
A	122	113	107	114	2.314	2.532	2.492	2.446	18,3	23,2	24,1	21,9
B	130	150	115	131	2.741	3.050	2.453	2.748	21,4	21,8	21,3	21,5
C	98	97	102	99	2.015	1.998	2.059	2.024	21,2	19,1	22,1	20,8

Keterangan : A = kontrol; B = piringan dibuat parit keliling; C = piringan dibuat parit keliling dan lubang resapan + mulsa.

Tabel 4. Produksi tanaman contoh dan konversinya menjadi produksi blok pada setiap perlakuan tahun 2007.

Perlakuan	Jumlah Tandan		Produksi TBS		RBT
	Tanaman Contoh	Blok	Tanaman Contoh (kg)	Blok (kg ha^{-1})	(kg tandan^{-1})
Teras Gulud	350	18.896	7.071	23.858	20,3
Kontrol	360	18.171	7.579	23.909	21,4
Rorak	324	18.743	7.004	25.324	22,5

tandan tanaman contoh) x TBS tanaman contoh] / 16 ha}, maka perlakuan teras gulud maupun rorak tidak memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap produksi dari pada kontrol dan nilai tersebut berbeda dengan data produksi total per blok (Tabel 2). Hal ini membuktikan bahwa unit terkecil untuk analisis produksi di kebun kelapa sawit adalah blok, bahkan perusahaan biasanya menetapkan analisis produksi per unit manajemen.

KESIMPULAN

Aplikasi teras gulud dan rorak yang dikombinasikan dengan lubang resapan meningkatkan jumlah pelepah daun, jumlah tandan, rataan berat tandan, dan produksi tandan buah segar (TBS) kelapa sawit tanaman contoh di setiap blok. Aplikasi teras gulud berpengaruh paling tinggi terhadap produksi TBS per blok atau per hektar (25,2 t ha^{-1}) dibandingkan produksi TBS pada perlakuan rorak (23,6 t ha^{-1}) dan blok tanpa aplikasi konservasi tanah dan air atau kontrol (20,8 t ha^{-1}) yang masih tinggi baik dari produksi TBS rataan afdeling (19,0 kg ha^{-1}). Aplikasi teras gulud memberikan hasil tertinggi berat rataan TBS per tandan (RBT) (21 kg) dibandingkan dengan RBT pada perlakuan rorak (19 kg) dan RBT terendah pada perlakuan kontrol (18 kg).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini sepenuhnya didanai oleh Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan dan bekerjasama dengan PTPN VII serta dibantu oleh beberapa mahasiswa dalam pengumpulan data di lapangan dan pengolahan data oleh Ir. M. Subheki; atas bantuan dan dukungan dalam penelitian ini diucapkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

Adiwiganda, R., H. H. Siregar, and E. S. Sutarta. 1999. Agroclimatic zones for oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) plantation in Indonesia. In: Proceedings 1999 PORIM International Palm Oil Congress, "Emerging technologies and opportunities in next millennium". Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur, pp. 387-401.

Balitklimat. 2005. Pengelolaan air untuk peningkatan ketersediaan air tanaman kelapa sawit di PTPN VIII Cimulang. (http://www.litbang.deptan.go.id/indek.php? option=com) diakses pada 22 September 2007.

Brata, K. R. 1998. Pemanfaatan jerami padi sebagi mulsa vertikal untuk pengendalian aliran permukaan dan erosi serta kehilangan unsur hara dari pertanian lahan kering. J. Ilmu Tanah dan Lingkungan. 1(1): 21-27.

Dariah, A., F. Agus, S. Arsyad, Sudarsono, dan Maswar. 2004. Erosi dan aliran permukaan pada lahan pertanian berbasis tanaman kopi di Sumberjaya, Lampung Barat. J. Agrivita 26(1): 52-60.

Darmosarkoro, W., I. Y. Harahap, dan E. Syamsudin. 2001. Pengaruh kekeringan pada tanaman kelapa sawit dan upaya penggulangannya. Warta Penelitian Kelapa Sawit 9(3): 83-96.

Firman, C. 2006. Teknik peningkatan produksi jambu mete (*Anacardium ocidentale* L.) melalui teknologi rorak. Buletin Teknik Pertanian 11(2): 64-66

Harahap, I. Y. dan S. Latif. 1998. Model pengaruh ketersediaan air terhadap pertumbuhan dan hasil kelapa sawit. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit 6(1): 19-38.

Harahap, I. Y. dan W. Darmosarkoro. 1999. Pendugaan kebutuhan air untuk pertumbuhan kelapa sawit di lapang dan aplikasinya dalam pengembangan sistem irigasi. J. Pen. Kelapa Sawit 7(2): 87-104.

Henson, I. E., M. R. Md Noor, M. H. Harun, Z. Yahya, and S. N. A. Mustakim. 2005. Stress development and its detection in young oil palm in North Kedah Malaysia. J. Oil Palm Res. 17(1): 11-26.

Kallarackal, J., P. Jeyakumar, and J. George. 2004. Water use of irrigated oil palm at three different arid locations in Peninsular India. J. Oil Palm Res. 16(1): 45-53.

Murtilaksono, K., H. H. Siregar, E. S. Sutarta, and Y. Hidayat. 2006. Effect of Soil and Water Conservation on Surface Runoff in Oil Palm Plantation (Case of Rejosari, Lampung). In: E.S. Sutarta, S. Rahutomo, D. Siahaan (Eds.). Proceeding of International Oil Palm Conference on Optimum Use of Resources, Challenges and Opportunities for Sustainable Oil Palm Development., Denpasar, Bali. 19-22 Juni, pp. 340-344.

Murtilaksono, K., H. H. Siregar, dan W. Darmosarkoro. 2007. Model neraca air di perkebunan kelapa sawit (water balance model in oil palm plantation). Jurnal Penelitian Kelapa Sawit 14(2): 21-36.

Murtilaksono, E. S. Sutarta, H. H. Siregar, W. Darmosarkoro dan Y. Hidayat. 2008. Penerapan Teknik Konservasi Tanah dan Air dalam Upaya Penekanan Aliran Permukaan dan Erosi di Kebun Kelapa Sawit. In: K. Murtilaksono, F. Agus, S.D. Tarigan, A. Dariah, N.L. Nurida, H. Santoso, N. Sinukaban, A. N. Gintings (Eds). Prosiding Seminar dan Kongres Nasional MKTI VI, Bogor. 17-18 Desember, pp. 165-172.

Siregar, H. H., R. Adiwiganda, dan Z. Poeloengan. 1997. Pedoman pewilayahan agroklimat komoditas kelapa sawit. Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit 5(3): 109-113.

Umana, C. W. and C. M. Chinchille. 1991. Symptomatology associated with water deficit in oil palm. ASD Oil Palm paper. 3: 1-4.