



## SUBSTITUSI PUPUK MoP DENGAN TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DI ULTISOL

Eko Noviandi Ginting, Fandi Hidayat, dan Heri Santoso

**Abstrak** Tandan kosong sawit (TKS) merupakan salah satu limbah padat pabrik kelapa sawit yang memiliki kandungan hara kalium yang cukup tinggi. Penelitian substitusi pupuk MoP dengan tandan kosong sawit untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah, kandungan hara daun, indeks luas daun, dan produksi kelapa sawit telah dilakukan pada tanaman kelapa sawit tahun tanam 2003 di kebun percobaan Bukit Sentang dengan menggunakan rancangan acak kelompok. Perlakuan yang dicobakan dalam penelitian ini adalah : (i) pupuk MoP 100 % dosis standar kebun (S); (ii) TKS setara 100% dosis pupuk MoP standar kebun (T); (iii) pupuk MoP 100% dosis standar kebun + TKS setara 100% dosis pupuk MoP standar kebun (S1T1); (iv) 75 % dosis pupuk MoP standar kebun + TKS setara 25% dosis pupuk MoP standar kebun (S2T2); (v) 50% dosis pupuk MoP standar kebun + TKS setara 50% dosis pupuk MoP standar kebun (S3T3); dan (vi) 25 % pupuk MoP dosis standar kebun + TKS setara 75% dosis pupuk MoP standar kebun (S4T4). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi TKS berpengaruh nyata terhadap sifat kimia tanah (pH tanah, kandungan C-organik, Ca tertukarkan, Mg tertukarkan, dan KTK tanah), kadar N dan P dalam daun, serta total dan rerata kumulatif produksi TBS. Aplikasi tandan kosong kelapa sawit setara 25% dosis pupuk MoP standar kebun dapat mensubstitusi penggunaan pupuk MoP hingga 25% dengan peningkatan produksi mencapai 11,7%.

**Kata kunci** : kelapa sawit, tandan kosong kelapa sawit (TKS), MoP

*Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit*

Eko Noviandi Ginting (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia  
Email: eko81\_novandy@yahoo.com

**Abstract** Empty fruit bunches (EFB) are waste of oil palm mill which contains high of potassium. Research on application of empty fruit bunches as a substitute potassium fertilizer to determine its effect on soil chemical properties, leaf nutrients content, leaf area index and oil palm production, has been conducted in Bukit Sentang estate, North Sumatra. Palms were used in this study was planted in 2003. The study was arranged in Randomized Completely Block Design with 6 treatments (application of 100% standard dosage of MoP (S), application of EFB which is equivalent to 100% standard dosage of MoP (T), application of EFB equivalent to 100% standard dosage of MoP + 100% dosage standard of MoP (S1T1), application of EFB equivalent to 25% standard dosage of MoP + 75% standard dosage of MoP (S2T2), application of EFB equivalent to 50% standard dosage of MoP + 50% standard dosage of MoP (S3T3), application of EFB equivalent to 75% standard dosage of MoP + 25% standard dosage of MoP (S4T4). The treatments were replicated three times each other. The result showed that application of EFB significantly different in soil chemistry properties (pH, C-organic content, Ca exchange, Mg exchange and cation exchange capacity), leaf nitrogen and phosphor contents, as well as high fresh fruit bunches. In contrast, combination of EFB and MoP fertilizer was not significantly in potassium and natrium exchange, leaf potassium, calcium and magnesium contents, as well as leaf area index. Overall, the research revealed that the application of empty fruit bunches equivalent to 25% standard dosage of MoP could be substitute the use of MoP fertilizer up to 25% with increasing FFB up to 11.7%.

**Key words** : oil palm, empty fruit bunches, potassium, MoP

## PENDAHULUAN

Dewasa ini praktek perkebunan kelapa sawit tidak hanya dititikberatkan pada produktivitas semata. Praktek perkebunan kelapa sawit yang ramah lingkungan juga menjadi salah satu aspek penting yang perlu diperhatikan oleh para praktisi perkebunan kelapa sawit. *Trend* isu global perusahaan modern dewasa ini adalah *zero waste* yaitu aktivitas meniadakan limbah dari proses produksi dengan cara pengelolaan proses produksi yang terintegrasi dengan minimalisasi dan pengolahan limbah (Sulaeman, 2008).

Salah satu limbah padat yang dihasilkan pabrik kelapa sawit (PKS) adalah tandan kosong kelapa sawit (TKS). Untuk setiap ton tandan buah segar yang diolah di pabrik akan menyisakan residu berupa TKS sebesar 20-25% (Rosenani *et al.*, 2010, Widiastuti dan Panji, 2007). Pengembalian sisa *biomassa* atau limbah kelapa sawit untuk memperbaiki kondisi tanah harus dilakukan agar diperoleh perkebunan kelapa sawit yang berkelanjutan. Tandan kosong kelapa sawit memiliki kandungan hara yang cukup tinggi terutama unsur hara kalium. Tajuddin (2006), menyatakan bahwa tandan kosong kelapa sawit memiliki kandungan kalium mencapai 1,46-2,41%.

Pada awalnya, tandan kosong sawit dibakar dalam *incenator* dan abunya yang mengandung kalium cukup tinggi dimanfaatkan sebagai sumber kalium. Wuryaningsih (2008) mengemukakan bahwa abu janjang sawit berpotensi sebagai sumber kalium dengan persentase kandungan kalium antara 30-40%. Lebih lanjut Istina dan Syam (2005) menyatakan bahwa limbah abu janjang sawit dapat digunakan sebagai sumber K dengan potensi peningkatan hasil sekitar 36-42% dan peningkatan pendapatan petani mencapai 47-52,29%.

Sehubungan dengan isu *zero waste*, maka pembakaran TKS mulai ditinggalkan untuk mengurangi dampak polusi udara akibat asap hasil pembakaran (Darmosarkoro *et al.*, 2003). Sebagai alternatif, tandan kosong sawit saat ini banyak dimanfaatkan sebagai pupuk organik di perkebunan kelapa sawit baik secara langsung maupun tidak langsung.

Darmosarkoro *et al.* (2001) menyatakan bahwa aplikasi kompos TKS pada percobaan di pot dapat

meningkatkan kapasitas tukar kation media tanah dari 20,6 menjadi 39,7 me/100 g tanah. Selain mampu memperbaiki kesuburan tanah, TKS juga dapat meningkatkan massa akar yang berpengaruh pada efektivitas pemupukan dan penyerapan hara oleh tanaman (Kheong dan Rahman, 2010).

Beberapa hasil penelitian juga menunjukkan bahwa aplikasi TKS secara langsung di piringan umumnya berpengaruh positif pada pertumbuhan vegetatif, dan produksi tanaman. Lim dan Zaharah (2002) menyatakan bahwa aplikasi TKS sebagai mulsa yang dikombinasikan dengan pupuk N dan K pada piringan tanaman berjarak 2 meter dari pangkal pohon memberikan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan jumlah tandan, berat tandan, dan produksi TBS.

Selain sebagai bahan organik yang berfungsi untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, TKS juga diduga dapat menyumbang hara di dalam tanah, khususnya hara kalium. Hasil analisis terhadap TKS yang telah dilakukan dihasilkan kandungan  $K_2O$  sebesar 2,25% dengan kandungan air sebesar 29,42%. Tingginya kandungan hara kalium pada TKS dinilai berpotensi sebagai pensubstitusi pupuk kalium (MoP) di perkebunan kelapa sawit. Berdasarkan hal tersebut dan ditunjang dengan hasil-hasil penelitian tentang pemanfaatan TKS di perkebunan kelapa sawit, maka dilakukan penelitian tentang substitusi pupuk MoP dengan tandan kosong kelapa sawit untuk melihat pengaruhnya terhadap sifat kimia tanah dan kandungan hara daun, serta pengaruhnya terhadap indeks luas daun dan produksi tanaman kelapa sawit.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Bukit Sentang - Sumatera Utara, sejak tahun 2005 sampai dengan 2010. Penelitian dilakukan pada tanaman kelapa sawit tahun tanam 2003. Penelitian disusun menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 6 (enam) perlakuan dan 3 (tiga) ulangan. Perlakuan yang dicobakan adalah :

- (i) pupuk MoP 100% dosis standar kebun (S);
- (ii) TKS setara 100% dosis pupuk MoP standar kebun (T);

- (iii) pupuk MoP 100 % dosis standar kebun + TKS setara 100% dosis pupuk MoP standar kebun (S1T1);
- (iv) pupuk MoP 75% dosis standar kebun + TKS setara 25% dosis pupuk MoP standar kebun (S2T2);
- (v) pupuk MoP 50% dosis standar kebun + TKS setara 50% dosis pupuk MoP standar kebun (S3T3); dan
- (vi) pupuk MoP 25% dosis standar kebun + TKS setara 75% dosis pupuk MoP standar kebun (S4T4).

Aplikasi TKS dilakukan satu tahun sekali, sedangkan pupuk MoP diaplikasikan 2 (dua) kali dalam setahun dan pupuk lainnya diberikan sesuai dengan standar kebun. TKS diaplikasikan dengan cara disusun melingkari piringan pohon setebal 1 (satu) lapis di pinggir piringan pohon. Sedangkan pupuk standar diaplikasikan dengan cara ditabur merata di piringan pohon. Parameter yang diamati meliputi :

- 1) sifat kimia tanah : pH, C-organik, K, Ca, Na, Mg, dan KTK

- 2) kandungan hara daun : N, P, K, Ca, Mg
- 3) produksi tanaman yang meliputi jumlah tandan, rerata berat tandan, dan produksi tandan buah segar (TBS)
- 4) pertumbuhan vegetatif tanaman berupa indeks luas daun.

Analisis ragam dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter pengamatan dan dilanjutkan dengan uji beda rerata menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui rata-rata perlakuan yang berbeda dengan jenjang nyata 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh tandan kosong sawit terhadap sifat kimia tanah setelah 5 tahun aplikasi

Hasil analisis sidik ragam terhadap parameter sifat kimia tanah setelah 5 (lima) tahun aplikasi perlakuan menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan berbeda nyata pada pH tanah, C organik tanah, Ca dan Mg tertukarkan, dan KTK tanah namun tidak berbeda nyata pada K tertukarkan dan Na tertukarkan (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh aplikasi tandan kosong sawit terhadap sifat kimia tanah pada akhir penelitian.

Perlakuan	pH H <sub>2</sub> O	C-organik (%)	Kation dapat dipertukarkan (m.e/100 gram)				KTK (m.e/100 gram)
			NH <sub>4</sub> -Asetat pH 7				
			K	Ca	Na	Mg	
S	5,63 <sup>ab</sup>	0,383 <sup>b</sup>	0,766 <sup>a</sup>	6,690 <sup>ab</sup>	0,036 <sup>a</sup>	4,430 <sup>ab</sup>	16,190 <sup>abc</sup>
T	5,43 <sup>b</sup>	0,673 <sup>ab</sup>	0,850 <sup>a</sup>	3,190 <sup>b</sup>	0,046 <sup>a</sup>	2,270 <sup>b</sup>	13,733 <sup>bc</sup>
S1T1	5,56 <sup>ab</sup>	0,600 <sup>ab</sup>	1,526 <sup>a</sup>	2,853 <sup>b</sup>	0,050 <sup>a</sup>	1,983 <sup>b</sup>	10,393 <sup>c</sup>
S2T2	5,86 <sup>ab</sup>	0,670 <sup>ab</sup>	0,880 <sup>a</sup>	4,510 <sup>ab</sup>	0,053 <sup>a</sup>	3,067 <sup>ab</sup>	11,547 <sup>c</sup>
S3T3	6,03 <sup>a</sup>	0,600 <sup>ab</sup>	1,650 <sup>a</sup>	7,557 <sup>ab</sup>	0,046 <sup>a</sup>	5,550 <sup>a</sup>	20,633 <sup>ab</sup>
S4T4	5,90 <sup>ab</sup>	0,883 <sup>a</sup>	1,623 <sup>a</sup>	9,170 <sup>a</sup>	0,056 <sup>a</sup>	5,820 <sup>a</sup>	23,703 <sup>a</sup>

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Pada parameter pH tanah, perlakuan aplikasi TKS setara 100% dosis pupuk MoP Standar kebun (T) memiliki nilai pH terendah (5,43) yang nyata berbeda dengan nilai pH tertinggi pada perlakuan S3T3 (6,03). Hal tersebut diduga disebabkan oleh aplikasi TKS

pada perlakuan T tidak diikuti dengan aplikasi pupuk MoP yang berakibat pada lambatnya proses dekomposisi TKS. Suntoro (2003), melaporkan bahwa penambahan bahan organik yang belum matang dapat menyebabkan penurunan pH tanah akibat dari asam-

asam organik hasil proses dekomposisi bahan organik yang berjalan lambat. Selain itu KCl yang diaplikasikan memiliki sifat dapat larut, mendekati pH 7 (netral) dan menghasilkan ion  $K^+$  yang akan bereaksi dengan ion  $OH^-$  membentuk ikatan K-OH (basa kuat) sehingga dapat meningkatkan pH (Tan, 2001).

Pada parameter C organik tanah, perlakuan S berbeda nyata terhadap perlakuan S4T4 namun tidak

berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Secara umum perlakuan aplikasi TKS pada beberapa taraf menghasilkan C-organik tanah lebih tinggi dibanding perlakuan standar (S). Hal ini mungkin disebabkan karena kandungan C organik yang tinggi dalam TKS yang telah terdekomposisi (Tabel 2) sehingga dapat menambah asupan C organik dalam tanah.

Tabel 2. Hasil analisis tandan kosong kelapa sawit.

Parameter	Satuan	Hasil analisis
$P_2O_5$	%	0,41
$K_2O$	%	2,25
MgO	%	0,20
CaO	%	0,28
N	%	1,43
Kadar air	%	29,42
C-organik	%	30,01
C/N	-	23,26

Perlakuan aplikasi TKS setara dengan 75% dosis pupuk MoP standar kebun yang diikuti dengan aplikasi pupuk MoP setara 25% dosis standar kebun (S4T4) secara nyata juga memberikan nilai KTK tanah lebih tinggi dibandingkan perlakuan T, S1T1, dan S2T2, namun tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan S dan S3T3. Walaupun secara statistik aplikasi TKS tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan standar (S) pada KTK tanah namun secara umum aplikasi TKS mampu meningkatkan KTK tanah lebih tinggi dibandingkan perlakuan standar. Hal ini senada dengan penelitian Rosenani *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa aplikasi TKS secara berkesinambungan dapat meningkatkan KTK tanah. Lebih lanjut Suntoro (2003) menyatakan bahwa penambahan bahan organik akan meningkatkan muatan negatif tanah sehingga akan meningkatkan KTK tanah. Dari Tabel 1 terlihat bahwa perlakuan S4T4 juga memiliki nilai tertinggi pada parameter Ca, Na, dan Mg tertukarkan. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum perlakuan aplikasi TKS setara dengan 75% dosis pupuk MoP standar kebun yang diikuti dengan aplikasi pupuk MoP setara 25% dosis standar kebun mampu

meningkatkan kesuburan tanah lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya.

Corley dan Thinker (2003) menyatakan bahwa aplikasi TKS dapat meningkatkan pH tanah dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah. Sedangkan menurut Ginting dan Rahutomo (2008), aplikasi kompos TKS berpengaruh terhadap perbaikan sifat kimia tanah terutama pada perimbangan Mg/K, peningkatan kapasitas tukar kation serta dapat mensubstitusi penggunaan pupuk anorganik hingga 20% dari dosis standar kebun.

Hasil analisis uji beda rerata menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada selang kepercayaan 5% menunjukkan bahwa substitusi pupuk MoP dengan TKS pada beberapa taraf dosis tidak berbeda nyata terhadap parameter K-tertukarkan tanah. Namun demikian aplikasi TKS yang dikombinasikan dengan aplikasi pupuk MoP menghasilkan K-tertukarkan tanah lebih tinggi dibanding tanpa aplikasi TKS (standar). Hal ini mungkin disebabkan tanah mendapat sumbangan kalium dari TKS yang memiliki kandungan K cukup tinggi (Tabel 2).

### Pengaruh aplikasi tandan kosong terhadap kadar hara daun setelah 5 tahun aplikasi

Hasil analisis daun pada akhir penelitian menunjukkan bahwa aplikasi TKS pada beberapa taraf dosis tidak berpengaruh nyata terhadap kadar K, Ca, dan Mg daun, namun berpengaruh nyata terhadap kandungan hara N dan P daun (Tabel 3).

Hasil uji DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan S2T2, S3T3, dan S4T4 berpengaruh nyata pada parameter kadar N daun dibandingkan perlakuan standar (S). Kadar N daun tertinggi diperoleh pada perlakuan S2T2 yaitu sebesar 2,72% dan kadar N daun terendah diperoleh pada perlakuan standar (S) yaitu sebesar 2,45%. Analisis statistik juga menunjukkan bahwa kadar P daun nyata lebih tinggi pada perlakuan T, S1T1, dan S3T3 dibandingkan perlakuan standar (S), di mana kadar P daun terendah diperoleh pada perlakuan standar yaitu sebesar 0,162% sedangkan yang tertinggi diperoleh pada

perlakuan S1T1 dan S3T3 yaitu sebesar 0,172%. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Ouda dan Mahadeen (2008) dalam penelitiannya menyatakan bahwa aplikasi bahan organik yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik secara signifikan meningkatkan kadar hara nitrogen dan fosfor dalam daun.

Secara umum aplikasi TKS baik sebagai pensubstitusi pupuk MoP (perlakuan T, S2T2, S3T3 dan S4T4) maupun sebagai bahan organik (S1T1) cenderung meningkatkan kandungan kalsium dan magnesium daun namun menurunkan kadar kalium dalam daun dibanding dengan perlakuan standar. Kecenderungan ini mungkin disebabkan karena efek dari sifat antagonis diantara ketiga unsur tersebut. Lim dan Zaharah (2002) dalam penelitiannya menyatakan bahwa aplikasi TKS meningkatkan kandungan kalium dalam daun namun menurunkan kandungan magnesium daun yang disebabkan oleh efek sifat antagonis diantara kedua unsur tersebut.

Tabel 3. Pengaruh aplikasi tandan kosong terhadap kadar hara daun.

Perlakuan	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
S	2,45 <sup>b</sup>	0,162 <sup>b</sup>	1,126 <sup>a</sup>	0,813 <sup>a</sup>	0,303 <sup>a</sup>
T	2,56 <sup>ab</sup>	0,176 <sup>a</sup>	1,043 <sup>a</sup>	0,853 <sup>a</sup>	0,326 <sup>a</sup>
S1T1	2,58 <sup>ab</sup>	0,172 <sup>a</sup>	1,056 <sup>a</sup>	0,833 <sup>a</sup>	0,333 <sup>a</sup>
S2T2	2,72 <sup>a</sup>	0,171 <sup>ab</sup>	1,100 <sup>a</sup>	0,816 <sup>a</sup>	0,330 <sup>a</sup>
S3T3	2,68 <sup>a</sup>	0,172 <sup>a</sup>	1,030 <sup>a</sup>	0,823 <sup>a</sup>	0,360 <sup>a</sup>
S4T4	2,71 <sup>a</sup>	0,168 <sup>ab</sup>	1,056 <sup>a</sup>	0,843 <sup>a</sup>	0,343 <sup>a</sup>

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

### Pengaruh aplikasi tandan kosong sawit terhadap produksi tanaman

#### Jumlah tandan

Parameter produksi yang diamati pada penelitian ini meliputi jumlah tandan, rerata berat tandan, dan produksi tandan buah segar (TBS). Hasil analisis sidik ragam dengan DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa aplikasi TKS pada beberapa taraf dosis tidak

berpengaruh nyata terhadap parameter rerata jumlah tandan dibandingkan perlakuan standar (S) pada tahun 2007, 2008, 2009, dan tahun 2010.

Rerata kumulatif jumlah tandan dari tahun 2007 sampai 2010 juga menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5%. Namun demikian, rerata jumlah tandan tertinggi diperoleh pada perlakuan S2T2 yaitu sebesar 227,42 tandan dan yang terendah pada perlakuan aplikasi

TKS setara dengan 100% dosis pupuk MoP standar kebun (T) yaitu sebesar 208,08 tandan (Tabel 4).

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa substitusi pupuk MoP dengan TKS setara 100% dosis pupuk MoP standar kebun (perlakuan T) menghasilkan rerata jumlah tandan yang lebih rendah dibanding aplikasi TKS setara 25%, 50% dan 75% dosis pupuk MoP standar kebun yang diikuti dengan aplikasi pupuk MoP

sebesar 75%, 50% dan 25% dosis kebun (perlakuan S1T1, S2T2, S3T3 dan S4T4). Hal ini mungkin disebabkan karena tanaman memerlukan hara yang cepat tersedia khususnya kalium untuk proses pembentukan buah. Pelepasan unsur kalium melalui aplikasi TKS sebagai pengganti pupuk MoP secara keseluruhan diduga terjadi sangat lambat, sehingga mempengaruhi proses pembentukan buah itu sendiri.

Tabel 4. Rerata jumlah tandan (tandan/plot/tahun) pada setiap perlakuan.

Perlakuan	2007	2008	2009	2010	Rerata
S	263,67 <sup>a</sup>	200,00 <sup>a</sup>	229,33 <sup>a</sup>	141,67 <sup>a</sup>	208,67 <sup>a</sup>
T	280,67 <sup>a</sup>	188,33 <sup>a</sup>	235,67 <sup>a</sup>	127,67 <sup>a</sup>	208,08 <sup>a</sup>
S1T1	294,00 <sup>a</sup>	204,67 <sup>a</sup>	222,67 <sup>a</sup>	135,33 <sup>a</sup>	214,17 <sup>a</sup>
S2T2	290,00 <sup>a</sup>	231,67 <sup>a</sup>	247,00 <sup>a</sup>	141,00 <sup>a</sup>	227,42 <sup>a</sup>
S3T3	308,33 <sup>a</sup>	220,33 <sup>a</sup>	240,00 <sup>a</sup>	139,67 <sup>a</sup>	227,08 <sup>a</sup>
S4T4	301,33 <sup>a</sup>	196,68 <sup>a</sup>	249,67 <sup>a</sup>	120,33 <sup>a</sup>	217,00 <sup>a</sup>

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

#### Rerata berat tandan

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan tampak berbeda nyata terhadap rerata berat tandan pada tahun 2007 dan 2009 dimana perlakuan S1T1 memiliki pengaruh yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan S3T3. Rerata berat tandan tertinggi pada tahun 2007 dan 2009 diperoleh pada perlakuan S1T1 yaitu 8,49 kg dan yang terendah diperoleh pada perlakuan S3T3

yaitu 7,47 kg. Pada tahun 2008, seluruh perlakuan yang dicobakan tidak berpengaruh nyata terhadap rerata berat tandan. Hal serupa juga diperoleh pada tahun 2010 dimana tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan terhadap rerata berat tandan, namun demikian rerata berat tandan tertinggi diperoleh pada perlakuan S4T4 yaitu sebesar 18,32 kg dan yang terendah diperoleh pada perlakuan T yaitu sebesar 16,63 kg.

Tabel 5. Rerata berat tandan pada setiap perlakuan.

Perlakuan	2007	2008	2009	2010	Rerata
S	8,09 <sup>ab</sup>	13,22 <sup>a</sup>	15,28 <sup>ab</sup>	16,71 <sup>a</sup>	13,33 <sup>a</sup>
T	7,50 <sup>b</sup>	14,36 <sup>a</sup>	15,25 <sup>ab</sup>	16,63 <sup>a</sup>	13,44 <sup>a</sup>
S1T1	8,49 <sup>a</sup>	14,24 <sup>a</sup>	16,27 <sup>a</sup>	17,35 <sup>a</sup>	14,09 <sup>a</sup>
S2T2	7,85 <sup>ab</sup>	13,34 <sup>a</sup>	15,93 <sup>ab</sup>	17,85 <sup>a</sup>	13,74 <sup>a</sup>
S3T3	7,47 <sup>b</sup>	13,21 <sup>a</sup>	14,97 <sup>b</sup>	17,56 <sup>a</sup>	13,30 <sup>a</sup>
S4T4	7,78 <sup>ab</sup>	13,59 <sup>a</sup>	15,60 <sup>ab</sup>	18,32 <sup>a</sup>	13,82 <sup>a</sup>

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Rerata kumulatif selama 4 tahun (2007-2010) terhadap rerata berat tandan juga menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan. Walaupun tidak berbeda nyata secara statistik, namun rerata kumulatif berat tandan tertinggi diperoleh pada perlakuan S1T1 yaitu sebesar 14,09 kg sedangkan yang terendah diperoleh pada perlakuan S3T3 yaitu sebesar 13,30 kg (Tabel 5). Dari hasil penelitian terlihat bahwa aplikasi TKS setara dengan 100% dosis pupuk MoP standar kebun yang dikombinasikan dengan aplikasi pupuk MoP 100% dosis standar kebun pada perlakuan S1T1 dapat meningkatkan rerata berat tandan lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

### Produksi TBS

Hasil analisis statistik menggunakan DMRT pada taraf 5% menunjukkan bahwa perlakuan aplikasi TKS sebagai pensubstitusi pupuk MoP pada berbagai taraf dosis tidak berpengaruh nyata

terhadap perlakuan standar (S) pada parameter produksi tandan buah segar (TBS) dari tahun 2007 sampai tahun 2010. Namun total produksi dan rerata kumulatif produksi menunjukkan bahwa substitusi pupuk MoP dengan TKS setara 25% dosis pupuk MoP standar kebun diikuti dengan pemupukan 75% dosis MoP standar kebun (perlakuan S2T2) menghasilkan produksi TBS tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan S dan T, namun tidak berpengaruh nyata dibanding perlakuan lainnya. Total produksi dan rerata produksi TBS tertinggi diperoleh pada perlakuan S2T2 yaitu masing-masing sebesar 11.826,5 kg/plot dan 2.956,6 kg/plot/tahun, sedangkan total produksi dan rerata produksi terendah diperoleh pada perlakuan aplikasi tandan kosong setara dengan 100% dosis pupuk MoP standar kebun tanpa aplikasi pupuk MoP (perlakuan T) yaitu dengan total produksi sebesar 10.534,5 kg/plot dan rerata produksi sebesar 2.633,6 kg/plot/tahun (Tabel 6).

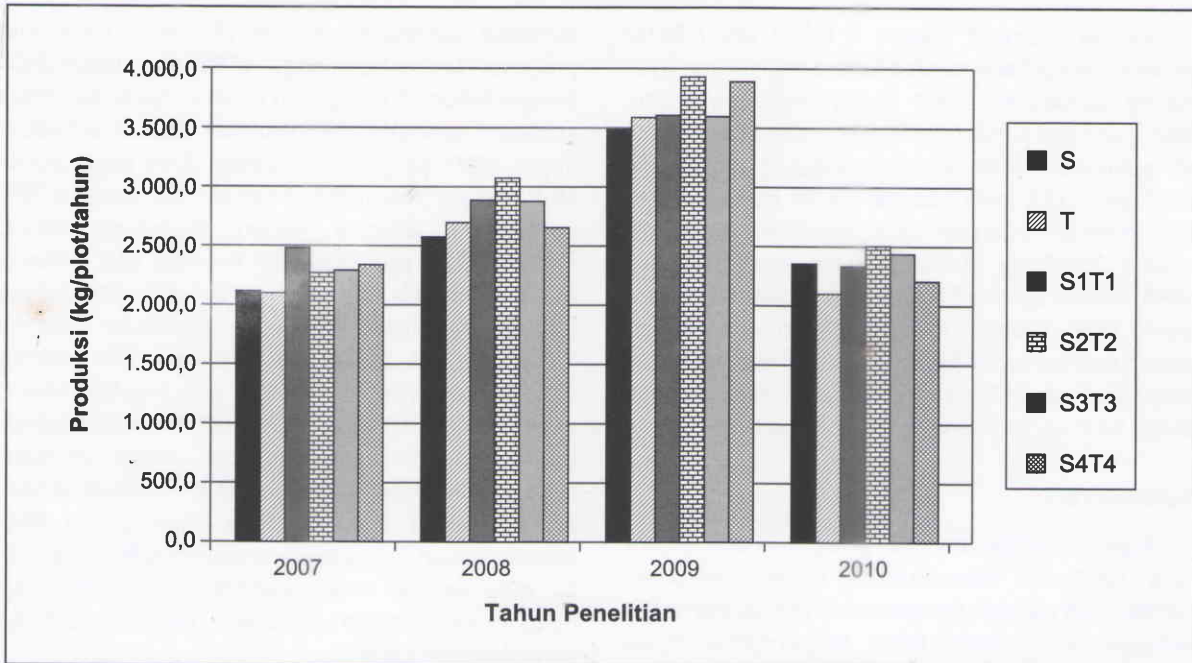
Tabel 6. Rerata dan total produksi TBS (kg/plot/tahun) pada setiap perlakuan.

Perlakuan	2007	2008	2009	2010	Rerata
S	8,09 <sup>ab</sup>	13,22 <sup>a</sup>	15,28 <sup>ab</sup>	16,71 <sup>a</sup>	13,33 <sup>a</sup>
T	7,50 <sup>b</sup>	14,36 <sup>a</sup>	15,25 <sup>ab</sup>	16,63 <sup>a</sup>	13,44 <sup>a</sup>
S1T1	8,49 <sup>a</sup>	14,24 <sup>a</sup>	16,27 <sup>a</sup>	17,35 <sup>a</sup>	14,09 <sup>a</sup>
S2T2	7,85 <sup>ab</sup>	13,34 <sup>a</sup>	15,93 <sup>ab</sup>	17,85 <sup>a</sup>	13,74 <sup>a</sup>
S3T3	7,47 <sup>b</sup>	13,21 <sup>a</sup>	14,97 <sup>b</sup>	17,56 <sup>a</sup>	13,30 <sup>a</sup>
S4T4	7,78 <sup>ab</sup>	13,59 <sup>a</sup>	15,60 <sup>ab</sup>	18,32 <sup>a</sup>	13,82 <sup>a</sup>

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa perlakuan kombinasi pupuk MoP dengan TKS (perlakuan S1T1; S2T2; S3T3; dan S4T4) menghasilkan rerata produksi TBS lebih tinggi dibandingkan aplikasi tandan kosong sebagai pensubstitusi pupuk MoP setara 100% dosis pupuk MoP standar kebun (perlakuan T) dan perlakuan S (aplikasi pupuk MoP tanpa aplikasi TKS). Diduga TKS yang dikombinasikan dengan pupuk MoP selain menyumbang hara bagi tanaman juga berperan

dalam memperbaiki sifat fisik tanah sehingga hara-hara di dalam tanah menjadi lebih tersedia bagi tanaman. Rerata peningkatan produksi pada perlakuan kombinasi pupuk MoP dengan TKS berkisar antara 5,03% - 11,7% dibandingkan perlakuan standar (S). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Singh *et al.* (1989) dan Loong *et al.* (1989) yang menyatakan bahwa aplikasi TKS dapat meningkatkan produksi TBS rata-rata selama 4 tahun sebesar 10-23 %.



Gambar 1. Produksi TBS pada masing-masing perlakuan dari tahun 2007-2010.

Produksi kelapa sawit akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Gambar 1 memperlihatkan bahwa produksi TBS pada seluruh perlakuan terus meningkat sejak tahun 2007 hingga 2009. Namun produksi TBS pada seluruh perlakuan di tahun 2010 mengalami penurunan dibandingkan tahun sebelumnya. Penurunan produksi TBS tersebut diduga terkait dengan terjadinya defisit air di Kebun Bukit Sentang pada tahun-tahun sebelumnya. Pada tahun 2005 tercatat terjadi defisit air sebesar 35 mm

dan pada tahun 2008 terjadi defisit air sebesar 90 mm dengan bulan kering masing-masing sebanyak 2 bulan pada tahun 2005 dan 2008 (Tabel 7). Hartley (1977) *cit.* Siregar *et al.* (2006) menyatakan bahwa produksi tandan buah segar pada tahun yang sedang berjalan sangat ditentukan oleh keadaan iklim 24-42 bulan sebelumnya, yaitu disebabkan oleh adanya hubungan yang erat antara curah hujan maupun radiasi matahari dengan seks rasio.

Tabel 7. Data curah hujan, hari hujan, bulan kering dan defisit air tahunan di Kebun Bukit Sentang.

Keterangan	2005	2006	2007	2008	2009
Curah hujan (mm/tahun)	1925	2197	1795	1888	1851
Hari hujan	128	151	126	141	134
Bulan kering (BK)	2	0	1	2	2
Defisit air (mm/tahun)	35	0	0	90	0



**Pengaruh aplikasi TKS terhadap indeks luas daun**

Indeks luas daun (ILD) yang merupakan nilai absolut dari pengukuran vegetatif tanaman. Indeks luas daun merupakan rasio jumlah luas daun per satuan luas lahan (Asner *et al.*, 2003).

Hasil analisis statistik terhadap indeks luas daun (ILD) tanaman kelapa sawit menunjukkan bahwa seluruh perlakuan yang dicobakan tidak berpengaruh nyata terhadap ILD mulai dari awal percobaan (tahun 2005) sampai akhir percobaan (tahun 2010) berdasarkan uji beda rerata menggunakan uji DMRT pada taraf 5%

(Tabel 8). Meskipun tidak berbeda nyata, namun secara umum indeks luas daun (ILD) pada perlakuan kombinasi aplikasi TKS dengan pupuk MoP memiliki nilai ILD lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan standar (S) sejak tahun 2005 hingga 2010. Masarirambi *et al.* (2010) menyatakan bahwa bahan organik cenderung memberikan pengaruh pertumbuhan vegetatif tanaman (jumlah daun, tinggi tanaman, dan indeks luas daun) yang lebih jagur dibandingkan dengan pupuk anorganik. Aplikasi TKS diduga dapat memperbaiki sifat fisik tanah terutama struktur tanah sehingga secara tidak langsung berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman.

Tabel 8. Hasil analisis indeks luas daun (ILD) pada masing-masing perlakuan.

Perlakuan	Indeks Luas Daun					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
S	1,06 <sup>a</sup>	2,55 <sup>a</sup>	4,30 <sup>a</sup>	5,38 <sup>a</sup>	5,51 <sup>a</sup>	5,76 <sup>a</sup>
T	1,17 <sup>a</sup>	3,00 <sup>a</sup>	4,93 <sup>a</sup>	6,13 <sup>a</sup>	6,82 <sup>a</sup>	6,64 <sup>a</sup>
S1T1	1,13 <sup>a</sup>	2,90 <sup>a</sup>	4,66 <sup>a</sup>	5,55 <sup>a</sup>	6,64 <sup>a</sup>	7,12 <sup>a</sup>
S2T2	1,05 <sup>a</sup>	2,84 <sup>a</sup>	4,67 <sup>a</sup>	5,64 <sup>a</sup>	6,47 <sup>a</sup>	6,16 <sup>a</sup>
S3T3	1,05 <sup>a</sup>	2,80 <sup>a</sup>	4,50 <sup>a</sup>	5,52 <sup>a</sup>	6,70 <sup>a</sup>	7,07 <sup>a</sup>
S4T4	1,10 <sup>a</sup>	2,75 <sup>a</sup>	4,76 <sup>a</sup>	5,69 <sup>a</sup>	7,05 <sup>a</sup>	6,89 <sup>a</sup>

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Nilai indeks luas daun (ILD) memiliki hubungan dengan tingkat hasil. Corley dan Thinker (2003) menyatakan bahwa berdasarkan kurva kuadratik produksi optimum kelapa sawit umur 7-8 tahun diperoleh pada ILD 5-6. Hasil pengukuran ILD pada seluruh perlakuan pada tahun pertama penelitian sampai dengan tahun keempat (2005-2008) menunjukkan bahwa nilai ILD pada masing-masing perlakuan umumnya masih berada dibawah angka 6,5 (Tabel 8). Nilai ILD mencapai angka 6,5 yang merupakan nilai ILD optimal untuk tanaman kelapa sawit, baru diperoleh pada tahun ke lima dan tahun terakhir penelitian (2009-2010). Tabel 9 menunjukkan bahwa produksi TBS tertinggi diperoleh pada nilai ILD 6,0 – 6,5, di mana pada tahun 2009 produksi tertinggi diperoleh pada perlakuan S2T2 dengan nilai ILD 6,47 dan pada

tahun 2010 produksi tertinggi juga diperoleh pada perlakuan S2T2 dengan nilai ILD 6,16.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa nilai optimum ILD pada tanaman kelapa sawit pada penelitian ini diperoleh pada angka 6,0-6,5, sedangkan untuk nilai ILD < 6 dan > 6,5 (menjauhi nilai optimum) akan memberikan produksi yang lebih rendah. Perlakuan S2T2 dengan nilai ILD 6,16 (mendekati 6,5) memberikan respon produksi tertinggi, sedangkan perlakuan T dan S dengan nilai ILD makin menjauhi angka 6,5 memberikan respon produksi yang lebih rendah.

Indeks luas daun berperan meningkatkan produksi kelapa sawit melalui kemampuannya dalam mengintersepsi cahaya matahari seoptimal mungkin guna proses fotosintesis sehingga menghasilkan energi yang cukup untuk peningkatan produksi tanaman.

Tabel 9. Pengaruh indeks luas daun terhadap produksi kelapa sawit.

Perlakuan	2009		2010	
	ILD	Produksi TBS (kg/plot)	ILD	Produksi TBS (kg/plot)
S	5,51	3503,5	5,76	2370,3
T	6,82	3600,6	6,64	2115,7
S1T1	6,64	3168,3	7,12	2348,5
S2T2	6,47	3939,0	6,16	2516,2
S3T3	6,70	3601,2	7,07	2442,7
S4T4	7,05	3894,3	6,89	2205,3

## KESIMPULAN

Substitusi pupuk MoP dengan tandan kosong sawit yang dikombinasi dengan aplikasi pupuk MoP nyata meningkatkan pH tanah, C-organik, Ca-tertutarkan, Mg-tertutarkan dan KTK tanah dibandingkan pemupukan standar kebun, namun tidak berpengaruh nyata pada peningkatan K-tertutarkan dan Na-tertutarkan dalam tanah. Kombinasi pupuk MoP dengan tandan kosong sawit tidak berbeda nyata pada parameter kandungan K, Ca dan Mg daun, namun berbeda nyata pada kandungan N dan P daun. Aplikasi tandan kosong sawit secara nyata dapat mensubstitusi pupuk MoP hingga 25% dengan peningkatan produksi mencapai 11,7% dari pemupukan standar kebun.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asner, G.P., J.M.O. Scurlock, and J.A. Hicke. 2003. Global synthesis of leaf area index observations : implications for ecological and remote sensing studies. *Global Ecology and Biogeography* 12: 191-205.
- Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2003. *The Oil Palm* (Fourth Edition). Blackwell Science Ltd., Oxford. p: 562.
- Darmosarkoro, W., E.S. Sutarta, dan Winarna. 2001. Penggunaan kompos tandan kosong sawit pada tanaman semusim dan hortikultura. Lokakarya Pengelolaan Lingkungan Pabrik Kelapa Sawit, Medan, 19-20 Juni 2001.
- Darmosarkoro, W., E.S. Sutarta, dan Winarna. 2003. Lahan dan Pemupukan Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Ginting, E.N. dan S. Rahutomo. 2008. Pengaruh kompos tandan kosong kelapa sawit terhadap produksi tanaman kelapa sawit dan perubahan sifat kimia tanah. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 16 (3): 127-133.
- Istina, I.N. dan A. Syam. 2005. Analisis finansial teknologi pemupukan abu janjang sawit sebagai sumber K pada padi sawah. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* Vol. VIII (3) : 363-371.
- Kheong, L.V. and Z.A. Rahman. 2010. Nutrient absorption by oil palm primary roots as affected by empty fruit bunch application. *Journal of Oil Palm Research* 22: 711-720.
- Lim, K.C. and A.R. Zaharah. 2002. The effects oil palm empty fruit bunches on oil palm nutrition and yield, and soil chemical properties. *Journal of Oil Palm Research* Vol. XIV (2) : 1-9.



- Loong, S.G., M. Nazeeb, A. Letchumanan, and B.J. Wood. 1989. Underplanting as a means to shorten the non-productive period of oil palm. In Proceedings of the 1989 PORIM International Palm Oil Development Conference, Module II-Agriculture. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur.
- Masarirambi, M.T., M.M. Hlawe, O.T. Oseni, and T.E. Sibiya. 2010. Effects of organic fertilizers on growth, yield, quality and sensory evaluation of red lettuce (*Lactuca sativa* L.) 'Veneza Roxa'. Agriculture and Biology Journal of North America Vol. 1 (6): 1319-1324.
- Ouda, B.A. and A.Y. Mahadeen. 2008. Effect of fertilizers on growth, yield, yield components, quality and certain nutrient contents in broccoli (*Brassica oleracea*). International Journal of Agriculture and Biology Vol. 10 (6): 627-632.
- Rosenani, A.B., S.Z. Darus, S. Kulaseharan, and N. Jamaluddin. 2010. Effects of ten year application of empty fruit bunches in an oil palm plantation on soil chemical properties. Journal of Springer.
- Singh, G., S. Manoharan, and T. S. Toh. 1989. United plantations approach to palm oil mill by-product management and utilisation. Proceedings of 1989 International Palm Oil Development Conference – Agriculture. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur.
- Siregar, H.H., N.H. Darlan, dan Y. Pangaribuan. 2006. Peranan ilmu iklim pada masa kini dan mendatang bagi pertanaman kelapa sawit. Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit Vol. 14 (2) : 21-29.
- Sulaeman, D. 2008. *Zero Waste* (Prinsip Menciptakan Agro-industri Ramah Lingkungan). Ditjen PPHP Departemen Pertanian, Jakarta.
- Suntoro, W.A. 2003. Peranan bahan organik terhadap kesuburan tanah dan upaya pengelolaannya. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Tajuddin, M.H. 2006. Fertilizer management in oil palm to improve crop yields. The Planter 82: 25-30.
- Tan, K.H. 2001. Kimia tanah. Penerbit UGM Press, Yogyakarta. p: 298.
- Widiastuti, H. dan T. Panji. 2007. Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sisa jamur merang (*Volvariella volvacea*) (TKSJ) sebagai pupuk organik pada pembibitan kelapa sawit. Menara Perkebunan Vol. 75 (2): 70-79.
- Wuryaningsih, S., T. Sutater, dan D.H. Goenadi. 2008. Pemanfaatan kompos tandan kosong kelapa sawit sebagai media tanpa tanah dan pemupukan pada tanaman pot *Spathiphyllum*. Jurnal Hortikultura V (1) : 12-18.