

## APLIKASI TEKNOLOGI PLASMA LUCUTAN PIJAR KORONA UNTUK MENINGKATKAN KANDUNGAN NITROGEN KOMPOS TANDAN KOSONG SAWIT

Sjafrul Latif, Mohammad Nur<sup>1)</sup>, dan Zaenul Muchlisin<sup>1)</sup>

**Abstrak** Teknologi Plasma Lucutan Pijar Korona (PLPK) telah digunakan untuk memacu pertumbuhan berbagai spesies tanaman karena dapat memperkaya kandungan nitrogen dari biji atau bagian dari bahan tanam lainnya. Ia dapat juga digunakan dengan cara yang sama untuk memperkaya kandungan nitrogen dari kompos yang dibuat dari tandan kosong sawit (TKS). Suatu penelitian pendahuluan menggunakan kompos tandan kosong sawit telah dilakukan dalam kerjasama antara Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) dengan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang. Radiasi kompos dengan plasma lucutan pijar korona dilakukan antara 0-100 menit dengan interval waktu 10 menit. Kandungan nitrogen kompos setelah diradiasi dianalisa dengan metode Kjeldahl di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) UNDIP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan nitrogen kompos meningkat dengan nyata dibandingkan perlakuan kontrol. Nitrogen kompos meningkat secara linier sejalan dengan meningkatnya waktu radiasi. Makin lama waktu radiasi makin tinggi kandungan nitrogen kompos. Kandungan nitrogen tertinggi dicapai pada perlakuan radiasi 100 menit, meningkat sebanyak 200% dari 1,131% (0 menit) menjadi

3,386% (100 menit radiasi). Secara detail kandungan nitrogen kompos setelah diradiasi 10-30 menit, 40-50 menit, 60-80 menit dan 90-100 menit meningkat berturut-turut sebesar 49,51%, 86,47%, 119,10% dan 184,17%.

**Kata kunci** : kompos, tankos, plasma lucutan pijar korona, nitrogen, pupuk alternatif, kelapa sawit

**Abstract** The "corona glow discharge plasma" (CGDP) technology has been applied to promote the growth of plant varieties since it could enrich the nitrogen content of seed or other part of planting material. It could also be applied in similar way to enrich the nitrogen content of compost made from empty fruit bunch (EFB). A preliminary experiment using EFB compost has been carried out in collaboration between IOPRI Medan and Faculty of Mathematical and Natural Science (FMIPA), Diponegoro University (UNDIP), Semarang. Irradiation time of compost was varied between 0-100 minutes at 10 minutes interval. The nitrogen compost after radiation was analyzed by Kjeldahl method at FMIPA UNDIP Chemical Laboratory. The result showed that the increasing of nitrogen compost is significant compared to control treatment. The nitrogen compost increased linearly in line with the increasing of radiation time. The longer the radiation time the higher the nitrogen content of compost. The highest nitrogen content was reached at 100 minutes of radiation time, increased as much as 200% from 1.131% (0 minute radiation) to 3.386% (100 min radiation). In more detail, the radiation of 10-30 min, 40-50 min, 60-80 min and 90-100 min could increase the nitrogen content by 49.51%, 86.47%, 119.10% and 184.17%, respectively.

**Keywords** : Compost, EFB, Corona glow discharge plasma, nitrogen, alternative fertilizer, oil palm

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

Sjafrul Latif (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamsno No 51 Medan, Indonesia  
email: sjafrulppks@yahoo.com

<sup>1)</sup> Pusat Studi Aplikasi Radiasi dan Rekayasa Bahan  
FMIPA, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarta, SH, Tembalang, Semarang

## PENDAHULUAN

Salah satu limbah padat dari Pabrik Kelapa Sawit (PKS) yang volumenya sangat besar adalah tandan kosong sawit (TKS) yang mencapai 20-23% dari jumlah tandan buah segar (TBS) yang diolah di PKS (Susilawati, 1998; Lim and Zaharah, 2000). Karena membakar TKS di incinerator sudah tidak diizinkan lagi, maka solusi sederhana adalah menempatkan TKS di perkebunan kelapa sawit sebagai mulsa. Liew *et al.* (2010) menyatakan bahwa pemanfaatan TKS sebagai mulsa di kebun kelapa sawit dapat meningkatkan hasil dan memperbaiki status hara tanaman karena terjadinya pertumbuhan akar akibat perbaikan kondisi tanah. Namun disadari pula bahwa cara tersebut selain membutuhkan biaya yang mahal untuk mengaplikasikannya dalam jumlah besar, dan TKS juga menimbulkan masalah baru yaitu munculnya kumbang tanduk *Oryctes rhinoceros* yang merupakan hama utama dan sangat berbahaya terhadap pertanaman kelapa sawit (Susanto *et al.*, 2005 dan 2007) terutama di areal *replanting*. Hama tersebut merusak tanaman dengan jalan menggerek pangkal pelapah daun muda. Serangan berat dapat menurunkan luas daun hingga 15% (Samsudin *et al.*, 1993), menunda masa TM, menurunkan produktifitas tanaman muda hingga 69% dan bahkan dapat mematikan tanaman hingga 25% (Erningpraja, 2007).

Untuk mengurangi dampak polusi terhadap lingkungan dan mengantisipasi serangan kumbang *Oryctes rhinoceros* maka TKS diubah menjadi kompos. Proses dekomposisi TKS menjadi kompos membutuhkan waktu 6-8 minggu. Dalam hal ini, PPKS telah berhasil membuat kompos menggunakan TKS dan limbah cair. Kandungan hara dari kompos yang terbentuk antara lain Kalium (4-6%), Nitrogen (2-3%), P (0,2-0,4%), Kalsium (1-2%), Magnesium (0,8-1,0%) dan ratio C/N (15,03) (PPKS, 2008). Kompos TKS telah digunakan untuk pembibitan kelapa sawit, pada tanaman hortikultura, sayuran, bunga dan tanaman pangan. Karena kandungan Nitrogen kompos TKS tergolong rendah bila dibandingkan dengan pupuk anorganik (kimia), maka upaya untuk meningkatkan kadar Nitrogennya merupakan suatu usaha terobosan yang patut diperhitungkan. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk meningkatkan Nitrogen dari kompos adalah menggunakan teknik Plasma Lucutan Pijar Korona (PLPK).

Teknik PLPK telah diaplikasikan untuk memacu pertumbuhan bibit mangrove (Nasruddin, 2006), anggrek (Selwanti, 2005; Fifin *et al.*, 2006; Nur *et al.*, 2007) dan jagung (Firmana, 2009) dengan hasil yang memuaskan. Sedangkan aplikasinya untuk meningkatkan kandungan nitrogen pada kompos TKS merupakan penelitian pendahuluan yang hasilnya sangat prospektif disajikan pada makalah ini.

## PLASMA LUCUTAN PIJAR KORONA

Konsep tentang plasma pertama kali dikemukakan oleh Langmuir dan Tonks pada tahun 1928. Mereka mendefinisikan plasma sebagai gas, atom atau molekul terionisasi dalam lucutan listrik dan memungkinkan bergerak secara bebas (Raizer, 1991 dalam: Selwanti, 2005). Secara definisi, lucutan pijar korona diartikan sebagai lucutan listrik yang disertai ionisasi udara atmosfer di sekitarnya. PLPK berperan merubah nitrogen di udara menjadi bentuk ion positif ( $N_2^+$ ) dan selanjutnya dipaksa memasuki kompos atau bagian tanaman yang bermuatan negatif.

Teknologi plasma telah diaplikasikan pada berbagai bidang seperti pertambangan untuk menentukan deposit mineral batuan tanpa merusak sampel (Budi, 2009), bidang pertanian, industri makanan (Montie *et al.*, 2000), energi terbarukan dan lingkungan (Sato *et al.*, 2005a; 2005b). Radikal bebas berupa ion dan hidroksil yang dihasilkan oleh reaksi korona berpotensi sangat kuat untuk mengoksidasi berbagai bahan organik seperti polutan, produk beracun tertentu yang terdapat dalam limbah (Sugiarto, 2009). Ozon ( $O_3$ ) adalah suatu oksidator yang kekuatannya mencapai 3000 kali lebih kuat dibandingkan klorin dan dapat membunuh berbagai macam bakteri, virus, jamur, kapang dan sel hidup lainnya secara kontak.

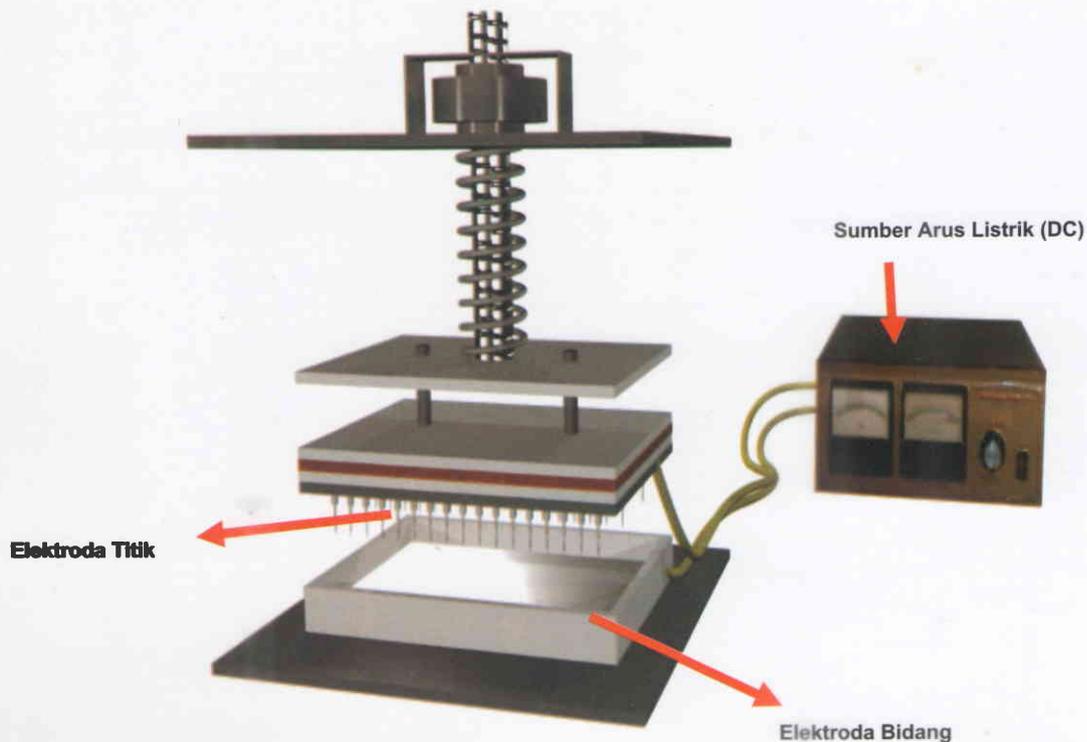
Secara teoritis, nitrogen yang terdapat di udara bila berbenturan akan membentuk ion radikal bebas berupa  $N + N$ ;  $N_2^+ + e$ ;  $N^+ + e$ ;  $N_2^+ + 2e$ ;  $N^+ + 2e$  (Nur, 2009). PLPK akan menghasilkan ion  $N^+$  dan  $N^+$  (N dalam bentuk radikal bebas). Radikal bebas tersebut disisipkan ke bagian tertentu dari tanaman atau kompos. Menurut Nur (2009), PLPK dapat dianalogikan dengan petir yang terjadi di alam dimana Nitrogen udara diubah menjadi ion Nitrogen  $N^+$  dan  $N^+$  dan selanjutnya akan bergerak masuk ke dalam bumi

yang bermuatan listrik negatif. Kalau petir terjadi dengan energi yang besar, maka PLPK dibuat dengan energi yang kecil. Nur (2009) menyatakan bahwa daerah-daerah yang sering terjadi petir, biasanya akan lebih subur (kaya nitrogen) dibandingkan dengan daerah lain yang jarang terjadi petir.

## BAHAN DAN METODA

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompos TKS yang dibuat di kebun percobaan Aek Pancur, Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS). Penelitian menggunakan kompos TKS yang dihasilkan PPKS dilakukan di Laboratorium Fisika FMIPA Universitas Diponegoro Semarang meliputi pekerjaan irradiasi kompos dengan PLPK (Gambar 1) dan analisis kandungan nitrogen sebelum dan sesudah irradiasi. PLPK yang digunakan berkonfigurasi titik-

bidang (*point to plane configuration*). Lama irradiasi dilakukan antara 0 sampai 100 menit dengan interval waktu antar perlakuan selama 10 menit. Dengan demikian terdapat 11 perlakuan (termasuk kontrol, 0 menit) dengan ulangan sebanyak 4 kali. Data dianalisis secara statistik menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*). Sumber arus listrik dengan tegangan 3-5 kV dihubungkan ke elektroda titik dan menghasilkan ionisasi nitrogen dalam bentuk  $N^+$  dan  $N^-$  yang bermuatan positif. Untuk meningkatkan kandungan nitrogen, maka kompos ditaruh diantara elektroda titik dan elektroda bidang. Kompos yang digunakan sebanyak 4-6 g untuk setiap contoh dengan kadar air 25%. Begitu ion nitrogen bermuatan positif terbentuk maka ia akan segera menuju elektroda bidang yang bermuatan negatif melalui kompos. Nitrogen akan tertambat pada kompos sebelum mencapai elektroda bidang.



Gambar 1. Diagram peralatan plasma lucutan pajar korona.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

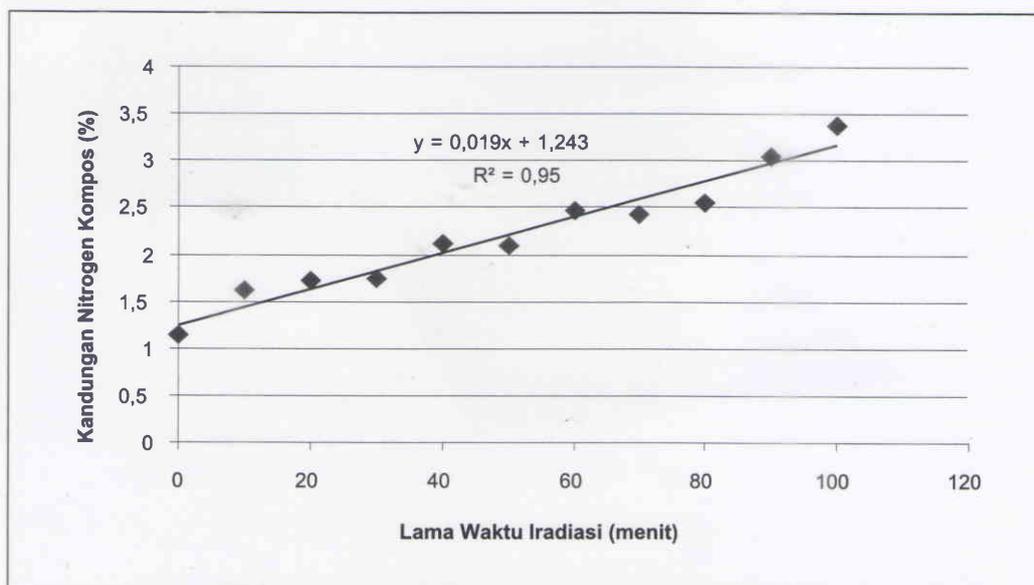
Hasil analisis kandungan nitrogen kompos sebelum (kontrol) dan setelah irradiasi dicantumkan pada Tabel 1. Secara umum dapat dilihat peningkatan kandungan nitrogen kompos setelah irradiasi berlangsung linier menurut persamaan  $Y = 0,0019x + 1,243$  dengan koefisien regresi  $r^2 = 0,95$  yaitu sejalan dengan lamanya waktu peradiasian. Semakin lama waktu irradiasi semakin tinggi kandungan nitrogen

kompos. Kandungan nitrogen tertinggi diperoleh pada peradiasian selama 100 menit dengan PLPK. Kandungan nitrogen meningkat sekitar 200% dari 1,131% (kontrol) menjadi 3,386% (irradiasi 100 menit). Lebih rinci dapat dikemukakan bahwa irradiasi 10-30 menit, 40-50 menit, 60-80 menit dan 90-100 menit akan meningkatkan kandungan nitrogen kompos berturut-turut sebesar 49,51%, 86,47%, 119,10% dan 184,17% (Gambar 2).

Tabel 1. Pengaruh perlakuan irradiasi PLPK terhadap kandungan nitrogen kompos TKS.

Perlakuan	Waktu (menit)	Kandungan Nitrogen (%) pada Ulangan				Rerata (%)
		I	II	III	IV	
A	0	1.131	1.131	1.131	1.131	1.131 e
B	10	1.254	2.003	1.479	1.698	1.609 de
C	20	1.927	1.964	1.413	1.56	1.716 de
D	30	2.124	2.04	1.38	1.442	1.747 de
E	40	2.275	2.051	2.008	2.153	2.122 cd
F	50	2.424	2.14	2.059	1.766	2.097 cd
G	60	2.652	2.287	2.274	2.619	2.458 bc
H	70	2.492	2.298	2.213	2.663	2.417 bc
I	80	2.932	2.432	2.074	2.796	2.559 bc
J	90	4.347	2.356	2.78	2.684	3.042 ab
K	100	3.333	2.732	3.426	4.054	3.386 ab

Angka yang diikuti huruf yang sama dalam satu kolom tidak berbeda nyata secara statistik (DMRT 5%)



Gambar 2. Grafik pengaruh irradiasi PLPK terhadap kandungan nitrogen kompos.



Kompos TKS yang dihasilkan PPKS memiliki kandungan nitrogen berkisar antara 2-3% (PPKS, 2008). Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan nitrogen kompos sebelum dilakukan irradiasi PLPK (perlakuan A) adalah 1,131%. Angka ini cukup kecil dibandingkan dengan data yang diterbitkan PPKS pada kemasan kompos yang dihasilkan. Besar atau kecilnya kandungan nitrogen kompos berkaitan erat dengan bahan baku yang digunakan. Pada penelitian ini, kenaikan kandungan nitrogen kompos belum terlihat berbeda nyata secara statistik hingga irradiasi selama 30 menit dibandingkan kontrol. Akan tetapi perbedaan mulai terlihat setelah irradiasi selama 40 menit dan seterusnya.

Berdasarkan prospek hasil penelitian yang dikemukakan di depan serta kenyataan bahwa PLPK merupakan teknologi yang relatif baru di bidang perkelapa sawitan, maka dimungkinkan untuk memperluas cakupan penelitian selanjutnya. Sugiarto (2009) menyarankan untuk meneliti pengaruh berbagai kadar air kompos terhadap peningkatan kandungan nitrogen setelah irradiasi dengan PLPK. Kandungan air yang semakin rendah akan mempengaruhi daya serap kompos terhadap ion nitrogen hasil irradiasi. Kadar air yang rendah akan mengakibatkan daya serap kompos terhadap nitrogen juga rendah. Penelitian lainnya yang perlu dilakukan adalah untuk mengetahui tingkat stabilitas kandungan nitrogen dalam kompos setelah irradiasi.

Teknologi ini dapat ditingkatkan kemampuannya dari skala laboratorium menjadi skala semi komersial (*pilot plan*) atau komersial mengingat potensinya cukup besar terutama bila dikaitkan dengan ketersediaan TKS yang sangat banyak sebagai bahan baku kompos akibat bertambah luasnya perkebunan kelapa sawit Indonesia.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pendahuluan pemanfaatan PLPK untuk meningkatkan kandungan nitrogen kompos TKS dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Plasma Lucutan Pijar Korona (PLPK) dapat meningkatkan kandungan nitrogen kompos TKS secara linier sejalan dengan lamanya waktu irradiasi
2. Respon tertinggi dijumpai pada irradiasi selama 100 menit, dengan PLPK yaitu dapat meningkatkan kandungan nitrogen kompos sebesar 200 % dari 1,131% menjadi 3,386%.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengkaji potensi Teknologi Plasma Lucutan Pijar Korona pada industri perkelapa sawitan.
4. Pengembangan PLPK dari skala laboratorium menjadi pilot plan atau semi komersial perlu dilakukan mengingat sumber bahan baku kompos berupa TKS tersedia sangat banyak di Indonesia.
5. Penelitian lanjutan terutama untuk perlakuan radiasi >100 menit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budi, W.S. 2009. Laser induced plasma and it's application. Paper presented at International Symposium on Plasma held at Santika Hotel, Semarang, Indonesia, 1 December 2009.
- Erningpraja, L. 2007. Hasil penelitian Pusat Penelitian Kelapa Sawit. dalam : 90 tahun penelitian kelapa sawit Indonesia (Ed : Latif dan Purba), 53-82.
- Fifin, D.R., I.I. Selawati, M. Nur, N. Setiari, dan E. Setiawati. 2006. Kajian fisis durasi radiasi plasma pada organ tanaman (akar dan daun) terhadap pertumbuhan awal anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis*). Prosiding Seminar Nasional SPMIPA, 279-284.
- Firmana, A. 2009. Pemanfaatan irradiasi plasma lucutan pijar korona untuk pemuliaan benih jagung (*Zea mays*). Skripsi, Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Diponegoro, 54 hal.
- Liew, V.K., Z.A Rahman, M.H. Musa, and A Hussein. 2010. Empty fruit bunch application and oil palm root proliferation. Journal of Oil Palm Research 22, 750-757.
- Lim, K.C. and A.R. Zaharah. 2000. Decomposition and N & K release by oil palm empty fruit bunches applied under mature palms. Journal of oil Palm Research, 12 (2), 55-62.
- Montie, T.C., K. Kelly-Wintenberg, and J.R. Roth. 2000. An overview of research using the one atmosphere uniform glow discharge plasma

- (OAUGDP) for sterilization of surface and materials. *Plasma Science* 28 (1) 41-50.
- Nasruddin. 2006. Pemanfaatan radiasi plasma untuk pemercepatan pertumbuhan benih mangrove *Rhizophora apiculata*. Skripsi Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Diponegoro. 40 hal.
- Nur, M., N. Setiari, M. Azam, dan I.I. Selawanti. 2007. Kajian fisis radiasi plasma terhadap organ daun pada pertumbuhan awal tanaman anggrek *Phalaenopsis amabilis*. *Berkala Fisika*, 10 (1) 53-57.
- Nur, M. 2009. The use of plasma technology in agriculture and industry. Makalah disampaikan pada International Symposium on Plasma, at Hotel Santika, Semarang, 1 December 2009.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 2008. Palm bionic. Kompos dari tandan kosong sawit.
- Samsudin, A., P.S. Chew, dan M.M Mohd. 1993. *Oryctes rhinoceros*: Breeding and damage on oil palms in an oil palm to oil palm replanting situation. *The Planter* 69 (813) 451-491.
- Sato, M., D. Kon-no, T. Ohshima, and A.T. Sugiarto. 2005a. Decoloration of organic dye in water by pulsed discharge plasma generated simultaneously in gas and liquid media. *J. Adv. Oxid. Technol*, 8 (2) 198-204.
- Sato, M., D. Kon-no, T. Ohshima, and A.T. Sugiarto. 2005b. decomposition of organic contaminants in water by gas and liquid phase plasma, Online Number ; 311, 6 pp.
- Selwanti, I.I. 2005. Kajian fisis radiasi plasma terhadap organ daun pada pertumbuhan awal tanaman anggrek *Phalaenopsis amabilis*. Skripsi Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Diponegoro. 62 hal.
- Sugiarto, A.T. 2009. Daur ulang air limbah dengan metode AOPs (Ozon/UV dan Plasma). Makalah disampaikan pada International Symposium on Plasma, at Hotel Santika, Semarang, 1 December 2009.
- Susanto, A., A.P. Dongoran, Fahridayanti, A.F. Lubis, dan A.E. Prasetyo. 2005. Pengurangan populasi larva *Oryctes rhinoceros* pada sistem lubang tanam besar. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 13 (1) 1-9.
- Susanto, A., Condro Utomo, R.Y.Purba, A.E.Prasetyo, A.P.Dongoran, dan A.F. Lubis. 2007. Perlindungan tanaman kelapa sawit dari masa ke masa. Dalam : 90 Tahun Penelitian Kelapa Sawit Indonesia (Ed : Latif dan Purba) 156-177.
- Susilawati, E. 1998. Potensi dan teknik pengomposan tandan kosong sawit. *Warta PPKS* 6 (2) 77-82.