

Peningkatan Kadar Unsur Hara pada Tanah dan Daun Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis*, Jacq) melalui *Fertigasi* Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit di Lahan Rawa Pasang Surut Sungai Rengit Banyuasin

The Increase of Nutrients Content in Soil and Leaves of Oil Palm Crop (*Elaeis guinensis*, Jacq.) Through Fertigation Using Liquid Waste from Oil Palm Mill in Tidal Swamp Land of Sungai Rengit, Banyuasin

Bakri^{1)*} dan Widiastuti¹⁾

¹⁾Jurusian Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Jl. Palembang Prabumulih KM. 32 Kampus Unsri Inderalaya.

*Corresponding author: malsriwijaya@gmail.com

ABSTRACT

Liquid waste of oil palm mill (OPM) will create problems if it is discharged into environment because it can cause pollution in forms of BOD increment and high concentration of chemical elements in water bodies. Liquid waste of OPM contains nutrients such as N, P, K, Ca, and Mg as well as water as main solvent for nutrients. Nutrients and water that are needed by plants can be supplied through fertigation technology (fertilization through water) or also known as *land application*. The research objective was to determine nutrients content within soil at depth of 0-30 cm and 30-60 cm at distances of 1 m, 2 m, and 3 m from waste storage ditch (*flat bed*) and nutrients content of N and P in leaves of oil palm crop. This research used observation method by measuring flatbed with dimensions of 6 m in length, 1 m in width and 0.6 m in height. Soil sample was subsequently taken at soil depths of 0-30 cm and 30-60 cm with distances of 1 m, 2 m and 3 m, respectively. Soil sampling was done with three replications and subsequently was compared with control (without fertigation or land application). Leaves sample were taken from surrounding crop having age of 6 years and then were composited for analysis of Nitrogen and Phosphate. The results showed that Nitrogen content in leaves of oil palm crop treated with fertigation (3.42%) was higher than that of control (3.25%) and Phosphate content in leaves of oil palm crop treated with fertigation (0.207%) was higher than that of control (0.192%). Organic matter, Nitrogen and Phosphate contents at soil layer of 0-30 cm at distances of 1 m and 2 m with fertigation treatment were not different than that of control, but the increase of these nutrients content were occurred on treatment with distance of 3 m. Analysis results of soil nutrients content at depth of 30-60 cm showed the increase of organic matter and Nitrogen compared to control treatment, except for Phosphate nutrient.

Key words: Liquid waste of OPM, oil palm crop, nutrients content

ABSTRAK

Limbah cair pabrik kelapa sawit (PKS) menjadi permasalahan bila dibuang kelingkungan, limbah cair dapat menyebabkan pencemaran berupa peningkatan BOD dan pekatnya konsentrasi unsur kimia pada badan air. Limbah cair PKS mengandung unsur hara seperti N, P, K, Ca, dan Mg juga air sebagai pelarut utama unsur hara. Unsur hara dan air diperlukan oleh tanaman dapat diberikan melalui teknologi *fertigasi* (pemupukan melalui air) atau dikenal juga dengan *land application*. Tujuan penelitian untuk mengetahui kadar unsur hara pada tanah pada kedalam 0-30 cm dan 30-60 cm pada jarak 1 m, 2 m, dan 3 m

dari parit tempat penampungan limbah (*flat bed*) dan kadar unsur hara N,P daun tanaman kelapa sawit. Penelitian menggunakan metode observasi dengan mengukur flatbed berdimensi panjang 6 m lebar 1 m dan tinggi 0,6 m. Kemudian sampel tanah diambil pada kedalaman 0-30 cm pada jarak 1 m, 2 m, dan 3 m serta kedalaman tanah 30-60 cm pada jarak yang sama. Pengambilan sampel tanah dilakukan tiga ulangan kemudian dibandingkan dengan kontrol (tanpa *fertigasi/land application*). Sampel daun tanaman diambil dari tanaman sekitar dengan umur 6 tahun, kemudian sampel daun dikomposit untuk dianalisis Nitrogen dan Phosfat. Hasil penelitian menunjukkan kadar Nitrogen daun pada tanaman kelapa sawit yang dilakukan *fertigasi* (3,42%) lebih tinggi dari kontrol (3,25%), kadar Phosfat daun dengan *fertigasi* (0,207%) lebih tinggi dari kontrol (0,192%). Kadar bahan organik, Nitrogen dan Phosfat pada lapisan tanah 0-30 cm pada jarak 1 m, 2 m perlakuan *fertigasi* tidak terjadi peningkatan dibandingkan dengan kontrol, peningkatan terjadi pada jarak 3 m. Hasil analisis kadar unsur hara tanah pada kedalaman 30-60 cm menunjukkan terjadi peningkatan kadar Bahan Organik dan Nitrogen dibandingkan dengan kontrol kecuali unsur hara Phosfat.

Kata kunci: Limbah cair PKS-Tanaman Sawit- Kadar Unsur Hara

PENDAHULUAN

Kegiatan agroekosistem kelapa sawit pada luasan tertentu harus diikuti dengan kegiatan agroindustri kelapa sawit, artinya perusahaan harus membuat pabrik pengelolaan bahan baku kelapa sawit di sekitar lahan agroekosistem kelapa sawit. Kegiatan agroindustri kelapa sawit adalah mengolah bahan baku tandan buah segar menjadi *crude palm oil* (CPO) dan bahan sisa berupa limbah padat, cair dan gas. Limbah padat, cair dan gas akan menjadi permasalahan lingkungan sebagai bahan pencemaran lingkungan apabila tidak dilakukan pengelolaan limbah secara baik dan tepat.

Limbah padat, cair dan gas, disisi lain dapat dimanfaatkan dalam mengatasi pencemaran lingkungan. Limbah padat dari jenjang kosong dapat dimanfaatkan sebagai kompos, limbah padat dari cangkang dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif. Limbah gas dapat digunakan sebagai pembangkit listrik, dan limbah cair dapat dimanfaatkan sebagai pupuk cair dan suplai air bagi tanaman kelapa sawit melalui kegiatan *land aplikasi* atau *fertigasi*. Pemanfaatan limbah cair menunjang pembangunan berwawasan lingkungan dengan mengelola air limbah sehingga mempunyai nilai atau manfaat bagi aktifitas perkebunan (Shamshudin,*et.al.*1992).

Penelitian “Peningkatan Kadar Unsur Hara pada Tanah dan Daun Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis*, Jacq) Melalui *Fertigasi* Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawitdi Lahan Rawa Pasang Surut Sungai Rengit Banyuasin” adalah salah satu upaya dalam mengatasi permasalahan kebutuhan air dan sekaligus untuk membantu meningkatkan ketersediaan hara tanah untuk pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit dan sekaligus mengurangi pencemaran lingkungan.

Tanaman kelapa sawit pada kondisi normal menghasilkan 20 ton sampai 25 ton tandan buah segar (TBS) ha⁻¹. Pabrik kelapa sawit selain menghasilkan CPO (*Crude Palm Oil*) juga akan menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Untuk mengolah TBS (Tandan Buah Segar) 1 ton diperlukan 0,8 m³ air. Prediksi beban limbah bila dikonversikan ke total produksi kelapa sawit di Sumatera Selatan yaitu terjadi beban lingkungan sebesar 943.154,4 m³ atau 943.154.400 liter.

Hasil penelitian Darmosarkoro (2013), menjelaskan bahwa limbah cair pabrik kelapa sawit berasal dari air *kondensat* rebusan, *slugeseparator*, dan air hidrosiklon. Limbah segar pabrik kelapa sawit terdiri dari 94-95 % air, 0,7-1,0 % minyak, 4 - 5 % padatan total, dan 2 - 4 % padatan melayang. Hasil analisis untuk 100 ton limbah cair pabrik kelapa sawit

dengan BOD kurang dari 5000 mg/l terdapat kadar hara N 55kg, P 9 kg, K 85 kg, serta Mg 18 kg.

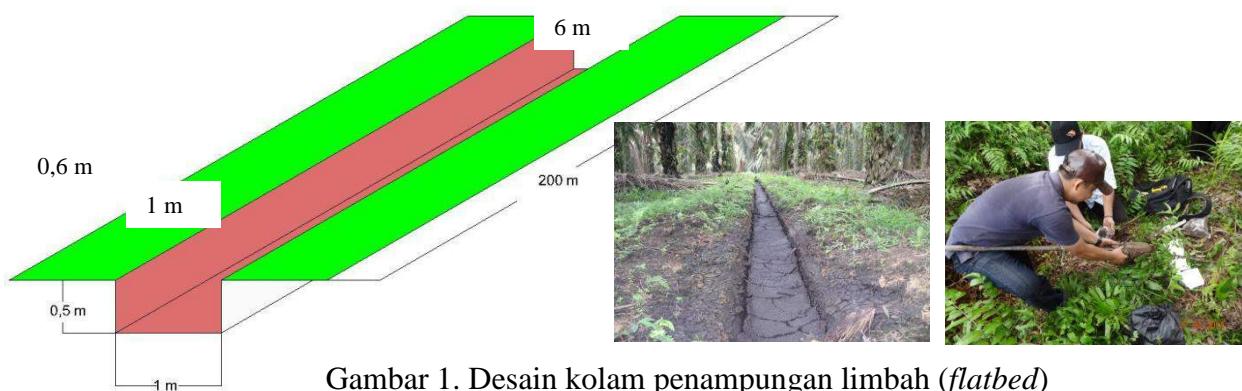
Karakteristik limbah pabrik kelapa sawit pH 4,0-6,0, BOD 20.000 mg/l sampai 60.000 mg/l, COD 40.000 mg/l sampai dengan 120.000 mg/l, N 500 mg/l sampai dengan 900 mg/l, P 90 mg/l sampai dengan 140 mg/l, K 260 mg/l sampai dengan 400 mg/l, Ca 1.000 mg/l sampai dengan 2.000 mg/l, serta Mg 250 sampai dengan 350 mg/l (PPKS, 1996).

Tujuan penelitian untuk mengetahui: 1). sebaran bahan organik, Nitrogen, dan Phosfor pada jarak 1 m, 2 m, dan 3 m dari kolam penampung limbah (*Flatbed*) dengan kedalaman 0-30 cm dan 30 cm-60 cm. 2). Mengetahui kadar unsur hara Nitrogen dan Phosfat pada daun pada lahan yang dilakukan *fertigasi* dibandingkan tanpa *fertigasi*. Manfaat penelitian dapat diketahui sebaran unsur hara pada tanah dan kondisi unsur hara pada daun bila dilakukan *fertigasi* dan substitusi dari pupuk buatan yang diberikan.

BAHAN DAN METODE

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah cair Pabrik Kelapa Sawit, lahan rawa pasang surut, tanaman kelapa sawit umur 6 tahun, serta bahan kimia untuk analisis laboratorium. Lahan yang menjadi objek penelitian adalah empat bulan setelah *fertigasi* atau *land aplikasi*.

Tahapan pengambilan sampel tanah. Sampel tanah diambil menggunakan metode survaidengan melakukan pengambilan tanah menggunakan bor pada jarak 1 m, 2 m, dan 3 m dari *flatbed* (kolam penampung limbah). Masing-masing jarak dilakukan pengeboran untuk pengambilan sampel tanah dengan kedalaman 0-30 cm dan 30 cm-60 cm dan dengan tiga ulangan. Perlakuan yang sama juga dilakukan pada lahan yang tidak dilakukan *fertigasi* sebagai kontrol. Jumlah 3 titik untuk jarak x 2 kedalaman x 3 ulangan = 18 sampel untuk perlakuan *fertigasi* dan 18 sampel tanpa perlakuan *fertigasi*, jumlah total 36 sampel. Sampel tanah dibawa ke laboratorium untuk dianalsis unsur Nitrogen, Phosfat, dan bahan organik tanah. Sampel daun tanaman kelapa sawit diambil sekitar flatbed masing-masing satu sampel mengikuti jumlah titik sampel tanah ada 3 titik x 3 ulangan = 9 tanaman, daun tanaman kelapa sawit diambil dari pelepah ke 4 kemudian sampel yang ada dikumpulkan dan dianalisis secara komposit unsur hara Nitrogen dan Phosfat, kegiatan yang sama dilakukan pada kontrol lahan tanpa *fertigasi*.



Gambar 1. Desain kolam penampungan limbah (*flatbed*)

Analisis Data. Hasil analisis diolah secara tabulasi dan dibandingkan dengan kriteria kecukupan unsur hara berdasarkan Pusat Penelitian Tanah (1983).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian selama empat bulan perlakuan *fertigasi* (*land aplikasi*) pada lapisan tanah 0-30 cm menunjukkan dari parameter Bahan Organik Tanah (BO) pada jarak 1 meter kandungan bahan organik 9,91% sedangkan perlakuan kontrol atau tanpa fertigasi 12,43%. Bila dikonversi menjadi C-organik (%BO=% C x 1,74) atau % C=% BO : 1,74, berarti penambahan unsur melalui *fertigasi* yaitu % C-organik 5,69 %, dan tanpa *fertigasi* % C-organik 7,14%. Kondisi C-Organik diatas 5% menurut kreteria Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (1994), tergolong sangat tinggi. Tingginya bahan organik yang ada juga ditunjang oleh kondisi lahan rawa pasang surut yang bersifat reduktif atau peruraian bahan organik menjadi terhambat dengan suasana anerob.

Pada jarak 2 meter dari *flatbed* kadar bahan organik tanah dengan perlakuan *fertigasi* yaitu 9,53% atau setara C-organik 5,47, sedangkan pada lahan kontrol kadar bahan organik 11,55% atau setara C-organik 6,64%. Semakin jauh jarak dari sumber pada pengamatan 3 meter jumlah bahan organik 8,85% atau setara C-organik 5,08%, sedangkan pada perlakuan kontrol nilai bahan organik 7,56% atau setara C-organik 4,34% (tinggi). Tingginya bahan organik di daerah rawa belum bisa dijelaskan dari perlakuan *fertigasi* karena secara alami lahan rawa pasang surut mempunyai kandungan bahan organik yang tinggi karena proses dekomposisi rendah karena air tanah relatif tinggi atau suasana anerob (Budianta,*et al.*,2010).

Tabel 1. Karakteristik Kimia Tanah pada Lahan dengan *Fertigasi* dan Kontrol pada Kedalaman 0 - 30 cm

No	Jarak dari Pokok Tanaman Sawit	BO (%)	N-Total %	P (Bray I) ppm
1	Fertigasi jarak sampel 1 m ulangan 1	11,64	0,27	53,40
2	Fertigasi jarak sampel 1 m ulangan 2	14,41	0,59	46,20
3	Fertigasi Jarak sampel 1 m ulangan 3	3,69	0,12	4,95
	Rata-rata	9,91	0,33	34,85
1	Kontrol jarak sampel 1 m ulangan 1	12,54	0,40	71,85
2	Kontrol jarak sampel 1 m ulangan 2	10,86	0,38	83,25
3	Kontrol Jarak sampel 1 m ulangan 3	13,89	0,43	15,60
	Rata-rata	12,43	0,40	56,90
1	Fertigasi jarak sampel 2 m ulangan 1	13,32	0,38	40,05
2	Fertigasi jarak sampel 2 m ulangan 2	9,70	0,42	20,85
3	Fertigasi Jarak sampel 2 m ulangan 3	5,56	0,13	17,85
	Rata-rata	9,53	0,31	26,25
1	Kontrol jarak sampel 2 m ulangan 1	11,64	0,35	35,55
2	Kontrol jarak sampel 2 m ulangan 2	11,25	0,29	58,50
3	Kontrol Jarak sampel 2 m ulangan 3	11,77	0,39	80,10
	Rata-rata	11,55	0,34	58,05
1	Fertigasi jarak sampel 3 m ulangan 1	13,12	0,39	45,15
2	Fertigasi jarak sampel 3 m ulangan 2	10,47	0,28	36,60
3	Fertigasi Jarak sampel 3 m ulangan 3	2,97	0,10	10,80
	Rata-rata	8,85	0,26	30,85
1	Kontrol jarak sampel 3 m ulangan 1	3,03	0,11	9,00
2	Kontrol jarak sampel 3 m ulangan 2	10,47	0,39	15,60
3	Kontrol Jarak sampel 3 m ulangan 3	9,18	0,29	42,72
	Rata-rata	7,56	0,26	22,44

Pada kedalaman 0-30 cm kadar Nitrogen tanah dengan *fertigasi* jarak 1meter 0,33 % (sedang), jarak 2 meter 0,31% (sedang) dan jarak 3 meter 0,26 % (sedang). Sedangkan tanpa perlakuan atau kontrol jarak 1 meter 0,40 % (sedang), jarak 2 meter 0,34% (sedang), dan jarak 3 meter 0,26% (sedang). Penyebab belum terlihat adanya perbedaan kadar nitrogen pada perlakuan *fertigasi* karena unsur hara nitrogen bersifat mobil atau mudah bergerak hal ini sesuai dengan hasil penelitian Zuchri, *et.al.* (2011).

Kadar phosfat pada pemberian *fertigasi* jarak 1 meter 34,85 ppm (tinggi), jarak 2 meter 26,25 ppm (tinggi), dan jarak 3 meter 30,85 ppm (Tinggi). Sedangkan pada perlakuan kontrol jarak 1 meter sebesar 56,9 ppm (sangat tinggi), jarak 2meter 58,05 ppm (sangat tinggi), dan jarak 3 meter sebesar 22,44 ppm (sedang). Unsur hara phosfat sebetulnya tidak mempunyai kemampuan mobilitas yang tinggi namun karena kondisi air tanah yang dangkal memungkinkan unsur ini menyebar dengan merata pada lapisan 0-30 cm.

Tabel 2. Karakteristik Kimia Tanah pada Lahan dengan *Fertigasi* dan kontrol pada kedalaman 30 - 60 cm

No.	Jarak dari Pokok Tanaman Sawit	BO (%)	N-Total %	P (Bray I) ppm
1.	Fertigasi jarak sampel 1 m ulangan 1	3,45	0,15	26,70
2.	Fertigasi jarak sampel 1 m ulangan 2	2,86	0,10	2,55
3.	Fertigasi Jarak sampel 1 m ulangan 3	2,79	0,11	6,45
	Rata-rata	3,03	0,12	11,90
1.	Kontrol jarak sampel 1 m ulangan 1	2,76	0,10	11,10
2.	Kontrol jarak sampel 1 m ulangan 2	1,78	0,09	13,50
3.	Kontrol Jarak sampel 1 m ulangan 3	2,35	0,10	19,50
	Rata-rata	2,29	0,09	14,70
1.	Fertigasi jarak sampel 2 m ulangan 1	3,45	0,14	13,20
2.	Fertigasi jarak sampel 2 m ulangan 2	3,10	0,12	8,55
3.	Fertigasi Jarak sampel 2 m ulangan 3	4,10	0,18	32,70
	Rata-rata	3,55	0,15	18,15
1.	Kontrol jarak sampel 2 m ulangan 1	2,96	0,11	19,05
2.	Kontrol jarak sampel 2 m ulangan 2	2,25	0,10	12,75
3.	Kontrol Jarak sampel 2 m ulangan 3	2,56	0,11	13,80
	Rata-rata	2,59	0,12	15,20
1.	Fertigasi jarak sampel 3 m ulangan 1	3,00	0,12	7,80
2.	Fertigasi jarak sampel 3 m ulangan 2	3,64	0,16	13,95
3.	Fertigasi Jarak sampel 3 m ulangan 3	3,03	0,12	5,55
	Rata-rata	3,22	0,13	9,10
1.	Kontrol jarak sampel 3 m ulangan 1	3,59	0,14	30,00
2.	Kontrol jarak sampel 3 m ulangan 2	2,40	0,10	29,70
3.	Kontrol Jarak sampel 3 m ulangan 3	2,93	0,13	17,70
	Rata-rata	2,97	0,12	25,80

Hasil penelitian pada lapisan tanah 30-60 cm menunjukkan dari parameter Bahan Organik Tanah (BO) pada jarak 1 meter kandungan bahan organik 3,30% sedangkan perlakuan kontrol atau tanpa *fertigasi* 2,29%. Bila dikonversi menjadi C-organik berarti penambahan unsur melalui *fertigasi* yaitu % C-organik 1,74 % (rendah), dan tanpa *fertigasi* % C-organik 1,32% (rendah). Pada lapisan 30 cm-60 cm tidak terjadi penumpukan bahan organik karena sampel berada pada lapisan tanah yang kedua juga bahan organik dari limbah yang diberikan melalui *fertigasi* tidak terjadi akumulasi.

Kondisi C-Organik dibawah 5% menurut kreteria Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (1994), tergolong rendah.

Pada jarak 2 meter dari *flatbed* kadar bahan organik tanah dengan perlakuan *fertigasi* yaitu 2,29% atau setara C-organik 1,32% (rendah), sedangkan pada lahan kontrol kadar bahan organik 3,55% atau setara C-organik 2,04% (sedang). Semakin jauh jarak dari sumber pada pengamatan 3 meter jumlah bahan organik 3,22% atau setara C-organik 1,87% (rendah), sedangkan pada perlakuan kontrol nilai bahan organik 2,97% atau setara C-organik 1,71% (rendah).

Pada kedalaman 30 - 60 cm kadar Nitrogen tanah dengan fertigasi jarak 1m 0,12 % (rendah), jarak 2 m 0,12% (rendah) dan jarak 3 m 0,13 % (rendah). Sedangkan tanpa perlakuan atau kontrol jarak 1 m 0,09 % (sangat rendah), jarak 2 m 0,12% (rendah), dan jarak 3 m 0,12% (rendah). Menurut Edy *et.al.* (2008), rendahnya ketersediaan hara yang dianalisis berhubungan pada tanah rawa berhubungan dengan kondisi *firit* dan kemasaman tanah. Kemasaman tanah pada lokasi penelitian rata-rata 4,5.

Kadar phosfat pada pemberian fertigasi jarak 1 meter 11,9 ppm (sedang), jarak 2 meter 18,15 ppm (rendah), dan jarak 3 meter 9,10 ppm (sangat rendah). Sedangkan pada perlakuan kontrol jarak 1 meter sebesar 14,7 ppm (rendah), jarak 2meter 15,2 ppm (sedang), dan jarak 3 meter sebesar 25,80 ppm (tinggi). Kondisi unsur hara phosfat rata-rata tergolong rendah.

Tabel 3. Karakteristik unsur hara Nitrogen dan Phosfat Tanaman

No	Perlakuan	Nitrogen (%)	Phosfat(%)
1.	Perlakuan Fertigasi	3,42	0,207
2.	Kontrol	3,25	0,192

Hasil analisis unsur hara daun secara komposit menunjukkan kadar Nitrogen daun dengan perlakuan fertigasi 3,42 % lebih tinggi dibandingkan kadar nitrogen daun tanpa perlakuan *fertigasi*. Perlakuan *fertigasi* juga mempengaruhi kadar phosfat dengan nilai 0,207 % lebih tinggi dari perlakuan kontrol 0,192%. Perlakuan fertigasi walaupun pada kadar unsur hara tanah belum menunjukkan nilai perubahan yang berarti, namun mampu meningkatkan kandungan unsur nitrogen dan phosfat pada daun. Menurut Ginting dan Rahutomo (2008), Kadar unsur hara pada daun dipengaruhi nisbah K/Ca/Mg pada tanah, sehingga suplai unsur hara melalui *fertigasi* dapat memberikan nilai yang berbeda.

Kesimpulan penelitian dapat disimpulkan dari pemberian *fertigasi* selama empat bulan kadar Nitrogen daun pada tanaman kelapa sawit yang dilakukan *fertigasi* (3,42%) lebih tinggi dari kontrol (3,25%), kadar Phosfat daun dengan *fertigasi* (0,207%) lebih tinggi dari kontrol (0,192%). Kadar bahan organik, Nitrogen dan Phosfat pada lapisan tanah 0-30 cm pada jarak 1 meter, 2 meter perlakuan *fertigasi* tidak terjadi peningkatan dibandingkan dengan kontrol, peningkatan terjadi pada jarak 3 meter. Hasil analisis kadar unsur hara tanah pada kedalaman 30-60 cm menunjukkan terjadi peningkatan kadar Bahan Organik dan Nitrogen dibandingkan dengan kontrol kecuali unsur hara Phosfat. Saran untuk penelitian lanjutan diperlukan pengambilan sampel pada beberapa periode seperti pengambilan sampel diambil tiga kali dalam satu tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Budianta, D., A.Y.A. Wiralaga, and W. Lestari. 2010. Change in Some Soil Chemical Properties of Ultisol applied by Mulch from Empty Fruit Bunches in an Oil Palm Plantation. J. Trop Soil. Vol 15 No.2: 111-118.

- Darmosarkoro, W., H.H. Siregar, B.Budianto, K. Multilaksono.2007. Practical Instrumentation of Water Balance Studi in Oil Palm Plantation. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit: 15(1):1-9.
- Darmosarkoro, W. 2013. Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (*Land Application*) di Perkebunan Kelapa Sawit Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan. 39 hal.
- Edy, S. Sutarta, Winarta, dan D. Wiratmoko. 2008. Kesuburan Tanah, Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kelapa Sawit pada tanah sulfat masam di Betung Krawo. Sumatera Selatan. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit Vol.16 no.2 hal 55-65.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 1996. Laporan Hasil Penelitian Pemanfaatan Limbah Cair untuk Tanaman Kelapa Sawit. Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit pada Perkebunan Kelapa Sawit. Medan.
- Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 1994. Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Pertanian dan Tanaman Kehutanan. Laporan Teknis. Centre for Soil and Agroclimate Research, Bogor.
- Shamshudin, J., Jamilah J.I., Sharipudin, H.A.H. and Bell L. C. 1992. Changes in Solid Phase Properties of Acid Soils as Affeted by limestone, Gypsum, Palm Oil Mill Effluent and Rock Phosphate Application. Pertanika 15 (2). 105 - 114.
- Subdit Pengelolaan Lingkungan. Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian Ditjen PPHP, Departemen Pertanian. 2006. Pedoman pengelolaan limbah industri kelapa sawit, Jakarta.
- Suharto, I. 2011. Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air. CV. ANDI Offset, Bandung.
- Susanto, R.H. 2010. Strategi pengelolaan rawa untuk pembangunan pertanian berkelanjutan. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya.
- Sutisna, D. 2011. Studi Kedalaman Muka Air Tanah dengan Tinggi Air di Saluran Tersier serta Beberapa Sifat Fisik Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit PT. Sriwijaya Palm Oil Indonesia. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Widjaja-Adhi. I.P.G., Nugroho, K., Ardi, D., dan Karana, A.S. 1992. Sumber Daya Lahan: Potensi, Keterbatasan dan Pemanfaatan. Prosiding Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak.
- Zuchri, R., Setiawan, B. I., Setyawan, D., Soewarso. 2011. Analisis Debit Drainase di Rawa Pasang Surut Hutan Tanaman Industri di Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. Gea, Vol 11. No. 1.