

**PERBAIKAN SIFAT FISIKA TANAH GAMBUT DENGAN PENAMBAHAN
AMELIORAN DARI LIMBAH KELAPA SAWIT PADA PEMBIBITAN
KAKAO (*Theobroma cacao* L.)**

**IMPROVEMENT OF PEAT LAND PHYSICAL PROPERTIES WITH THE
ADDITION OF AMELIORANTS FROM PALM OIL WASTE IN CACAO
SEEDLINGS (*Theobroma cacao* L.)**

Rosmalinda^{1a}, Anto Susanto¹

¹ Staf Pengajar di Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan Jurusan Pengelolaan Hasil Perkebunan Politeknik Negri Ketapang

^a Korespondensi: Rosmalinda, E-mail: rosmalinda@politap.ac.id

(Diterima: 11-12-2019; Ditelaah: 12-12-2019; Disetujui: 09-04-2020)

ABSTRACT

Empty bunches, liquid waste, and boiler ash which is waste from oil palm that can be used as ameliorant in peat soils. This study aims to determine changes in physical properties consisting of color, moisture content, fiber, and weight content of peat soils. It also aims to determine the vegetative growth (stem height and number of leaves) of cocoa seedlings after adding the ameliorant material. The research method was experimental with a randomized block design (RBD) consisting of four treatments, namely peat soils (control), peat soils with the addition of boiler ash (AB), oil palm empty fruit bunches (TKKS), and palm oil processing liquid waste (LCPKS). The data obtained were tested with the F test, if it had a significant effect, Duncan's further test was carried out at the 5% level. The results of preliminary analysis of the physical properties of the soil before the addition of boiler ash, oil palm empty fruit bunches, and palm oil mill effluent show that the soil acidity is high, and also has a low water content value. The results showed that the provision of palm oil mill effluent can increase the pH value and water content for all treatments. The highest pH and ash content is in the treatment of peat soil addition with boiler ash, namely the pH value of 5.23 and ash content of 15.71%, while the highest value water and fiber content obtained from the treatment of the addition of peat soil with oil palm empty fruit bunches, namely 25.19% water content and 0.08% fiber. The increase in pH, water content, ash content and fiber as well as the color changes that occur, shows that the palm oil mill waste processing has the potential to be optimized as a nutrient in improving physical properties on sustainable peat soils. Based on analysis of variations in the provision of boiler ash (AB), oil palm empty fruit bunches (TKKS), and palm oil mill effluent (LCPKS) did not affect the vegetative growth of cocoa seedlings. Provision of AB, TKKS, and LCPKS can increase cocoa seedling height, even though the treatment has no effect. Meanwhile, based on analysis of variance in the provision of boiler ash (AB), oil palm empty fruit bunches (TKKS), and palm oil mill effluent (LCPKS) given only affects 2 MST.

Keywords: Peat; Cocoa; Palm oil; Waste; Organic fertilizer.

ABSTRAK

Tandan kosong, limbah cair, dan abu boiler yang merupakan limbah dari kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai amelioran pada tanah gambut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat fisika yang terdiri dari warna, kadar air, serat, dan kadar abu

gambut. Selain itu mengetahui pertumbuhan vegetatif (tinggi batang dan jumlah daun) bibit kakao setelah ditambahkan bahan amelioran tersebut. Metode penelitian adalah eksperimental dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari empat perlakuan, yaitu tanah gambut (kontrol), tanah gambut dengan penambahan abu boiler (AB), tandan kosong kelapa sawit (TKKS), dan limbah cair pengolahan kelapa sawit (LCPKS). Data yang diperoleh diuji dengan uji F, apabila berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut *Duncan* pada taraf 5%. Hasil analisis awal sifat fisika tanah sebelum penambahan abu boiler, tandan kosong kelapa sawit, dan limbah cair pabrik kelapa sawit menunjukkan bahwa tingginya tingkat kemasaman tanah, dan juga memiliki nilai kadar air rendah. Hasil penelitian menunjukkan pemberian limbah pabrik kelapa sawit dapat menaikkan nilai pH dan kadar air untuk semua perlakuan. Nilai pH dan kadar abu tertinggi yaitu pada perlakuan penambahan tanah gambut dengan abu boiler yaitu nilai pH 5,23 dan kadar abu 15,71%, sedangkan nilai tertinggi kadar air dan serat diperoleh dari perlakuan penambahan tanah gambut dengan tandan kosong kelapa sawit, yaitu kadar air 25,19% dan serat 0,08%. Peningkatan nilai pH, kadar air, kadar abu dan serat maupun perubahan warna yang terjadi, menunjukkan bahwa limbah pengolahan pabrik kelapa sawit memiliki potensi untuk dioptimalkan sebagai unsur hara dalam memperbaiki sifat fisika pada tanah gambut yang berkelanjutan. Berdasarkan analisa sidik ragam pemberian abu boiler (AB), tandan kosong kelapa sawit (TKKS), maupun limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kakao. Pemberian AB, TKKS, dan LCPKS dapat memberikan pertambahan terhadap tinggi bibit kakao, meskipun perlakuan tersebut tidak berpengaruh. Sedangkan, berdasarkan analisa sidik ragam pemberian abu boiler (AB), tandan kosong kelapa sawit (TKKS), maupun limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) hanya berpengaruh pada 2 MST.

Kata Kunci : *Gambut; Kakao; Kelapa sawit; Limbah; Pupuk organik.*

Rosmalinda., & Susanto. A. (2021). Perbaikan sifat Fisika Tanah Gambut Dengan Penambahan Amelioran Dari Limbah Kelapa Sawit Pada Pembibitan Kakao (*Theobroma cacao L.*) . *Jurnal Pertanian*, 12(1), 38-44.

PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu tanaman perkebunan yang bernilai ekonomis dan potensial sebagai devisa negara. Kakao menduduki urutan ketiga pada subsektor perkebunan setelah kelapa sawit dan karet. Ketersediaan tanah mineral yang semakin hari semakin terbatas mengharuskan budidaya tanaman perkebunan beralih ke lahan marjinal, salah satunya lahan basah seperti lahan gambut. Terlalu tingginya tingkat kemasaman tanah gambut dan rendahnya kandungan unsur hara menjadi permasalahan yang menyebabkan rendahnya produksi tanaman yang dibudidayakan pada lahan gambut. Sehingga perlu dilakukan penanganan terlebih dahulu pada lahan gambut dalam rangka memperbaiki tanah gambut.

Suswati *et al.*, (2011) menyatakan bahwa sifat fisika tanah gambut adalah bagian yang berperan penting dalam penyediaan sarana tumbuh tanaman. Sifat fisika tanah merupakan komponen yang mempengaruhi kesuburan tanah pada akhirnya akan menunjang pertumbuhan. Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat memiliki Perkebunan Kelapa Sawit yang cukup luas, mencapai 127.886 hektar (BPS, 2018). Setiap tahunnya terjadi peningkatan jumlah perkebunan kelapa sawit. Seiring dengan bertambah banyaknya perkebunan kelapa sawit, menjadikan limbah pabrik kelapa sawit semakin banyak.

Dampak dari semakin banyaknya pabrik kelapa sawit ini adalah bertambahnya bobot limbah yang harus dibuang, diantaranya adalah AB (abu boiler), LC (limbah cair) dan TK (tandan kosong).

Dengan memanfaatkan limbah kelapa sawit sebagai pupuk maka dapat mengurangi pencemaran terhadap lingkungan dan meningkatkan nilai ekonomis dari limbah tersebut.

Hasil samping dari pengolahan tandan buah segar adalah abu boiler. Berdasarkan penelitian Astianto (2012), Pemberian abu boiler dengan dosis 29 g/polybag (11,6 ton/ha) memberikan peningkatan terhadap diameter bonggol, penambahan jumlah daun, berat kering tanaman pada pembibitan utama kelapa sawit. Limbah cair pabrik kelapa sawit dapat dijadikan sebagai bahan pembenah tanah karena mengandung unsur hara. Pemberian LC dapat meningkatkan pH tanah dan kandungan hara makro pada tanah (Nursanti dan Meilin, 2011). Tandan kosong (TK) kelapa sawit berfungsi menambah hara dan meningkatkan bahan organik tanah yang dibutuhkan dalam memperbaiki sifat fisik tanah. Pemberian limbah padat TK yang diberikan dalam setahun dengan dosis 20 ton/ha mampu meningkatkan jumlah tandan, rerata berat tandan dan produktivitas kelapa sawit (Sulistiyanto dkk., 2015).

Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan kajian apakah penambahan AB, LC, dan TK dapat memperbaiki sifat fisika tanah gambut dan meningkatkan pertumbuhan bibit kakao. Selain itu pertumbuhan bibit kakao (tinggi batang, jumlah daun, klorofil, dan bobot kering) juga mengalami peningkatan. Penelitian ini diharapkan memberikan informasi tentang potensi limbah kelapa sawit sebagai pupuk organik yang dapat memperbaiki sifat fisika dari tanah gambut. Selain itu dapat digunakan sebagai pengembangan ilmu dan teknologi di bidang teknologi tepat guna, khususnya pembuatan pupuk organik ramah lingkungan berbasis limbah kelapa sawit.

Penelitian ini penting dilakukan mengingat daerah Ketapang memiliki tanah gambut dan perkebunan kelapa sawit yang luas. Sehingga perlu diberdayakan sebagai upaya mendukung pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan. Galbraith et al. (2005) menyatakan tanah gambut merupakan tanah yang terbentuk pada

kondisi anaerob di lahan rawa. Tanah gambut mempunyai kandungan organik lebih dari 50 persen dan merupakan akumulasi sisa tanaman. Sehingga memungkinkan untuk dijadikan sebagai lahan budidaya.

MATERIALS AND METHODS

Penelitian dilakukan pada bulan Maret sampai Agustus 2019. Lokasi penelitian terletak di kebun percobaan kampus Politeknik Negeri Ketapang, Kalimantan Barat. Tanah gambut dan limbah kelapa sawit yang digunakan diambil dari salah satu perkebunan kelapa sawit yang berada di Desa Satong, Ketapang. Sedangkan benih kakao diambil dari perkebunan milik masyarakat yang ada di Desa Sungai Besar, Ketapang. Metode penelitian yang digunakan eksperimental dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan terdiri atas tanah gambut, tanah gambut ditambah AB, tanah gambut ditambah LC, dan tanah gambut ditambah TK.

Warna tanah gambut diamati dengan Munsell Soil Chart, kadar abu dan kadar air (%) metode gravimetri, dan kematangan gambut dengan perbandingan jumlah serat. Pertumbuhan vegetatif yang diamati meliputi tinggi batang dan jumlah daun, yang diamati setiap minggu setelah tanam (MST) sampai 7 MST. Data yang diperoleh diuji dengan uji F, apabila berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut *Duncan* pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisika

Hasil analisis awal sifat fisika tanah sebelum penambahan abu boiler, tandan kosong kelapa sawit, dan limbah cair menunjukkan bahwa tingginya tingkat keasaman tanah, dan juga memiliki nilai kadar air rendah. Kondisi ini mengakibatkan kondisi tanah gambut dalam kondisi asam dan kandungan unsur hara rendah. Kondisi keasaman yang tinggi serta rendahnya unsur hara yang terkandung, memerlukan input hara yang besar, sehingga tanah dalam keadaan yang baik dan optimal bagi pertumbuhan tanaman.

Adapun data analisa sifat fisik tanah gambut sebelum penambahan abu boiler (AB), tandan kosong (TK), dan limbah cair (LC) dapat dilihat pada Tabel 1. Pemupukan dengan abu boiler, tandan kosong, dan limbah cair kelapa sawit ternyata mampu memperbaiki sifat fisika pada tanah gambut. Adapun data analisa sifat fisika tanah gambut setelah penambahan abu boiler (AB), tandan kosong kelapa sawit (TKKS), dan limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS), disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Analisa Sifat Fisika Tanah Gambut Sebelum Penambahan AB, TK dan LC

Perlk.	Parameter Pengamatan		
	pH	Kadar air (%)	Warna
AB	3,4	9,87	Dark reddish gray
TKKS	3,3	8,74	Dark reddish brown
LCPKS	3,5	12,47	Dark reddish brown

Nilai pH dan kadar abu tertinggi yaitu pada perlakuan penambahan tanah gambut dengan abu boiler yaitu nilai pH 5,23 dan kadar abu 15,71%. Sedangkan nilai tertinggi kadar air dan serat diperoleh dari perlakuan penambahan tanah gambut dengan tandan kosong kelapa sawit, yaitu kadar air 25,19% dan serat 0,08%. Peningkatan nilai pH, kadar air, kadar abu dan serat maupun perubahan warna yang terjadi, menunjukkan bahwa limbah kelapa sawit memiliki potensi untuk dioptimalkan sebagai unsur hara dalam memperbaiki sifat fisika pada tanah gambut yang berkelanjutan. Berdasarkan hasil penelitian, nilai pH pada tanah gambut yang ditambahkan limbah cair mengalami peningkatan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Rosmalinda dan A. Susanto (2018) yang menyatakan nilai pH tanah gambut yang diaplikasi limbah cair kelapa sawit mengalami peningkatan dibandingkan lahan tanpa aplikasi limbah cair kelapa sawit, yaitu dari 3,24 menjadi 6,20.

Tabel 2. Hasil Analisa Sifat Fisika Tanah Gambut Setelah Penambahan AB, TK dan LC

Perlk.	Parameter Pengamatan				
	Kadar abu (%)	Serat (%)	pH	Kadar air (%)	Warna
AB	15,71	0,06	5,23	23,43	Dark reddish gray
TKKS	6,36	0,08	4,85	25,19	Dark reddish brown
LCPKS	14,63	0,02	4,13	14,64	Dark reddish brown

Menurut Sulistiyanto (2015) hal ini dikarenakan jenis limbah yang berbentuk cair menjadikan limbah ini mudah tercampur dan unsur-unsur yang terkandung lebih cepat berikatan. Aplikasi limbah cair kelpa sawit pada lahan perkebunan kelapa sawit dapat meningkatkan sifat fisik dan kimia tanah (Widhiastuti dkk., 2006).

Penambahan TK dan LC menghasilkan warna tanah yang lebih gelap dibandingkan dengan pemberian AB. Menurut Suswati *et al.* (2011), perbedaan warna tanah umumnya disebabkan oleh perbedaan bahan organik, semakin tinggi bahan organik maka warna tanah akan semakin gelap. Darmawijaya (1997) dalam Susandi (2015) menyatakan, umumnya bahan organik memberi warna kelam pada tanah, artinya jika tanah asalnya berwarna kuning atau coklat muda, kandungan bahan organik menyebabkan warna lebih cenderung kearah coklat kelam. Makin tinggi bahan organik makin gelap warnanya, sedangkan makin rendah maka makin cerah warnanya. Kematangan gambut diartikan sebagai tingkat pelapukan bahan organik. Ketersediaan hara pada lahan gambut yang lebih matang relatif lebih tinggi dibandingkan lahan gambut mentah. Struktur gambut yang relatif lebih matang juga lebih baik, sehingga lebih menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman (Dariah *et al.*, 2017). Menurut Susandi (2015) kematangan gambut pada lahan hutan sekunder (titik I, II, III, dan IV) terdiri dari tingkat kematangan fibrik dan

hemik. Gambut memiliki kematangan fibrik apabila $V2/V1 > 66\%$, hemik apabila $V2/V1$ antara $33\%-66\%$, dan saprik apabila $V2/V1 < 33\%$. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, tingkat kematangan tanah gambut yang digunakan termasuk golongan saprik, yaitu gambut matang. Hal ini terlihat dari kandungan seratnya yang berada dibawah angka 33% (Tabel 2).

Kemampuan tanah gambut untuk menyerap dan mengikat air pada gambut fibrik lebih besar dari gambut hemik dan saprik, sedangkan gambut hemik lebih besar dari saprik (Suwondo *et al.*, 2010). Sedangkan menurut Saribun (2007), ketersediaan air tanah bukan hanya berdasarkan kematangannya saja, tetapi dipengaruhi juga oleh curah hujan atau air irigasi, kemampuan tanah menahan air, evapotranspirasi, dan tinggi muka air tanah. Hasil penelitian menunjukkan nilai kadar air mengalami peningkatan setelah ditambahkan limbah dari pengolahan kelapa sawit.

Tinggi Bibit

Berdasarkan analisa sidik ragam pemberian abu boiler (AB), tandan kosong kelapa sawit (TKKS), maupun limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pertumbuhan Vegetatif Tinggi Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Penambahan AB, TKKS dan LCPKS

Minggu setelah tanam (MST)	Perlakuan		
	AB	TKKS	LCPKS
1	0,00	0,00	0,00
2	3,93	2,17	2,86
3	5,71	3,77	6,01
4	8,57	5,43	7,36
5	6,29	5,93	9,46
6	9,77	7,54	10,29
7	12,00	9,36	11,20

Tabel 3. menunjukkan pemberian AB, TKKS, dan LCPKS dapat memberikan pertambahan terhadap tinggi bibit kakao, meskipun perlakuan tersebut tidak berpengaruh.

Pertumbuhan tanaman memerlukan unsur hara makro seperti N, P dan K dalam jumlah lebih banyak dibandingkan dengan unsur lainnya. Nitrogen merupakan unsur yang berperan penting untuk memacu pertumbuhan tinggi tanaman. Lingga dan Marsono (2005) menyatakan bahwa penambahan unsur hara nitrogen dapat merangsang pertumbuhan vegetatif yakni cabang, batang dan daun yang merupakan komponen asam amino, protein dan pembentuk protoplasma sel yang berfungsi dalam merangsang pertumbuhan tinggi tanaman. Fosfor merupakan komponen utama asam nukleat berperan terhadap pembelahan sel pada titik tumbuh yang berpengaruh pada tinggi tanaman. Selain nitrogen dan fosfor unsur kalium juga berperan meningkatkan pertumbuhan tanaman yang berperan sebagai aktifator berbagai enzim. Menurut Widiastuti dkk (2006); Nursanti dan Meilin (2011), hasil fermentasi limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) mengandung unsur N, P, K, Ca, Mg dan mengandung berbagai jenis mikroba berguna sebagai penyedia hara dan pembenah tanah.

Berdasarkan penelitian Astianto (2012), unsur hara yang terkandung dalam abu boiler adalah N 0,74%, P_2O_5 0,84%, K_2O 2,07%, Mg 0,62%. Pemberian abu boiler dengan dosis 29 g/polybag (11,6 ton/ha) memberikan peningkatan terhadap diameter bonggol, pertambahan jumlah daun, berat kering tanaman pada pembibitan utama kelapa sawit.

Menurut Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian (2006), Janjang kosong dapat dimanfaatkan untuk pupuk, karena limbah ini mempunyai fungsi ganda yaitu selain menambah hara ke dalam tanah juga meningkatkan kandungan bahan organik tanah yang sangat diperlukan bagi perbaikan sifat fisik tanah.

Jumlah Daun

Berdasarkan analisa sidik ragam pemberian abu boiler (AB), tandan kosong kelapa sawit (TKKS), maupun limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) tidak berpengaruh terhadap jumlah daun bibit kakao (*Theobroma cacao*

L.) pada 1, 3, 4, 5, 6 dan 7. Perlakuan yang diberikan hanya berpengaruh pada 2 MST. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Daun Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan Penambahan AB, TKKS dan LCPKS

Minggu setelah tanam (MST)	Perlakuan		
	AB	TKKS	LCPKS
1	0,00	0,00	0,00
2	0,00a	0,43a	1,29a
3	4,14	2,00	2,86
4	4,71	2,43	3,29
5	4,86	2,71	3,71
6	4,86	3,43	4,43
7	4,86	3,86	4,86

Tabel 4. menunjukkan pemberian AB, TKKS, dan LCPKS dapat memberikan pertambahan terhadap jumlah daun bibit kakao, meskipun perlakuan tersebut tidak berpengaruh secara keseluruhan, tetapipada perlakuan 2 MST berpengaruh nyata.

KESIMPULAN

Pemberian limbah pabrik kelapa sawit (AB, TKKS, dan LCPKS) pada pembibitan kakao ditanah gambut dapat memperbaiki sifat fisika dari tanah gambut. Sedangkan untuk pertumbuhan vegetatif bibit kakao, aplikasi limbah hanya berpengaruh pada parameter jumlah daun di 2 MST (Minggu Setelah Tanam).

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, A., Yelmida., Arjunita. (2011) 'Penyisihan Karbohidrat dari Limbah Cair PKS dengan Bioreaktor Hibrid Anaerob Bermedia Cangkang Sawit', Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia, ISSN 1693-4393, Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, Yogyakarta.

Astianto, A. 2012. Pemberian Berbagai Dosis Abu Boiler Pada Pembibitan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Di Pembibitan Utama (Main Nursery). *Skripsi*. UNRI. Riau.

Badan Pusat Statistik Ketapang. 2018. *Ketapang Dalam Angka*.

Dariah, Ai, E. Maftuah, dan Maswar (2017). Karakteristik Lahan Gambut. *Panduan Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi*.

Hansono, N. (2012) 'Analysis Lifecycle Bioetanol Berbasis Singkong dan Tandan Kosong Kelapa Sawit di Indonesia', *Skripsi*, Fakultas Teknik, Prodi Teknologi Bioproses, UI.

Imaduddin, M., Yoeswono, K. Wijaya., I. Tahir. (2008) 'Ekstraksi Kalium dari Abu Tandan Kosong Sawit sebagai Katalis pada Reaksi Transesterifikasi Minyak Sawit' *Jurnal, Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, BCREC ISSN 1978-2993, 3(1-3), Hal. 14-20.

Istina, IN, B. Joy, dan AD. Suyono. (2014) 'Peningkatan Produktifitas Lahan Gambut Melalui Teknik Ameliorasi Dan Inokulasi Mikrobial Pelarut Fosfat', *Jurnal Agro*, Vol. 1, No. 1.

Komarayati, S., dan Gusmailina. (2010) 'Prospek Bioetanol Sebagai Pengganti Minyak Tanah', Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.

Kustiawan, N., S. Zahrah dan Maizar. 2014. Pemberian Pupuk P dan Abu Janjang Kelapa Sawit Pada Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal RAT Universitas Islam Riau*, 3(1): 397-408.

Martanto, A. Susanto, I. Pratiwi. (2017) 'Food Grade Grease Berbahan Baku Minyak Sawit Crude Palm Oil (CPO) Off Grade Dengan Variasi Konsentrasi Thickening', *Jurnal, Media Ilmiah Teknologi Pangan* ISSN 2407-3814, ejournal ISSN : 2477-2739, Vol. 4, No.1, 24 - 34.

Mutalib, A, Aa, J.S. Lim, M.H. Wong and L. Koonvai, 1991. Characterization distribution and utilization of peat in Malaysia. *Proc. International Symposium on Tropical Peatland*. 6-10 May 1991, Kuching, Serawak, Malaysia.

Nursanti, I., dan Meilin. 2011. Respon Bibit Kelapa Sawit Terhadap Pemberian Limbah Cair Pengolahan Kelapa Sawit (LCPKS)

Sebagai Pupuk Organik di Pembibitan Awal. *Jurnal Ilmiah Batang Hari Jambi*, 11:70-74.

- Rosmalinda, A. Susanto. (2018) 'Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dalam Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Gambut', *Jurnal, Teknologi Agro Industri*, E-ISSN 2598-5885, P-ISSN 2407-4624, Vol. 5 No. 2, Hal. 58.
- Sarah, M., E. Misran., S. Syamsiah., dan R. Millati. (2008) 'Estimasi Teoritis Perolehan Bioetanol Dari Hidrolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKS) Menggunakan Asam Encer', *Jurnal, Penelitian Rekayasa*, Vol. 1, No.2.
- Sarwono, E. (2006) 'Pemanfaatan Janjang Kosong Sebagai Substitusi Pupuk Tanaman Kelapa Sawit', *Jurnal, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman*.
- Shaleh, K., Wardati, AI. Amri. 2016. Pemberian Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) dan NPK Tablet Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Tanah Gambut Pada Pembibitan Utama. *Jurnal, JOM FAPERTA*, Vol 3 No. 1.
- Sholeh, K., Wardati, I. Amri. (2016) 'Pemberian Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) Dan NPK Tablet Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Di Tanah Gambut Pada Pembibitan Utama', *Jurnal, JOMFaperta*, Vol. 3 No. 1.
- Subiksa, I.G.M., W.Hartatik dan F. Agus. 2011. Pengelolaan Lahan Gambut Secara Berkelanjutan. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id>.
- Sulistiyanto, Amelia, V., Kamillah, dan Rassid, M.A. 2015. Perubahan Sifat Kimia Tanah Gambut Setelah Pemberian Limbah Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal AGRI PEAT*, 16(2):114- 121.
- Suri, A., Y. Yusak., dan R. Bulan. (2013) 'Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Dari Fermentasi Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jack) Dengan HCl 30% Menggunakan Ragi Roti', *Jurnal, Saintia Kimia* Vol. 1, No. 2.
- Susandi, Oksana, dan A.T. Arminudin, 2015. Analisis Sifat Fisika Tanah Gambut Pada Hutan Gambut di Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Agroteknologi*. (5) 2 : 23-28.
- Susanto, A., T. Yanto.(2013) 'Pembuatan Briket Bioarang Dari Cangkang dan Tandan Kosong Kelapa Sawit', *Jurnal, Teknologi Hasil Pertanian*, Vol.VI No.2 ISSN 1979-0309, Hal. 68-51.
- Suswati, D., B. Hendro, D. Shiddieq, dan D. Indradewa.2011. Identifikasi Sifat Fisik Lahan Gambut Rasau Jaya III Kabupaten Kubu Raya Untuk Pengembangan Jagung. *Jurnal Perkebunan dan Lahan Tropika*, 1: 31- 40.
- Yitowati, U., Yoeswoyo., TW. Wahyuningsih., I. Tahir. (2008) 'Pemanfaatan Abu Tandan Kosong Sawit Sebagai Sumber Katalis Basa (K_2CO_3) Pada Pembuatan Biodiesel Minyak Jarak (*Ricinus communis*), Makalah Seminar Nasional Kimia XVIII, Jurusan Kimia FMIPA UGM.
- Yuliani, N. (2014) 'Teknologi Pemanfaatan Lahan Gambut Untuk Pertanian', *Prosiding Seminar Nasional, Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi*, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Selatan.
- Yulnafatmawati, U., Luki, dan A. Yana. 2007. Kajian Sifat Fisika Tanah Beberapa Penggunaan Lahan di Bukit Gajabuih Kawasan Hutan Hujan Tropik Gunung Gadut Padang. *Jurnal Solum*, 4(2): 49-61.
- Wasis, B, 2005. Kajian Perbandingan Kualitas Tempat Tumbuhan Antara Rotasi Pertama dan Rotasi Kedua pada Hutan Tanaman *Acacia mangium* Wlld. Studi Kasus di HTI Musi Hutan Persada, Provinsi Sumatera Selatan. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 92 hal.
- Widhiastuti, R., D. Suryanto, Mukhlis, H. Wahyuningsih. 2006. Pengaruh pemanfaatan limbah cair pabrik kelapa sawit sebagai pupuk terhadap biodiversitas tanah. *Jurnal Ilmiah Pertanian Kultura* 41 (1).