PENGARUH CAMPURAN SISA TKKS DAN KOTORAN LARVA KUMBANG TANDUK (*Oryctes rhinoceros*) TERHADAP PERUBAHAN SIFAT FISIK TANAH ULTISOL DI PIRINGAN TANAMAN KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.)

THE EFFECT OF THE MIXTURE OF REMAINING OF PALM OIL EMPTY FRUIT BUNCH AND THE FECES OF HORNET BEETLE LARVAE (*Oryctes rhinoceros* L.) IN PHYSICAL PROPERTIES CHANGES OF ULTISOL SOIL IN THE CIRCLE AREA OF OIL PALM PLANT (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Rade Leferi Marpaung[1], Wardati[2], Idwar[2]
[1]Mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293
[2]Dosen Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293
E-mail korespondensi : rademarpaung750@gmail.com (082174422701)

ABSTRACT

This purpose of this research was to determine the effect of the mixture of remaining of palm oil empty fruit bunch and the feces of hornet beetle larvae (*Oryctes rhinoceros* L.) physical properties changes of ultisol soil in the circle area of oil palm plant (*Elaeis guineensis* Jacq.). This research was conducted at PTPN V Sei Galuh Kampar Regency and at the Soil Science Laboratory, Faculty of Agriculture, Riau University. This research was conducted for third months from May 2018 to August 2018. This research was arranged on using Completely Rendomized Design (CDR) non factorial that consists of 4 treatments and 4 replications. The treatments of the mixture of remaining of palm oil empty fruit bunch consisted of 0 kg/plant, 5 kg/plant, 10 kg/plant, and 15 kg/plant. The data was analyzed by the analysis of variance then further test with DNMRT at the significant level of 5%. The observed parameters which is included in the physical soil properties, namely: water content, soil temperature, bulk density, particle density, total of pore space, infiltration, and organic matter. The research suggests that the application of the mixture of remaining of palm oil empty fruit bunch and the feces of hornet beetle larvae increase soil organic matter and have not improved the physical properties of the soil such as water content, soil temperature, bulk density, particle density, total of pore space, and infiltration.

Keywords : soil physical properties, the mixture of palm oil empty fruit bunch and the feces of hornet beetle larvae, ultisol soil

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit di Propinsi Riau bertambah luas dengan pesat. Hal tersebut dapat dilihat dengan peningkatan luas areal perkebunan kelapa sawit di Propinsi Riau tahun 2014 adalah 2.411.820 ha dan mengalami peningkatan pada tahun 2017 mencapai 2.423.801 ha (Badan Pusat Statistik Riau, 2017). Berkembangnya perkebunan kelapa sawit tersebut antara lain karena iklim wilayah Propinsi Riau yang mendukung untuk budidaya tanaman kelapa sawit, sehingga tanaman ini dibudidayakan hampir pada setiap jenis tanah yang ada.

Budidaya tanaman kelapa sawit tidak hanya pada lahan produktif tetapi juga pada lahan marginal. Salah satu lahan marginal yang berpotensi untuk dikembangkan adalah tanah Ultisol. Pemanfaatan tanah Ultisol untuk budidaya tanaman kelapa sawit dihadapkan pada beberapa masalah seperti kerusakan struktur tanah yang menyebabkan pori pori tanah tertutup sehingga pergerakan unsur hara, air, dan udara menjadi tidak lancar serta laju infiltrasi dan permeabilitas menjadi turun. Menurut Darmawijaya (1991), sifat fisik tanah Ultisol pada umumnya kurang baik karena struktur tanah lapisan atas granuler atau remah, namun struktur tanah lapisan bawahnya pejal (tidak berstruktur), infiltrasi dan permeabilitas lambat, aerasi yang tidak baik, kandungan bahan organik rendah, dan porositas yang rendah.

Sifat fisik tanah berperan penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Sifat fisik tanah, seperti kerapatan isi dan kekuatan tanah sudah lama dikenal sebagai parameter utama dalam menilai keberhasilan teknik pengolahan tanah (Afandi, 2005). Sifat fisik tanah berhubungan dengan kondisi dan pergerakan benda serta aliran air dalam tanah. Sifat fisik tanah dibentuk oleh empat komponen utama tanah yaitu: partikel–partikel mineral, bahan organik, air, dan udara (Utomo, 1994). Perbandingan keempat komponen tersebut sangat bervariasi berdasarkan jenis tanah, lokasi, dan kedalaman.

Di Propinsi Riau tanah Ultisol memiliki penyebaran yang luas dan banyak masalah bila digunakan untuk perkebunan kelapa sawit. Produktifitas kelapa sawit pada tanah tersebut rendah, dan dijumpai gejala penurunan produktifitas. Hal ini yang disebut terakhir sebagai fenomena yang dikenal sebagai trek, yang diduga terjadi karena tanaman kekurangan air selama musim kemarau pada musim sebelumnya. Salah satu solusi yang dapat ditawarkan dalam mengatasi kendala ini adalah dengan cara pemberian bahan organik di atas permukaan tanah, sehingga evaporasi dapat dikurangi (Hanafiah, 2004).

Mulsa organik ialah mulsa yang bahannya berasal dari tanaman atau sisa pertanian. Pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa organik akan menghambat evaporasi sehingga pada musim kemarau ketersediaan air dapat dipertahankan dan kelembaban tanah terjaga. Selain itu mulsa organik juga dapat memperbaiki struktur tanah, menekan terjadinya erosi, dan sebagai sumber bahan organik. Salah satu bahan organik yang akan

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

digunakan adalah campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Kotoran larva kumbang tanduk berasal dari hasil defekasi larva kumbang tanduk. Eripta (2015), menyatakan bahwa pengeluaran sisa pencernaan makanan berupa kotoran melalui anus disebut defekasi.

Berdasarkan hasil penelitian Aleksandro (2016), pemberian mulsa organik *Mucuna bracteata* meningkatkan bahan organik tanah dan infiltrasi tanah sedangkan kadar air, total ruang pori, *bulk density*, dan suhu tanah ada kecenderungan perbaikan.

Berdasarkan uraian tersebut penulis telah melakukan penelitian yang berjudul "Pengaruh Campuran Sisa TKKS dan Kotoran Larva Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*) Terhadap Perubahan Sifat Fisik Tanah Ultisol di Bawah Tegakan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)".

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) terhadap perubahan sifat fisik tanah Ultisol di piringan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di PTPN V Kebun Sei Galuh Kabupaten Kampar dan Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Riau Jalan Bina Widya Km 12,5 Kelurahan Simpang Baru, Kecamatan Tampan Pekanbaru Provinsi Riau. Penelitian telah dilaksanakan selama 3 bulan mulai bulan Mei – Agustus 2018.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah Ultisol, air, dan campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Alat yang digunakan yaitu ember, tali rafia, cangkul, meteran, termometer tanah, bor belgi, grinder, neraca analitik, gelas ukur, oven, gunting, infiltrometer, dan alat tulis.

Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 perlakuan dosis dan diulang sebanyak 4 kali, sehingga didapat 16 unit percobaan.

Adapun perlakuan campuran TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk (K) terdiri dari:

K_0 : Tanpa campuran TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk
K_1 : Pemberian campuran TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dosis 5 kg/tanaman
K_3 : Pemberian campuran TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dosis 10 kg/tanaman
K_4 : Pemberian campuran TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dosis 15 kg/tanaman

Data yang diperoleh dianalisis secarah statistik menggunakan sidik ragam. Hasil analisis ragam yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan Organik Tanah

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa berpengaruh nyata terhadap bahan organik tanah di bawah tegakan kelapa sawit. Nilai bahan organik tanah telah diuji DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan organik tanah di bawah tegakan tanaman kelapa sawit dengan pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk.

Campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk	C- Organik (%)	Bahan Organik (%)
0 kg/tanaman	2,77 c	4,77 c
5 kg/tanaman	3,06 b	5,28 b
10 kg/tanaman	3,20 b	5,51 b
15 kg/tanaman	3,43 a	5,91 a

Keterangan : Angka–angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk berbeda nyata terhadap peningkatan bahan organik tanah dibandingkan tanpa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk, hal ini dapat dilihat pada perlakuan campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk 5 kg/tanaman, 10 kg/tanaman, dan 15 kg/tanaman dengan masing–masing bahan organik yang dihasilkan 5,28%, 5,51%, dan 5,91%.

Peningkatan bahan organik tanah terjadi melalui pemberian bahan organik campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Bahan organik yang diberikan ini lambat laun akan terdekomposisi oleh biota tanah menjadi bahan organik tanah. Menurut Aulia (2011), bahan organik yang ditabur di atas tanah akan menghasilkan bahan organik tanah yang tinggi jika diaplikasikan pada tanah dengan kondisi bahan organik rendah.

Peningkatan C-organik tanah akibat peningkatan dosis campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk disebabkan oleh bahan organik campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk mengalami dekomposisi menghasilkan asam asam organik sehingga terjadi penambahan bahan organik ke dalam tanah yang dapat meningkatkan kadar C-organik tanah. Semakin tinggi penambahan dosis kotoran larva kumbang tanduk maka semakin tinggi pula nilai C-organik tanah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Syukur dan Indah (2006), bahwa aplikasi kompos dan pupuk kandang dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah. Semakin banyak pupuk organik yang ditambahkan ke dalam tanah, semakin besar peningkatan kandungan C-organik tanah.

Peningkatan kandungan C-organik tanah juga berkaitan dengan hasil dekomposisi bahan organik, yaitu berupa asam asam organik termasuk di dalamnya asam humat dan fulvat. Menurut Stevenson (1994), asam humat dan asam fulvat merupakan bagian yang

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

mempunyai peran besar dalam reaksi kimia dari bahan organik.

Kandungan bahan organik yang tinggi dapat meningkatkan kualitas sifat fisik tanah. Bahan organik tanah membantu proses granulasi tanah yang mengakibatkan penurunan berat isi tanah dan mengurangi tingkat pemadatan tanah. Semakin banyak granulasi yang terbentuk, maka ruang pori yang tersedia juga akan semakin banyak (Hanafiah, 2004). Menurut Hilel (1980), banyak sifat tanah yang dipengaruhi oleh bahan organik diantaranya adalah sifat fisik tanah. Hubungan tersebut menunjukkan kecenderungan yang positif, yaitu semakin meningkat kadar C-organik tanah maka diikuti dengan peningkatan porositas tanah.

Kadar Air Tanah

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa berpengaruh tidak nyata terhadap kadar air tanah di bawah tegakan kelapa sawit. Kadar air tanah setelah diuji DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar air di bawah tegakan tanaman kelapa sawit dengan pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk.

Campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk	Kadar air tanah (%)		
	30 hari	60 hari	90 hari
0 kg/tanaman	21,83 a	19,73 a	20,16 a
5 kg/tanaman	21,25 a	21,75 a	21,29 a
10 kg/tanaman	20,15 a	20,37 a	20,67 a
15 kg/tanaman	21,84 a	23,67 a	22,91 a

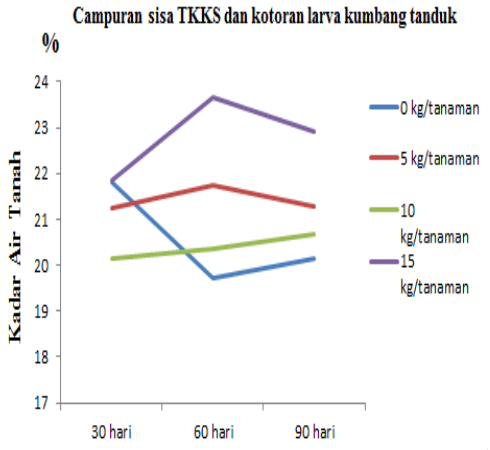
Keterangan : Angka–angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa pada dosis 5 kg/tanaman, 10 kg/tanaman, dan 15 kg/tanaman tidak meningkatkan kadar air tanah secara nyata dibandingkan dengan tanpa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Hal ini diduga karena kadar bahan organik tanah ini tergolong tinggi dan sedang sehingga tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dalam meningkatkan kadar air tanah. Kadar bahan organik tanah yang tinggi mempunyai pori pori yang lebih banyak daripada partikel mineral tanah yang berarti luas permukaan penyerapan juga lebih banyak sehingga makin tinggi kadar bahan organik tanah makin tinggi kadar air tanah (Indranada,1994). Hal ini yang menyebabkan kadar air tanah cenderung stabil sehingga tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk tidak meningkatkan kadar air tanah secara nyata baik pada pengamatan 30 hari setelah perlakuan, 60 hari setelah perlakuan, maupun 90 hari setelah perlakuan. Hal ini diduga disebabkan oleh kandungan C-organik yang

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

termasuk pada kategori sedang dan tinggi (Tabel 1). Bahan organik yang tinggi mempunyai kemampuan menyimpan air yang tinggi sehingga yang diberi perlakuan dengan tidak diberi perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Arsyad (2000) menyatakan bahwa bahan organik mempunyai kemampuan menyerap dan menahan air, bahan organik dapat menyerap air sebesar 2–3 kali berat bahan organik itu sendiri. Musnamar (2002) menyatakan bahwa bahan organik mempunyai kemampuan menyerap air 80–90 % dari berat totalnya. Grafik perubahan kadar air tanah setelah diberi campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik perubahan kadar air tanah setelah diberi campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk.

Gambar 2 menunjukkan bahwa adanya perubahan yang beragam pada persentase kadar air tanah setelah pemberian beberapa dosis campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Grafik tersebut menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dosis 15 kg/tanaman dan 60 hari setelah perlakuan merupakan kenaikan persentase kadar air tanah tertinggi dibandingkan dosis dan hari setelah perlakuan lainnya. Tanpa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dan 60 hari setelah perlakuan merupakan persentase kadar air terendah dibandingkan dosis dan hari setelah perlakuan lainnya.

Suhu Tanah

Pengamatan suhu tanah dilakukan sekali sebulan dan pengamatannya dilakukan pada siang hari. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa berpengaruh tidak nyata terhadap suhu tanah di bawah tegakan kelapa sawit. Suhu tanah setelah diuji DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Suhu tanah di bawah tegakan tanaman kelapa sawit dengan pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk

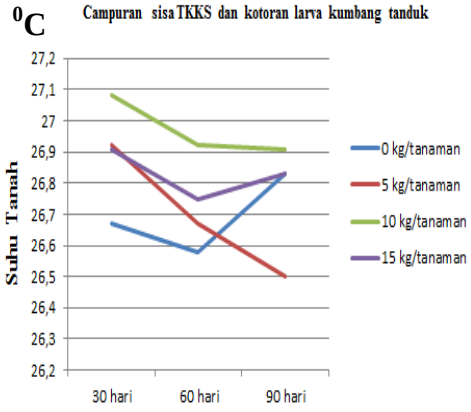
Campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk	Suhu tanah (^{0}C)		
	30 hari	60 hari	90 hari
0 kg/tanaman	26,67 a	26,58 a	26,83 a
5 kg/tanaman	26,92 a	26,67 a	26,50 a
10 kg/tanaman	27,08 a	26,92 a	26,91 a
15 kg/tanaman	26,91 a	26,75 a	26,83 a

Keterangan : Angka–angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

Berdasarkan Tabel 3 dapat dikemukakan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa berbeda tidak nyata terhadap penurunan suhu tanah baik pada dosis 5 kg/tanaman, 10 kg/tanaman, 15 kg/tanaman dibandingkan tanpa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Hal ini berkaitan dengan kandungan air di dalam tanah. Bahan organik yang diberikan di atas tanah dapat menjaga kelembapan tanah. Menurut Hanafiah (2004), kandungan air di dalam tanah berperan dalam menurunkan suhu tanah dengan demikian semakin tinggi kandungan air tanah akan berdampak pada suhu tanah yang semakin rendah.

Tabel 3 juga menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk berbeda tidak nyata terhadap penurunan suhu tanah baik pada pengamatan 30 hari, 60 hari, maupun 90 hari setelah perlakuan. Penurunan suhu tanah selain dipengaruhi kandungan air juga dipengaruhi oleh: 1. suhu tanah bergantung pada proses sirkulasi panas antara tanah dan lingkungannya. Proses tersebut terjadi karena adanya radiasi matahari dan penghantaran panas ke dalam tanah melalui proses konduksi. 2. Radiasi energi dari cahaya matahari yang mencapai permukaan tanah akan terhalangi oleh bahan organik sehingga menyebabkan panas yang mengalir ke dalam tanah lebih sedikit dibandingkan tanpa bahan organik. Menurut Mahmood *et al*., (2002), penggunaan bahan organik di atas tanah dapat mengurangi radiasi yang diterima dan diserap oleh tanah sehingga dapat menurunkan suhu tanah pada siang hari. Grafik perubahan suhu tanah setelah diberi campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik perubahan suhu tanah setelah diberi campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk.

Gambar 3 menunjukkan perubahan suhu tanah setelah pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dosis 5 kg/tanaman menunjukkan kecenderungan bahwa semakin lama hari setelah perlakuan, suhu tanah juga cenderung semakin rendah. Pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dosis 10 kg/tanaman dan 30 hari setelah perlakuan merupakan suhu yang tertinggi dibandingkan dosis dan hari setelah perlakuan lainnya.

Bulk density

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa berpengaruh tidak nyata terhadap *bulk density* tanah di bawah tegakan tanaman kelapa sawit. *Bulk density* setelah diuji DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Bulk density* di bawah tegakan tanaman kelapa sawit dengan pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk

Campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk	***Bulk density* (g/cm^3)**		
	30 hari	**60 hari**	**90 hari**
0 kg/tanaman	1,35 a	1,45 a	1,39 a
5 kg/tanaman	1,41 a	1,38 a	1,40 a
10 kg/tanaman	1,37 a	1,42 a	1,34 a
15 kg/tanaman	1,42 a	1,32 a	1,39 a

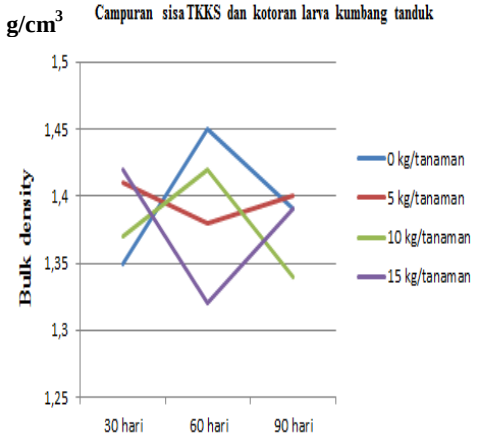
Keterangan : Angka–angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa berbeda tidak nyata terhadap penurunan *bulk density* baik pada dosis 5 kg/tanaman, 10 kg/tanaman, 15 kg/tanaman dibandingkan tanpa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Hal ini diduga campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dalam proses agregasi tidak berjalan dengan baik karena proses dekomposisi yang berjalan lambat dan membutuhkan waktu yang cukup lama. Proses dekomposisi yang lambat disebabkan oleh faktor suhu yang rata ratanya 26^0 C. Temperatur mempengaruhi laju dekomposisi bahan organik sebagai dampak pengaruhnya terhadap jenis mikroba yang dominan. Umumnya, proses dekomposisi maksimum pada suhu 30–35^0 C atau hingga 45^0C (Parr, 1978) *dalam* (Hanafiah, 2004). Terlambatnya pembentukan agregat ini menyebabkan belum adanya penurunan nilai *bulk density* tanah. Hasil nilai *bulk density* yang ditunjukkan tergolong pada kriteria tinggi dan sangat tinggi (Lampiran 5).

Tabel 4 juga menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk 30, 60, 90 hari setelah perlakuan berbeda tidak nyata terhadap penurunan nilai *bulk density*. Hal ini diduga karena campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk diberikan di atas permukaan tanah belum terdekomposisi dengan baik sehingga belum berpengaruh terhadap tanah pada kedalaman 10 cm. Raja (1997) menyatakan bahwa aplikasi bahan organik pada tahun pertama mampu secara nyata meningkatkan kadar air tanah, infiltrasi, dan menurunkan ketahanan penetrasi, tapi tidak berpengaruh terhadap berat jenis, pori drainase cepat, lambat, dan sangat lambat, pori air tersedia dan permeabilitas, sementara Wirman (1997) menyatakan bahwa pemberian bahan organik tahun kedua berpengaruh terhadap peningkatan total ruang pori, permeabilitas, air tersedia, dan nyata menurunkan berat volume tanah.

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

Wiskandar (2002) menyatakan bahwa penambahan bahan organik akan meningkatkan total pori tanah dan akan menurunkan *bulk density*. Bahan organik tanah berperan sebagai perekat partikel tanah sehingga agregasi tanah menjadi baik, ruang pori tanah meningkat, dan *bulk density* menurun. Menurut Thamrin (2000) dalam Mariana (2006) bahwa bahan organik bersifat porous, ketika diberikan ke dalam tanah akan menciptakan ruang pori di dalam tanah sehingga *bulk density* tanah menjadi turun. Grafik perubahan *bulk density* setelah diberi campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik perubahan *bulk density* setelah diberi campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk.

Gambar 4 menunjukkan perubahan *bulk density* setelah pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Tanpa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dan 60 hari setelah perlakuan merupakan nilai *bulk density* tertinggi dibandingkan dosis dan hari setelah perlakuan lainnya. Pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dosis 15 kg/tanaman dan 60 hari setelah perlakuan merupakan nilai *bulk density* terendah dibandingkan dosis dan hari setelah perlakuan lainnya.

Particle density

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa berpengaruh tidak nyata terhadap *particle density* di bawah tegakan kelapa sawit. *Particle density* setelah diuji DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Particle density* di bawah tegakan tanaman kelapa sawit dengan pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk.

Campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk	***Particle density* (g/cm^3)**		
	30 hari	**60 hari**	**90 hari**
0 kg/tanaman	3,09 a	3,34 a	3,19 a
5 kg/tanaman	3,60 a	3,63 a	3,72 a
10 kg/tanaman	3,33 a	3,23 a	3,03 a
15 kg/tanaman	3,49 a	3,30 a	3,43 a

Keterangan : Angka–angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa pada dosis 5 kg/tanaman, 10 kg/tanaman, 15 kg/tanaman berbeda tidak nyata terhadap *particle density* dibandingkan dengan tanpa

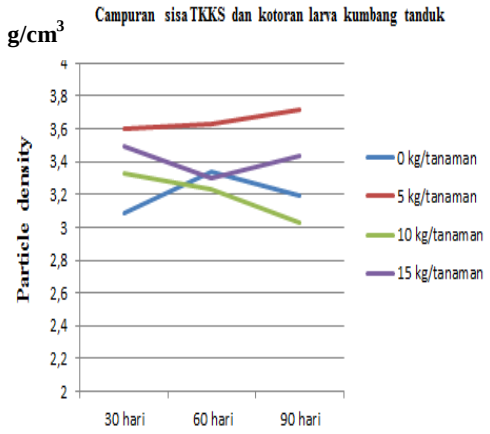
1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Hal ini diduga disebabkan oleh hasil pengamatan *bulk density* yang juga menunjukkan berbeda tidak nyata tiap dosis per tanaman. Nilai *bulk density* berbanding lurus dengan nilai *particle density* sehingga jika nilai *bulk density* tinggi maka nilai *particle density* juga tinggi (Hanafiah, 2004). *Particle density* berhubungan langsung dengan berat volume tanah, volume udara tanah serta kecepatan sedimentasi partikel (Utomo, 2015).

Tabel 5 juga menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa 30 hari setelah perlakuan, 60 hari setelah perlakuan, 90 hari setelah perlakuan berbeda tidak nyata terhadap *particle density*. Hal ini diduga dipengaruhi oleh pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa di atas permukaan tanah sehingga memerlukan waktu untuk berpengaruh ke dalam tanah. Kandungan bahan organik di dalam tanah sangat mempengaruhi kerapatan partikel tanah sehingga perubahan partikel tanah membutuhkan waktu untuk hasil dari dekomposisi bahan organik tersebut (Madjid, 2010).

Faktor yang mempengaruhi *particle density* tanah diantaranya yaitu tekstur, bahan organik, struktur, *bulk density*, dan topografi. Tekstur tanah dapat diartikan sebagai penampilan visual suatu tanah berdasarkan komposisi kualitatif dari ukuran butiran tanah dalam suatu massa tanah tertentu. Tekstur tanah menunjukkan komposisi partikel penyusun tanah (Hanafiah, 2004).

Kepadatan partikel setiap tanah merupakan suatu tetapan dan tidak bervariasi menurut jumlah ruang partikel. Hal ini didefinisikan sebagai massa setiap unit volume partikel tanah dan dinyatakan dalam gram/cm^3. Untuk kebanyakan tanah mineral kerapatan partikelnya rata rata sekitar 2,6 gram/cm^3. Jika tidak akan terdapat suatu variasi yang harus mempertimbangkan kandungan tanah organik atau komposisi mineral (Foth, 1991). Grafik perubahan *particle density* setelah diberi campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik perubahan *particle density* setelah diberi campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk.

Gambar 5 menunjukkan grafik perubahan *particle density* setelah pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dosis 5 kg/tanaman menunjukkan kecenderungan bahwa semakin lama hari setelah perlakuan, nilai *particle density* cenderung semakin tinggi dan menunjukkan nilai *particle density* tertinggi pada 90 hari setelah perlakuan. Pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

tanduk dosis 10 kg/tanaman menunnjukkan kecenderungan bahwa semakin lama hari setelah perlakuan, nilai *particle density* cenderung semakin rendah dan menunjukkan nilai *particle density* terendah pada 90 hari setelah perlakuan.

Total Ruang Pori

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa berpengaruh tidak nyata terhadap total ruang pori tanah di bawah tegakan kelapa sawit. Total ruang pori setelah diuji DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Total ruang pori tanah di bawah tegakan tanaman kelapa sawit dengan pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk.

Campuran sisa TKKS dan kotoran kotoran kumbang tanduk	Total ruang pori (%)		
	30 hari	60 hari	90 hari
0 kg/tanaman	54,50 a	55,00 a	55,33 a
5 kg/tanaman	61,00 a	61,84 a	62,33 a
10 kg/tanaman	55,00 a	55,50 a	54,67 a
15 kg/tanaman	57,00 a	57,67 a	57,67 a

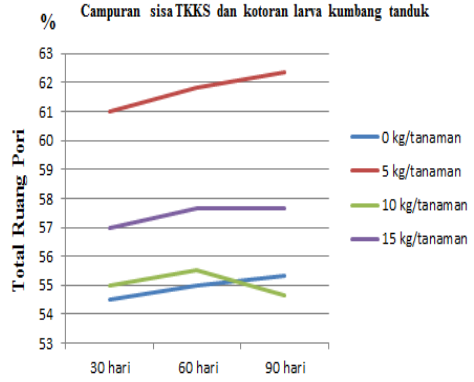
Keterangan : Angka–angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa pada dosis 5 kg/tanaman, 10 kg/tanaman, 15 kg/tanaman berbeda tidak nyata terhadap kenaikan nilai total ruang pori tanah dibandingkan tanpa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Hal ini diduga disebabkan oleh nilai total ruang pori pada dosis 0 kg/tanaman sudah tergolong baik yang menyebabkan tidak signifikannya kenaikan nilai total ruang pori tanah.

Tabel 6 juga menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk baik pada 30, 60, maupun 90 hari setelah pemberian perlakuan tidak meningkatkan total ruang pori secara nyata. Hal ini diduga disebabkan oleh campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk diberikan di atas permukaan tanah belum terdekomposisi dengan baik sehingga belum berpengaruh terhadap tanah pada kedalaman 10 cm. Proses dekomposisi yang lama disebabkan oleh faktor rasio C/N. Campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk yang digunakan sebagai perlakuan memiliki rasio C/N 26,15. Semakin tinggi rasio C/N suatu bahan organik maka akan membutuhkan waktu yang lama untuk penguraiannya (Darnoko dan Anas, 1993). Sebaliknya nilai C/N bahan organik yang semakin rendah menunjukkan bahwa bahan organik tersebut sudah terdekomposisi (Dalzell *et al*., 1987). Bahan organik tersebut pada tanah akan menyebabkan kondisi tanah menjadi sarang, karena bahan organik yang diberikan akan menempati ruang diantara partikel tanah sehingga tanah menjadi poros (Baver, 1956). Selain itu, bahan organik yang diberikan mengandung berbagai macam senyawa yang akan diuraikan oleh mikroorganisme dan membantu melekatkan partikel partikel tanah membentuk agregat

1. Mahasiswa Fakultas Pertanian
2. Dosen Fakultas Pertanian Universitas Riau

sehingga tanah menjadi poros. Grafik perubahan total ruang pori setelah diberi campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik perubahan total ruang pori setelah diberi campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk.

Gambar 6 menunjukkan grafik perubahan total ruang pori setelah pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Tanpa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dan 5 kg/tanaman menunjukkan kecenderungan bahwa semakin lama hari setelah perlakuan, persentase total ruang pori cenderung semakin tinggi. Pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dosis 5 kg/tanaman dan 90 hari setelah perlakuan merupakan persentase total ruang pori tertinggi dibandingkan dosis dan hari setelah perlakuan lainnya.

Infiltrasi

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk berpengaruh tidak nyata terhadap infiltrasi tanah di bawah tegakan kelapa sawit. Infiltrasi setelah diuji DNMRT pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Infiltrasi tanah di bawah tegakan tanaman kelapa sawit dengan pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk.

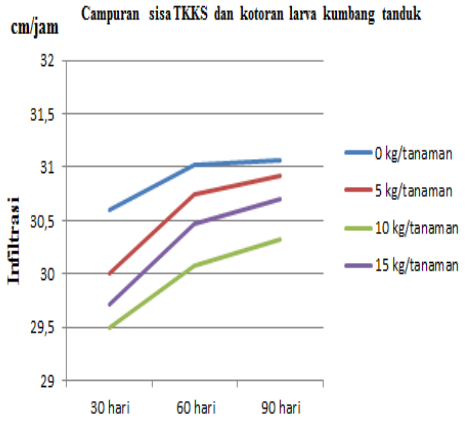
Campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk	Infiltrasi (cm/jam)		
	30 hari	60 hari	90 hari
0 kg/tanaman	30,60 a	31,02 a	31,07 a
5 kg/tanaman	30,00 a	30,75 a	30,92 a
10 kg/tanaman	29,50 a	30,07 a	30,32 a
15 kg/tanaman	29,72 a	30,47 a	30,70 a

Keterangan : Angka–angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk sebagai mulsa dengan dosis 5 kg/tanaman, 10 kg/tanaman, 15 kg/tanaman berbeda tidak nyata terhadap infiltrasi dibandingkan dengan tanpa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Jika dilihat dari angka yang ditunjukkan, semua perlakuan yang di amati termasuk ke dalam kelas sedang. Hal ini diduga karena nilai infiltrasi tanah tergolong sedang sehingga tidak nampak kenaikan signifikan infiltrasi tanah. Seta (1987) *dalam* Nurmegawati (2011) menyatakan bahwa bahan organik yang tinggi mempunyai pengaruh terhadap kemantapan pori sehingga akan meningkatkan kapasitas infiltrasi.

Tabel 7 juga menunjukkan bahwa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk 30, 60, dan 90 hari setelah

perlakuan berbeda tidak nyata terhadap infiltrasi tanah. Hal ini diduga disebabkan laju pergerakan air dan total ruang pori saling berkaitan atau berbanding lurus. Semakin banyak jumlah pori di dalam tanah maka semakin besar nilai infiltrasi tanah (Atmojo, 2003). Hasil penelitian Nurmegawati (2011) menunjukkan bahwa tingginya total ruang pori tanah menyebabkan banyaknya air yang lolos ke bawah dan rendahnya total ruang pori tanah maka pergerakan air menjadi terhambat. Harahap (2007) menyatakan bahwa semakin banyak akar atau perkembangan akar semakin giat, maka laju infiltrasi juga semakin meningkat dan hal ini sejalan dengan peningkatan persentase pori pori tanah. Grafik perubahan infiltrasi tanah setelah diberi campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik perubahan infiltrasi tanah setelah diberi campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk.

Gambar 7 menunjukkan grafik perubahan infiltrasi tanah setelah pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk. Tanpa pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk, 5 kg/tanaman, 10 kg/tanaman, dan 15 kg/tanaman menunjukkan kecenderungan bahwa semakin lama hari setelah perlakuan, nilai infiltrasi tanah juga cenderung semakin meningkat. Pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk dosis 10 kg/tanaman dan 30 hari setelah perlakuan merupakan nilai infiltrasi terendah dibandingkan dosis dan hari setelah perlakuan lainnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk berpengaruh nyata dalam meningkatkan bahan organik tanah sedangkan kadar air, suhu tanah, bulk density, particle density, total ruang pori, dan infiltrasi belum menunjukkan perbaikan.
2. Semakin tinggi dosis campuran sisa TKKS dan kotoran larva kumbang tanduk yang diberikan semakin besar bahan organik tanah yang dihasilkan.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, disarankan melakukan penelitian lanjutan dengan jangka waktu yang lebih lama terkait analisis sifat fisik tanah.

Daftar Pustaka

Afandi. 2005. Metode analisis fisika tanah. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 57 hlm.

Arsyad, S. 2010. Konservasi Tanah dan Air. Edisi kedua IPB Press. Bogor.

_____ 2000. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press. Bogor.

Asdak, C. 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Atmojo, W. S. 2003. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya. Sebelas Maret University Press. Surakarta.

Aulia, H. 2011. Laju Penutupan Tanah oleh Pertumbuhan *Mucuna bracteata*. Skripsi Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor (Tidak dipublikasikan).

Badan Pusat Statistik Riau. 2017. Riau Dalam Angka 2017. Pekanbaru. Riau.

Baver, L. D. 1956. Soil Physic. Third Edition John Wiley and Sons, Inc. New York.

Brady, N. C. 1990. The Nature and Properties of Soils. The Macmillan Publishing Company, Inc. New York.

Briggs, D. J. 1977. Soil Sources and Methods in Geography. Betterworless & CoLTD. London.

Chenon, R. D. dan H. Pasaribu. 2005. Strategi pengendalian hama kumbang tanduk di PT. Tolan Tiga Indonesia. Dalam Pertemuan Teknis Kelapa Sawit. Yogyakarta 13 – 14 September 2005.

Chirkov, Y. I. 1979. Soil Climate. Primault Agrometerology. Germany.

Dalzell, H. W., H. J. Bidlestone., K. R. Gray and K. Thurairajan. 1987. Soil management: compost production and use in tropical and subtropical environment. Soil Bulletin 56. Food and Agricultural Organization of the United Nation.

Darmawijaya, M. I. 1991. Klasifikasi Tanah, Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah dan Pelaksanaan Pertanian di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Darnoko, Z. P. dan I. Anas. 1993. Pembuatan pupuk organik dari tandan kosong kelapa sawit. Buletin Penelitian Kelapa Sawit. 2, 89 - 99.

Eripta, P. 2015. http://disiniadalestari.blogspot.com/2015/11/pengertian-ekskresi-sekresi-defekasi.html. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2017.

Fatmawati dan G. Ginting. 1987. Morfologi Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Perkebunan Indonesia. Medan.

Fauzi., E. Y. Widyaastuti., I. Satyawibawa dan R. Hartono. 2002. Budidaya Pemanfaatan Hasil dan Limbah Kelapa Sawit. Penebar Swadaya. Jakarta.

Foth, D. 1991. Dasar Dasar Ilmu Tanah. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Hairul., I. Syafullah dan E. Hawayanti. 2016. Pengaruh jenis pupuk organik terhadap pertumbuhan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) belum menghasilkan. Jurnal Klorofil. Volume 1:56-60.

Hakim, N., M. Y. Nyakpa., A. M. Lubis., S. G. Nugroho., M. A. Diha., G. B. Hong dan H. H. Bailey. 1986. Dasar dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Lampung.

Hanafiah, K. A. 2004. Dasar dasar Ilmu Tanah. Rajawali Press. Jakarta

Harahap, E. M. 2007. Peranan Tanaman Kelapa Sawit pada Konservasi Tanah dan Air. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Hardjowigeno, S. 2007. Ilmu Tanah. Akademika Pressindo. Jakarta.

Hasibuan, A. S. Z. 2015. Pemanfaatan bahan organik dalam perbaikan beberapa sifat tanah pasir pantai selatan kulon progo. Planta Tropika Journal of Agro Science. Vol 3 no. 1.

Hilel, D. 1980. Fundamental of Soil Physic. Academic Press Inc. London.

Ichriani, G.I.T.A., S. Atikah., R. Zubaidah dan Fatmawati. 2012. Kompos tandan kosong kelapa sawit untuk perbaikan daya simpan air tanah kapasitas lapangan. Journal Agroscientiae, volume 9(3) : 160-164.

Junedi, H. 2010. Perubahan sifat fisika ultisol akibat konve hutan menjadi lahan pertanian. Jurnal Hidrolitan, Volume 1 : 10-14.

Jury, W. A and W. R. Gardner. 1991. Soil Physic. Fifth Edition John Wiley and Son Inc. New York.

Kartasapoetra, A. G. 1989. Kerusakan Tanah Pertanian dan Usaha Merehabilitasinya. Bina Aksara. Jakarta.

Madjid, A. 2007. Bahan Organik Tanah. Sriwijaya University Press. Palembang.

Mahmood, M., K. Farroq., A. Hussain and R. Sher. 2002. Effect of mulching on growth and yield of potato crop. Asian J. of Plant Sci 1(2):122-133.

Mane, M. S. and A. K. Shingte. 1982. Use of mulch convention moisture and

increasing the yield of sorghum in dryland. Indian Inc 1(3):103-123.

Mangoensoekarjo. 2007. Manajemen Agribisnis Kelapa Sawit. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Mariana, H. 2006. Pengaruh Kompos Ampas Tapioka dan Pemberian Air Terhadap Ketersediaan Air dan Pertumbuhan Tanaman Sawi pada Entisol Wajak Malang. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang (Tidak dipublikasikan).

Maro'ah, S. 2011. Kajian Laju Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah pada Beberapa Model Tanaman (Studi Kasus Sub DAS Keduang Wonogiri). Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta (Tidak dipublikasikan).

Marzuki., Sufardi., dan Manfarizah. 2012. Sifat fisika dan hasil kedelai (*Glycine max* L) pada tanah terkompaksi akibat cacing tanah dan bahan organik. Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan, volume 1(1).

Mohan, C. 2006. The associaton for tropical biology and conservation ecology of the coconut rhinoceros beetle (*Oryctes rhinoceros* L.). http//www.linkjstor.org (Diakses Tanggal 18 November 2017).

Musnamar, E. I. 2002. Pupuk Organik Padat: Pembuatan dan Aplikasinya. Penebar Swadaya. Jakarta.

Nurmegawati. 2011. Infiltrasi pada hutan di sub DAS Sumani bagian hulu kayu aro Kabupaten Solok. Jurnal Hidrolitan, vol 2 : 2 : 87-95.

Pahan, I. 2007. Panduan Lengkap Kelapa Sawit. Penebar Swadaya. Jakarta.

Pasaribu, N. 2018. Pengaruh Kotoran Larva Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*) terhadap Tanah dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabika* L.) pada Medium Subsoil Inseptisol. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Universitas Riau. Pekanbaru.

Pulungan, D. R. 2018. Pemberian Beberapa Dosis Kotoran Larva Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros*) terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pembibitan Utama. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Universitas Riau. Pekanbaru.

Purnomo., J. Mulyadi., I. Amien dan H. Soewadjo. 1992. Pengaruh berbagai bahan hijau tanaman kacang kacangan terhadap produktivitas tanah rusak. Pemberitaan Penel. Tanah dan Pupuk. 10:61-64.

Putri, M. V. N. 2017. Pengaruh Pemberian Kotoran Larva Kumbang Tanduk dan Pupuk N, P, K terhadap

Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Skripsi (Tidak dipublikasikan). Universitas Riau. Pekanbaru.

Raja, L. 1997. Efek Aplikasi Terracotten, Pupuk Kandang dan Mulsa Jerami Terhadap Beberapa Sifat Fisik Tanah dan Hasil Kedelai (*Glycine Max* L.) Varietas Tampomae. Tesis Fakultas Pasca Sarjana IPB. Bogor (Tidak dipublikasikan).

Risza, S. 1994. Kelapa Sawit, Upaya Peningkatan Produktivitas. Kanisius. Yogyakarta.

Roidah, I. S. 2013. Manfaat penggunaan pupuk organik untuk kesuburan tanah. Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo. Vol.1 no.1.

Sahirsan. 2012. Pengaruh Dosis Pupuk Kascing dan Mikoriza Terhadap Beberapa Sifat Kimia, Fisik Tanah dan Hasil Kacang Tanah (*Arachis hipogaea* L.) di Nusa Penida. Universitas Udayana. Denpasar (Tidak dipublikasikan).

Sastrosayono, S. 2006. Budidaya Kelapa Sawit. Agromedia Pustaka. Jakarta.

Sebayang, S. Y., E. S. Sutarta dan I. Y. Harahap. 2004. Penggunaan *Mucuna bracteata* pada kelapa sawit II. PTPN IV. Warta PPKS 2004. Vol 12 (2 – 3): 15 – 22.

Setyamidjaja, D. 2006. Kelapa Sawit. Kanisius. Jakarta.

Silalahi, F.A. 2017. Sifat Fisik Tanah pada Berbagai Jarak dari Saluran Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau Pekanbaru. (Tidak dipublikasikan)

Soepardi, G. 1979. Sifat dan Ciri Tanah. Departemen Ilmu Tanah Fakultas Pertanian. IPB Press. Bogor.

Stevenson, F. J. 1994. Humus Chemistry; Genesis, Composition Reactions. 2th Edition. John Wiley and Sons. New York.

Sumadi, I. N. 2009. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil beberapa Varietas Kacang Tanah (*Arachis Hypogea* L.) di Lahan Kering Pertanian. Program Pascasarjana Universitas Udayana. Denpasar. (Tidak dipublikasikan)

Supriyadi, S. 2008. Kandungan bahan organik sebagai dasar pengelolaan tanah di lahan kering madura. Jurnal Embrio, volume 5(2).

Suripin. 2001. Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Penerbit Andi. Yogyakarta.

Susanto, A. dan A. E. Prasetyo. 2009. Hama-hama pada Kelapa Sawit Jenis Kerusakan dan Pengendaliannya. Pusat

Penelitian Kelapa Sawit. Medan.

Sutanto, R. 2005. Dasar dasar Ilmu Tanah Konsep Kenyataan. Kanisius. Yogyakarta.

_____ 2002. Pertanian Organik. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Sutedjo, M. M. dan A. G. Kartasapoetra. 2002. Pengantar Ilmu Tanah. Rineka Cipta. Jakarta.

Syaputra, D. 2014. Pengaruh Kompos dan Dolomit Terhadap Beberapa Sifat Fisika Dan Kimia Ultisol Dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. *Merril*) Pada Lahan Berteras. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala. Aceh. (Tidak dipublikasikan)

Syukur, A dan N. M. Indah. 2006. Kajian pengaruh pemberian macam pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jahe di Inceptisol Karanganyar. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Vol 6 (2) : 124-131.

Thorne, D. W. and M. D. Thorne. 1979. Soil Water and Crop Production. The Avi Publishing Company, Inc. West Port Connect.

Utomo, W. H. 1994. Kekerasan tanah dan serapan fisik tanah syarat mutlak untuk sistem pertanian terlanjutkan. Sains dan Teknologi. Gula Indonesia XIX (1) : 9 – 13 hlm.

Wirman. 1997. Efek Residu Terracottem dan Bahan Organik Tahun Kedua serta Pemberian Mulsa Terhadap Sifat Fisik Tanah, Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine Max* L. Merr) Skripsi Jurusan Tanah Fakultas Pertanian IPB. Bogor. (Tidak dipublikasikan)

Wiskandar. 2002. Pemanfaatan pupuk kandang untuk memperbaiki sifat fisik tanah di lahan kritis yang telah diteras. Konggres NasionalVII.

Zulkarnain, M., B. Prasetya dan Soemarno. 2013. Pengaruh kompos pupuk kandang dan custom-bio terhadap sifat tanah, pertumbuhan dan hasil tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada entisol di kebun Ngrangkah-Pawon Kediri. Indonesian Green Technology Journal. Vol 2 : 1.