

**Pengujian LCC *Mucuna bracteata* di Berbagai Kemiringan Lahan Terhadap
Perkembangan Mesofauna Tanah dan Akar Kelapa Sawit TBM - III**

**Testing LCC *Mucuna bracteata* at Various Land Slope Development Mesofauna Against
Soil and Roots of Palm Oil TBM - III**

Muhammad Khaidir¹, Wawan² dan Idwar²

Program Studi Agroteknologi, Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Riau, Kode Pos 28293, Pekanbaru
Email ; dheir_94@yahoo.com/082288489765

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of LCC *Mucuna bracteata* in various slope on the development of soil mesofauna and growth of oil palm TBM - III. This research has been conducted in PTPN V Unit Lubuk Dalam, Siak and analysis mesofauna soil in Soil Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Riau. The study lasted from January to April 2016. The study was conducted by using split plot design. The level of slope (K) as the main plot, which are: K1 = land slope of 0% - 3%, K2 = land slope >3% - 8%, K3 = land slope >8% - 15%. Testing LCC *Mucuna bracteata* (M) as the subplot, which are: M0 = land planted with oil palm without LCC *Mucuna bracteata*, M1 = land planted with oil palm LCC *Mucuna bracteata*. The parameters measured were the number of family, total individual, population density (K), relative density (KR), diversity index (H') of soil mesofauna, root dry weight, root volume and root occupy. The results showed: (1) land planted with oil palm with LCC *Mucuna bracteata* has a number of families, total individuals and diversity soil mesofauna higher in than those without LCC *Mucuna bracteata* both at the level of land slope 0% - 3% >3% - 8% , and >8% - 15%; (2) The higher the slope (%), the total individual and population density (K) soil mesofauna lower; and (3) root dry weight, root volume and root occupy a tendency to increase the area planted with *Mucuna bracteata* LCC compared to land without LCC *Mucuna bracteata*.

Keywords: *Mucuna bracteata*, land slope and mesofauna

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang mengalami perkembangan pesat di Provinsi Riau. Luas perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau pada tahun 2014 sebesar 2.296.849 ha dengan total produksi tandan buah segar (TBS) sebesar 7.037.636 ton dan terus mengalami peningkatan pada tahun 2015

yang mana luasnya mencapai 2.398.328 ha dengan total produksi tandan buah segar (TBS) sebesar 7.442.557 ton (Data Statistik Dinas Perkebunan dan Pertanian Provinsi Riau, 2015).

Budidaya tanaman perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau pada saat sekarang ini tidak hanya dikembangkan pada lahan yang datar, tetapi juga pada lahan

-
1. Mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau
 2. Staf Pengajar Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

yang bertopografi bergelombang. Kondisi lahan perkebunan tanaman kelapa sawit yang berada di PT. Perkebunan Nusantara V Kecamatan Lubuk Dalam, Siak, memiliki lahan perkebunan yang dominan bertopografi bergelombang dan baru melakukan kegiatan *replanting* yang mana telah melakukan penanaman ulang pada tahun 2013. Lahan yang bergelombang akan mengakibatkan tanah sering longsor. Tanah yang mempunyai kemiringan >15% dengan curah hujan yang tinggi dapat mengakibatkan longsor tanah dan terhanyut lapisan - lapisan tanah yang subur (Kartasapoetra, 1989).

Kemiringan lahan merupakan faktor yang perlu diperhatikan sejak dari penyiapan lahan pertanian, usaha penanamannya, pengambilan produk – produk serta pengawetan lahan. Lahan yang miring memiliki potensi terjadinya kerusakan tanah akibat erosi sehingga menyebabkan turunnya kandungan bahan organik tanah yang diikuti dengan berkurangnya kandungan unsur hara dan ketersediaan air tanah bagi tanaman. Selain itu partikel tanah yang terpecek akibat tumbukan butir hujan semakin banyak (Arsyad, 2000).

Penanaman LCC *Mucuna bracteata* di berbagai tingkat kemiringan lahan dapat dijadikan sebagai solusi alternatif untuk mengurangi terjadinya aliran permukaan dan erosi, memperbaiki sifat-sifat tanah, menyediakan bahan organik dan dapat menjaga kelembaban tanah. Menurut Balai Penelitian Tanah (2005) penanaman LCC *Mucuna bracteata* pada perkebunan kelapa sawit yang belum menghasilkan efektif untuk menjaga kelembaban tanah pada saat musim kemarau, dapat memperbaiki sifat-sifat tanah, dan mampu memproduksi biomassa.

Bahan organik merupakan sumber energi bagi aktivitas biologi tanah yang dihasilkan oleh tanaman LCC MB melalui batang, ranting dan daun mati yang jatuh ke

tanah sehingga dapat menjadi sumber energi dan makanan biota di dalam tanah (Marzuki *et al.*, 2012). Biota tanah merupakan salah satu komponen ekosistem lahan atau tanah yang berperan dalam memperbaiki struktur tanah, porositas, meningkatkan ruang pori dan mendistribusikan bahan organik tanah (Brussaard, 1998). Salah satu biota tanah yang memegang peranan penting tersebut yaitu mesofauna tanah. Mesofauna tanah adalah hewan tanah yang memiliki ukuran tubuh $\pm 0,2 - 2 \text{ mm}$ (Rahmawaty, 2004). Mesofauna tanah merupakan salah satu organisme tanah yang dapat menguraikan bahan organik, mempertahankan dan mengendalikan produktivitas tanah sehingga menjadi lebih baik dengan didukung faktor lingkungan disekitarnya (Thamrin dan Hanafi, 1992).

Mesofauna tanah mampu berperan sebagai subsistem konsumen dan subsistem dekomposisi. Sebagai subsistem dekomposisi, mesofauna sebagai perombak awal bahan makanan, serasah dan bahan organik lainnya, sehingga menjadi fragmen berukuran kecil yang siap untuk didekomposisi oleh mikroba tanah (Arief, 2001). Beberapa kelompok mesofauna diantaranya yaitu Acarina, Collembola, Nematoda, Rotifera, Araneida, larva serangga yang berukuran kecil dan Isopoda. Mesofauna tanah dapat berfungsi sebagai pendekomposer yang mampu mengubah bahan-bahan organik menjadi unsur hara di dalam tanah (Suin, 1997).

Keberadaan mesofauna tanah dalam tanah sangat tergantung pada ketersediaan energi dan sumber makanan untuk melangsungkan hidupnya, dengan ketersediaan energi dan hara bagi mesofauna tanah tersebut, maka perkembangan dan aktivitas mesofauna tanah akan berlangsung baik dan timbal baliknya akan memberikan dampak positif bagi kesuburan tanah (Arief, 2001). Rahmawaty (2000) mengatakan bahwa tanpa adanya keberadaan mesofauna

tanah, proses perombakan materi (dekomposisi) tidak dapat berjalan dengan baik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh LCC *Mucuna bracteata* di berbagai kemiringan lahan terhadap perkembangan mesofauna tanah dan akar kelapa sawit TBM - III.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di PTPN V Unit Lubuk Dalam, Kabupaten Siak, Provinsi Riau dan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Riau. Penelitian ini berlangsung selama 4 bulan mulai dari bulan Januari sampai April 2016.

Bahan - bahan yang digunakan adalah LCC *Mucuna bracteata*, tanaman kelapa sawit TBM - III, alkohol 96%. Sedangkan alat-alat yang digunakan adalah cangkul, pinset, terpal, spidol, karung, sekop, meteran, kaca pembesar, termometer, botol film, petridish, corong *barlese*, bola lampu 100 watt, mikroskop, kamera dan alat-alat yang pendukung lainnya.

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) yang terdiri dari: Tingkat kemiringan lahan (K) sebagai petak utama (*main plot*) terdiri dari 3 taraf yaitu: K1 = kemiringan lahan 0% - 3%; K2 = kemiringan lahan >3% - 8%; K3 = kemiringan lahan >8% - 15%. LCC *Mucuna bracteata* (M) sebagai anak petak (*sub plot*) yang terdiri dari 2 taraf yaitu: M0 = lahan kelapa sawit tanpa LCC *Mucuna bracteata*; M1 = lahan kelapa sawit yang ditanami LCC *Mucuna bracteata*. Masing - masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan.

Kepadatan populasi dan kepadatan relatif dapat dihitung berdasarkan rumus Suin, (1997) sebagai berikut :

Kepadatan Populasi (K):

$$K = \frac{\text{Jumlah Individu Suatu Famili}}{\text{Volume Unit Sampel}}$$

Kepadatan relatif (KR):

$$KR = \frac{\text{Kepadatan Suatu Famili}}{\text{Volume Kepadatan Semua Famili}} \times 100\%$$

Keanekaragaman mesofauna tanah :

$$H' = -\sum \left(\frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right)$$

Keterangan:

H' = indeks keanekaragaman

n_i = jumlah individu dari seluruh famili

N = jumlah total individu dari seluruh famili.

Data - data yang diperoleh dari hasil penelitian dan perhitungan disajikan dalam bentuk tabel dan diolah secara deskriptif. Sedangkan data pengamatan pertumbuhan akar tanaman kelapa sawit diolah menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Famili dan Total Individu Mesofauna Tanah

Hasil pengamatan jumlah famili dan total individu mesofauna tanah di berbagai kemiringan lahan (K1 = 0% - 3%, K2 = >3% - 8% dan K3 = >8% - 15%) yang ditanami LCC *Mucuna bracteata* (MB) dan tanpa LCC *Mucuna bracteata* (TMB) dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 memperlihatkan bahwa lahan yang ditanami LCC MB dan TMB menghasilkan jumlah famili dan total individu mesofauna tanah yang berbeda, baik pada kemiringan 0% - 3%, kemiringan >3% - 8% maupun pada kemiringan >8% - 15%. Total individu mesofauna tanah mengalami penurunan dengan semakin bertambah tingginya tingkat kemiringan lahan baik lahan yang ditanami MB maupun TMB. Sedangkan jumlah famili mesofauna tanah juga mengalami penurunan dengan semakin bertambah tingginya tingkat kemiringan lahan baik lahan yang ditanami

MB maupun TMB, kecuali pada kemiringan lahan 0% - 3%, >3% - 8% yang ditanami MB dan kemiringan lahan >3% - 8%, >8% -

15% TMB yang mana jumlah famili mesofauna tanah berjumlah tetap.

Tabel 1. Total individu dan jumlah famili mesofauna tanah di berbagai kemiringan lahan yang ditanami MB dan TMB

| Famili Mesofauna Tanah | Kemiringan 0% - 3% | | Kemiringan >3% - 8% | | Kemiringan >8% - 15% | |
|------------------------|--------------------|-----------|---------------------|-----------|----------------------|-----------|
| | MB | TMB | MB | TMB | MB | TMB |
| Hypogastruridae | 41 | - | 33 | - | 19 | - |
| Paronellidae | 24 | - | 16 | - | 9 | - |
| Formicidae | 15 | 10 | 20 | 9 | 8 | 7 |
| Lycosidae | 23 | - | 26 | - | 8 | - |
| Scutigerellidae | 11 | 7 | 11 | - | - | - |
| Macrochelidae | 19 | 8 | 12 | 6 | 10 | 5 |
| Onychiuridae | 18 | - | 16 | - | 8 | - |
| Dolichopodidae | 13 | - | 14 | - | - | - |
| Millipede | 16 | - | 21 | - | 11 | - |
| Trachypachidae | 13 | - | 6 | - | 4 | - |
| Enchytraeidae | 7 | - | 7 | - | 3 | - |
| Tetranichidae | 9 | - | 11 | - | 6 | - |
| Scarabaeidae | 12 | - | 3 | - | 7 | - |
| Acerentomidae | 19 | - | 15 | - | 11 | - |
| Jumlah Famili | 14 | 3 | 14 | 2 | 12 | 2 |
| Total Individu | 240 | 25 | 211 | 15 | 104 | 12 |

Sianturi (2009) menyatakan bahwa untuk melangsungkan hidupnya mesofauna tanah sangat tergantung pada ketersediaan energi dan sumber makanan di dalam tanah, seperti bahan organik. Sedangkan total individu mesofauna tanah pada lahan yang TMB mengalami penurunan dengan semakin tingginya kemiringan lahan. Hal ini dapat disebabkan karena kurang tersedianya bahan organik didalam tanah yang disebabkan oleh erosi apabila terjadinya hujan, ditambah lagi dengan faktor suhu tanah yang berbeda. Jumlah famili mesofauna tanah lebih tinggi pada lahan yang ditanami MB dibandingkan dengan lahan yang TMB pada semua tingkat kemiringan lahan. Hal ini disebabkan karena mesofauna tanah membutuhkan waktu untuk merespon lingkungannya sehingga mesofauna tanah akan berpindah ke tempat lain yang masih tersedia sumber makanan. Menurut Sugiyarto (2007) bahwa mesofauna tanah dapat merespon perubahan lingkungan dengan bermigrasi ke tempat lain. Menurut

Borror *et al.*, (1992) bahwa mesofauna tanah sangat bervariasi dalam kebiasaan dan pemilihan makanannya.

Mesofauna tanah seperti famili Hypogastruridae (Collembola) memiliki jumlah individu tertinggi baik pada kemiringan 0% - 3%, kemiringan >3% - 8% dan kemiringan >8% - 15% yang ditanami MB dibandingkan dengan mesofauna tanah lainnya. Tingginya jumlah individu mesofauna tanah famili Hypogastruridae dapat disebabkan karena famili tersebut berperan sebagai pendekomposer di dalam tanah yang menguraikan kembali hewan atau tumbuhan yang telah mati menjadi bahan organik dan unsur hara didalam tanah.

Menurut Tamhane *et al.*, (1970) dalam Rahardjo (2001) bahwa dekomposisi bahan organik menghasilkan asam - asam organik dan apabila ditambahkan ke dalam tanah akan meningkatkan kandungan senyawa organik dalam tanah yang dicirikan dengan tingginya kandungan bahan organik tanah. Selanjutnya bahan organik yang telah

diuraikan yang berasal dari mulsa organik LCC MB tersebut dijadikan sebagai sumber makanan, energi dan tempat hidup untuk mesofauna tanah famili Hypogastruridae yang banyak tersedia didalam tanah, sehingga mampu bertahan hidup dilingkungannya tersebut. Menurut Hanafiah *et al.*, (2003) bahwa populasi fauna tanah sangat erat hubungannya dengan keadaan lingkungan dimana fauna tersebut berada.

Faktor fisika tanah seperti suhu tanah dan kondisi lingkungan merupakan faktor yang berpengaruh terhadap peningkatan jumlah famili dan total individu mesofauna tanah, dimana tiap famili mesofauna tanah memiliki adaptasi dan toleransi yang berbeda pada tiap habitatnya, sehingga mesofauna tanah yang mampu bertahan hidup pada suatu habitat akan menempati dan menetap pada habitat tersebut. Suin (2005) menyatakan bahwa faktor lingkungan abiotik yang berpengaruh terhadap keberadaan fauna tanah, terutama pH tanah, suhu tanah, aerasi, kadar air tersedia. Sifat kimia tanah seperti pH tanah juga menjadi faktor pendukung tingginya jumlah populasi mesofauna tanah. Analisis sifat kimia tanah didapatkan pH tanah tergolong masam dengan rata - rata 5,00.

Hal ini menandakan bahwa mesofauna tanah dapat hidup pada pH tanah masam. Suin (1997) menyatakan bahwa mesofauna tanah dapat hidup pada pH tanah masam. Suin (2005) juga menyatakan bahwa ada serangga tanah yang dapat hidup pada tanah yang pH - nya asam dan basa, yaitu Collembola. Mesofauna akan hidup pada tempat yang memiliki kelembaban tanah yang sedang dan memiliki bahan organik yang tinggi, sehingga mesofauna tanah tersebut menjadikannya sebagai tempat berlangsungnya aktivitas kehidupan dalam melakukan perombakan-perombakan bahan organik di dalam tanah. Mathews (1998) menyatakan bahwa penanaman LCC *Mucuna bracteata* pada perkebunan kelapa sawit setelah 10 bulan mampu menutup

tanah seluas 20 m² dan pada awal tahun kedua mampu menutup seluruh areal dengan ketebalan 39 - 90 cm, dengan demikian MB mampu mengurangi erosi, menstabilkan suhu, meningkatkan cadangan unsur hara terutama fiksasi N bebas di udara, menjaga kelembaban tanah, memperbaiki aerasi dan menambah kandungan bahan organik tanah sehingga jumlah famili dan total individu fauna tanah bertambah.

Kepadatan Populasi (K) dan Kepadatan Relatif (KR) Mesofauna Tanah

Kepadatan populasi dan kepadatan relatif pada berbagai kemiringan lahan yang ditanami LCC *Mucuna bracteata* (MB) dan tanpa LCC *Mucuna bracteata* (TMB) dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 memperlihatkan bahwa lahan yang ditanami MB memiliki jumlah kepadatan populasi dan kepadatan relatif mesofauna tanah yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan TMB diberbagai tingkat kemiringan lahan. Kepadatan populasi mesofauna tanah mengalami penurunan dengan semakin tingginya kemiringan lahan, baik pada lahan yang ditanami LCC MB dan TMB. Penurunan kepadatan populasi mesofauna tanah dapat disebabkan oleh ketersediaan kandungan bahan organik LCC MB didalam tanah dan faktor lingkungan seperti suhu tanah, kelembaban tanah, curah hujan yang berbeda - beda dan faktor alam yaitu kemiringan lahan yang dapat menjadi faktor pembatas penting bagi kepadatan populasi mesofauna tanah.

Suin (1997) menyatakan bahwa suhu tanah merupakan salah satu faktor lingkungan tanah yang sangat menentukan kehadiran dan kepadatan organisme tanah, dengan demikian suhu tanah akan menentukan tingkat dekomposisi material organik tanah. Suhu tanah lapisan atas mengalami fluktuasi dalam satu hari satu malam dan tergantung musim. Fluktuasi itu juga tergantung pada keadaan cuaca, topografi daerah dan keadaan tanah. Suhu

tanah dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, semakin rendah intensitas cahaya maka suhu tanah semakin rendah (Sulandjari *et al.*, 2005). Sifat fisika juga menjadi faktor pendukung tingginya kepadatan populasi mesofauna tanah. Hasil analisis fisika tanah memperlihatkan kadar air lapang yang tertinggi terdapat pada lahan yang ditanami

Tabel 2. Kepadatan populasi (K) dan kepadatan relatif (KR) mesofauna tanah di berbagai kemiringan lahan yang ditanami MB dan TMB.

| Famili Mesofauna Tanah | Lahan yang ditanami <i>Mucuna bracteata</i> | | | | | | Lahan yang tanpa <i>Mucuna bracteata</i> | | | | | |
|------------------------|---|------------|--------------|------------|--------------|------------|--|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| | Kemiringan | | Kemiringan | | Kemiringan | | Kemiringan | | Kemiringan | | Kemiringan | |
| | 0% - 3% | | >3% - 8% | | >8% - 15% | | 0% - 3% | | >3% - 8% | | >8% - 15% | |
| | K | KR | K | KR | K | KR | K | KR | K | KR | K | KR |
| Hypogastruridae | 60.74 | 17.08 | 48.89 | 15.64 | 28.15 | 18.27 | - | - | - | - | - | - |
| Paronellidae | 35.56 | 10.00 | 23.70 | 7.58 | 13.33 | 8.65 | - | - | - | - | - | - |
| Formicidae | 22.22 | 6.25 | 29.63 | 9.48 | 11.85 | 7.69 | 10.37 | 28.01 | 13.33 | 60.00 | 10.37 | 58.34 |
| Lycosidae | 34.07 | 9.58 | 38.52 | 12.32 | 11.85 | 7.69 | - | - | - | - | - | - |
| Scutigerellidae | 16.30 | 4.58 | 16.30 | 5.21 | - | - | 14.81 | 40.00 | - | - | - | - |
| Macrochelidae | 28.15 | 7.92 | 17.78 | 5.69 | 14.81 | 9.62 | 11.85 | 32.00 | 8.89 | 40.00 | 7.41 | 41.66 |
| Onychiuridae | 26.67 | 7.50 | 23.70 | 7.58 | 11.85 | 7.69 | - | - | - | - | - | - |
| Dolichopodidae | 19.26 | 5.42 | 20.74 | 6.64 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Millipede | 23.70 | 6.67 | 31.11 | 9.95 | 16.30 | 10.58 | - | - | - | - | - | - |
| Trachypachidae | 19.26 | 5.42 | 8.89 | 2.84 | 5.93 | 3.85 | - | - | - | - | - | - |
| Enchytraeidae | 10.37 | 2.92 | 10.37 | 3.32 | 4.44 | 2.88 | - | - | - | - | - | - |
| Tetranichidae | 13.33 | 3.75 | 16.30 | 5.21 | 8.89 | 5.77 | - | - | - | - | - | - |
| Scarabaeidae | 17.78 | 5.00 | 4.44 | 1.42 | 10.37 | 6.73 | - | - | - | - | - | - |
| Acerentomidae | 28.15 | 7.92 | 22.22 | 7.11 | 16.30 | 10.58 | - | - | - | - | - | - |
| Rata - rata | 355.5 | 100 | 312.5 | 100 | 154.1 | 100 | 37.04 | 100 | 22.22 | 100 | 17.78 | 100 |

Keterangan : K (Kepadatan Populasi (Individu/ m³))

KR (Kepadatan Relatif (%))

Menurut Notohadiprawiro (1998) mesofauna tanah menyukai keadaan lembab dan agak masam sampai netral. Sedangkan hasil analisis tanah *bulk density* terendah didapatkan pada lahan yang ditanami MB. Rendahnya *bulk density* dikarenakan kadar air tinggi. Hanafiah (2005) menyatakan bahwa jika kadar air tinggi maka *bulk density* dan *partikel density* akan rendah dikarenakan tanah menjadi remah dan pori-pori di dalam tanah menjadi besar. Hardjowigeno (1993) menyatakan bahwa *bulk density* berbanding lurus dengan *partikel density*, namun berbanding terbalik dengan porositas, jika *bulk density* rendah maka *partikel density* juga rendah, namun porositasnya tinggi. Hanafiah (2005) menyatakan porositas atau ruang pori sangat menentukan dalam permeabilitas tanah, semakin besar pori dalam tanah tersebut maka semakin cepat pula permeabilitas

MB. Tingginya kadar air lapang menyebabkan kondisi tanah menjadi lembab. Handayanto dan Hairiah (2009) menyatakan keberadaan mesofauna tanah di dalam tanah dipengaruhi oleh kelembaban tanah, tekstur tanah dan aerasi tanah.

tanah tersebut. Firmansyah (2003) menyatakan bahwa bahan organik dapat memperbaiki sifat fisika tanah berupa peningkatan total ruang pori, perbaikan aerasi tanah, permeabilitas tanah.

Penanaman tanaman LCC MB diberbagai tingkat kemiringan lahan mampu mengurangi erosi, menstabilkan suhu, meningkatkan cadangan unsur hara terutama fiksasi N bebas di udara, menjaga kelembaban tanah, memperbaiki aerasi dan menambah kandungan bahan organik tanah sehingga kepadatan populasi mesofauna tanah bertambah. Suin (1997) menyatakan bahwa bahan organik merupakan sumber energi utama bagi kehidupan biota tanah, khususnya mesofauna tanah. Kandungan bahan organik juga sangat berpengaruh terhadap kehadiran mesofauna tanah, karna bahan organik akan menjadi sumber

makanan bagi mesofauna tanah tersebut untuk dapat melanjutkan siklus hidupnya.

Suin (2005) menyatakan bahwa kandungan bahan organik sangat menentukan kepadatan populasi organisme tanah baik yang telah terdekomposisi maupun yang sedang terdekomposisi. Borror *et al.*, (1992) menjelaskan bahwa ketersediaan makanan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam menentukan banyaknya mesofauna tanah pada suatu habitat.

Mesofauna tanah yang memiliki kepadatan populasi dan kepadatan relatif tertinggi adalah famili Hypogastruridae (Collembola), baik pada kemiringan 0% - 3%, kemiringan >3% - 8% maupun pada kemiringan >8% - 15% yang ditanami MB dibandingkan dengan mesofauna tanah lainnya. Tingginya kepadatan populasi mesofauna tanah Hypogastruridae tersebut disebabkan karena peranannya sebagai pendekomposer didalam tanah. Mesofauna tanah merupakan biota tanah yang mempunyai peranan penting dalam proses dekomposisi bahan organik dan membentuk struktur mikro pada tanah (Rusek, 1998). Selanjutnya sumber makanan berupa bahan organik yang diuraikan yang berasal dari mulsa organik LCC MB yang dihasilkan tersedia, sehingga mampu bertahan hidup dilingkungannya. Arief (2001) menyatakan bahwa keberadaan mesofauna tanah dalam tanah tergantung pada ketersediaan energi dan sumber makanan untuk melangsungkan hidupnya.

Faktor lain yang menyebabkan tingginya kepadatan populasi dan kepadatan relatif famili mesofauna tersebut dibandingkan dengan mesofauna tanah lainnya diduga karena kemampuan bersaing dengan mesofauna tanah lainnya dalam menempati habitat. Keknusa (1993) menyatakan bahwa tinggi atau rendahnya nilai kepadatan dan kehadiran biota tanah disebabkan oleh kemampuan bersaing antar

mesofauna tanah dalam menempati habitat tertentu.

Kemiringan lahan juga merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap sifat - sifat tanah, seperti sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Semakin curam suatu lereng maka tingkat erosi semakin kuat. Tanah yang mempunyai kemiringan >15% dengan curah hujan yang tinggi dapat mengakibatkan longsor (Kartasapoetra dan Sutedjo 1991). Lahan yang miring memiliki potensi terjadinya kerusakan tanah akibat erosi, seperti turunnya kandungan bahan organik tanah yang diikuti dengan berkurangnya kandungan unsur hara dan ketersediaan air tanah bagi tanaman. Bahan organik memiliki peran dan fungsi yang sangat penting pada perbaikan sifat-sifat tanah, seperti sifat fisika, kimia dan biologi tanah. Bahan organik merupakan sumber energi bagi aktivitas mikroba tanah dan dapat memperbaiki berat volume tanah, struktur tanah, aerasi serta daya ikat air (Marzuki *et. al.* 2012).

Keanekaragaman Mesofauna Tanah

Indeks keanekaragaman mesofauna tanah di berbagai tingkat kemiringan lahan yang ditanami LCC *Mucuna bracteata* (MB) dan tanpa LCC *Mucuna bracteata* (TMB) dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan indeks keanekaragaman (H') mesofauna tanah pada lahan yang ditanami MB di berbagai tingkat kemiringan lahan termasuk pada kategori sedang, yang mana memiliki nilai $1,5 < H' < 3,5$ yaitu $H' = 2,61$ pada kemiringan lahan 0 - 3%, 2,56 pada kemiringan lahan >3 - 8% dan 2,47 pada kemiringan lahan >8 - 15%. Pada lahan TMB memiliki indeks keanekaragaman (H') mesofauna tanah berada pada kategori rendah, yang mana memiliki nilai $H' < 1,5$ yaitu $H' = 1,36$ pada kemiringan lahan 0-3%, 1,08 pada kemiringan lahan >3 - 8% dan 1,07 pada kemiringan lahan >8 - 15%.

Tabel 3. Indeks keanekaragaman (H') mesofauna tanah di berbagai tingkat kemiringan lahan yang ditanami MB dan TMB.

| Indeks Keanekaragaman (H') Mesofauna Tanah | | |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|
| Kemiringan Lahan | Ditanami <i>Mucuna bracteata</i> | Tanpa <i>Mucuna bracteata</i> |
| 0% - 3% | 2.54 | 1.09 |
| >3% - 8% | 2.51 | 0.68 |
| >8% - 15% | 2.39 | 0.67 |

Keterangan : Nilai $H' < 1,5$ menunjukkan keanekaragaman yang rendah, $1,5 < H' < 3,5$ menunjukkan keanekaragaman sedang, dan $H' > 3,5$ menunjukkan keanekaragaman yang tinggi (Magurran 1988 dalam Angreini 2002)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat kemiringan lahan maka indeks keanekaragaman (H') semakin menurun, baik pada lahan yang ditanami MB maupun lahan yang TMB diberbagai tingkat kemiringan lahan. Hal ini disebabkan oleh kurangnya ketersediaan bahan organik di dalam tanah yang mana menjadi sumber makanan dan perlindungan bagi mesofauna tanah, sehingga hasil mesofauna tanah yang teridentifikasi mengalami penurunan. Selanjutnya disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi seperti suhu tanah, kelembaban dan pH tanah. Keanekaragaman mesofauna tanah sangat tergantung pada kondisi lingkungannya.

Partaya (2002) menyatakan bahwa kelembaban tanah dapat mempengaruhi keanekaragaman fauna tanah, semakin tinggi kelembaban tanah maka keanekaragaman fauna tanah akan semakin tinggi pula. Makalew (2001), menjelaskan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi aktivitas organisme tanah yaitu, iklim (curah hujan, suhu), tanah (kemasaman, kelembaban, suhu tanah, hara), dan vegetasi (hutan, padang rumput) serta cahaya matahari.

Keanekaragaman mesofauna tanah akan meningkat apabila bahan organik tanah juga meningkat. Sugiyarto (2000) menyatakan bahwa meningkatnya keanekaragaman mesofauna di dalam tanah dikarenakan juga meningkatnya kandungan

bahan organik tanah sebagai sumber makanannya. Suin (2005) menjelaskan bahwa kehidupan fauna tanah sangat bergantung pada habitatnya, karena keberadaan dan keanekaragaman fauna tanah disuatu tempat ditentukan oleh keadaan tempat itu sendiri. Kemiringan lahan juga merupakan faktor yang mempengaruhi keanekaragaman mesofauna tanah. Menurut Suhardjono (2000) keanekaragaman fauna tanah pada musim atau tipe permukaan tanah yang berbeda memiliki perbedaan atau hasil yang berbeda.

Berat kering akar

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa berat kering akar tidak dipengaruhi oleh tingkat kemiringan, penanaman LCC MB maupun interaksi antara tingkat kemiringan dengan penanaman LCC MB. Rata - rata berat kering akar disajikan pada Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan bahwa lahan kelapa sawit yang ditanami MB menghasilkan rata - rata berat kering akar yaitu 1,31 yang berbeda tidak nyata dengan lahan TMB yang memiliki rata - rata berat kering akar yaitu 0,82. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh faktor waktu penelitian yang singkat. Walaupun demikian, terdapat kecenderungan peningkatan berat kering akar pada lahan yang ditanami MB yang disebabkan oleh perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

Tabel 4. Rata - rata berat kering akar tanaman kelapa sawit (g) dengan tingkat kemiringan dan penanaman LCC MB.

| Tingkat kemiringan (%) | Pengujian LCC MB | | Rata - rata |
|---------------------------|------------------|----------|-------------|
| | Ditanami MB | Tanpa MB | |
| 0% - 3% | 1.98 | 1.59 | 1.78 |
| >3% - 8% | 1.20 | 0.66 | 0.93 |
| >8% - 15% | 0.75 | 0.21 | 0.48 |
| Rata - rata | 1.31 | 0.82 | |

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

Hasil penelitian Sembiring (2015) mendapatkan bahwa peningkatan dosis mulsa organik *Mucuna bracteata* menghasilkan peningkatan volume akar, berat kering akar dan *root occupy* secara linier yang disebabkan oleh perbaikan sifat - sifat tanah. Perbaikan sifat fisik tanah ditunjukkan dengan peningkatan total ruang pori dan infiltrasi. Perbaikan sifat kimia tanah berupa peningkatan nilai C-organik tanah. Perbaikan sifat biologi tanah ditunjukkan dari meningkatnya total individu, kepadatan populasi dan keanekaragaman mesofauna tanah. Perbaikan dari sifat tanah tersebut menghasilkan ketersediaan air, udara dan unsur hara yang tercukupi sehingga membuat akar - akar tanaman kelapa sawit baik itu berat akar, bobot kering akar dan volume akar menjadi meningkat.

Nio *et. al.*, (2010) mengatakan bahwa jumlah air yang diserap oleh akar tergantung pada kandungan air tanah, kemampuan partikel tanah untuk menahan air serta kemampuan akar untuk menyerap air. Dengan adanya bahan organik yang

dihasilkan oleh LCC MB dapat meningkatkan total individu, kepadatan populasi dan keanekaragaman biologi tanah yaitu mesofauna tanah. Aktivitas dari esofauna tanah tersebut dapat meningkatkan porositas, aerasi, total ruang pori dan infiltrasi air, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan akar tanaman kelapa sawit.

Hardjowigeno (1993) menjelaskan pengaruh bahan organik terhadap tanah dan pertumbuhan tanaman adalah sebagai berikut: i. Granulator yaitu memperbaiki struktur tanah, ii. Sumber unsur hara bagi tanaman, iii. Menambah kemampuan tanah untuk menahan unsur hara (kapasitas tukar kation menjadi tinggi), iv. Sumber energi bagi mikroorganisme, dan v. Menambah kemampuan tanah untuk menahan air.

Root occupy

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa *root occupy* tidak dipengaruhi oleh tingkat kemiringan, penanaman LCC MB maupun interaksi antara tingkat kemiringan dengan penanaman LCC MB. Rata - rata *root occupy* disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata - rata *root occupied* (%) dengan tingkat kemiringan dan penanaman LCC MB.

| Tingkat kemiringan (%) | Pengujian LCC MB | | Rata - rata |
|---------------------------|------------------|----------|-------------|
| | Ditanami MB | Tanpa MB | |
| 0% - 3% | 0.55 | 0.50 | 0.52 |
| >3% - 8% | 0.42 | 0.40 | 0.41 |
| >8% - 15% | 0.32 | 0.17 | 0.25 |
| Rata - rata | 0.43 | 0.36 | |

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

Tabel 5 menunjukkan bahwa lahan kelapa sawit yang ditanami MB menghasilkan rata - rata *root occcupy* yaitu 0,43 yang berbeda tidak nyata dengan lahan

TMB yang memiliki rata - rata *root occupy* yaitu 0,36. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh faktor waktu penelitian yang singkat. Walaupun demikian, terdapat kecenderungan peningkatan *root occupy* pada lahan yang ditanami MB karena adanya hubungan yang positif antara sifat fisik, kimia seperti permeabilitas, total ruang pori, pori drainase, bahan organik, pH tanah sedangkan sifat biologi tanah seperti mesofauna tanah dengan meningkatnya total individu, kepadatan populasi dan keanekaragaman mesofauna dengan pertumbuhan tanaman. Semakin baik sifat fisik, kimia dan biologi tanah, maka semakin baik pula pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Akar akan mudah menembus tanah yang dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan akan semakin cepat dan akan memberikan hasil yang tinggi (Martoyo, 1992).

LCC *Mucuna bracteata* mengalami dekomposisi menjadi bahan organik sehingga menyebabkan biota tanah di dalam tanah akan berkembang dengan baik. Bahan organik merupakan salah satu sumber makanan dari biota tanah seperti mesofauna tanah. Interaksi bahan organik dengan biota

Tabel 6. Rata - rata volume akar (cm³) dengan tingkat kemiringan dan penanaman LCC MB.

| Tingkat kemiringan (%) | Pengujian LCC MB | | Rata - rata |
|------------------------|------------------|-------------|-------------|
| | Ditanami MB | Tanpa MB | |
| 0% - 3% | 7.33 | 6.66 | 7.00 |
| 3% - 8% | 5.66 | 5.33 | 5.50 |
| 8% - 15% | 4.33 | 2.33 | 3.33 |
| Rata - rata | 5.77 | 4.77 | |

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

Tabel 6 menunjukkan bahwa lahan kelapa sawit yang ditanami MB menghasilkan rata - rata volume akar yaitu 5,77 yang berbeda tidak nyata dengan lahan tanpa MB yang memiliki rata - rata volume akar yaitu 4,77. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh faktor waktu penelitian yang singkat. Walaupun demikian, terdapat kecenderungan peningkatan volume akar pada lahan yang ditanami MB karena

tanah dan partikel tanah akan menciptakan struktur tanah yang menjadi sarang dan memperbesar pori tanah sehingga akar dapat berkembang. Hal ini didukung oleh pernyataan Hanafiah (2005) yang menyatakan bahwa tanah dengan struktur yang baik akan mempunyai kondisi drainase dan aerasi yang baik pula, sehingga lebih memudahkan sistem perakaran tanaman untuk berpenetrasi dan menyerap (absorpsi) hara dan air, sehingga pertumbuhan dan produksi. Hanafiah (2005) juga menyatakan bahwa peranan dari biota tanah didalam tanah yaitu ; (1) berperan dalam pencernaan tanah, (2) penggalian tanah dan transportasi tanah bawah ke atas atau sebaliknya, (3) membantu pembentukan agregat tanah, perbaikan aerasi dan drainase, dan memperbaiki daya tahan tanah memegang air.

Volume akar

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa volume akar tidak dipengaruhi oleh tingkat kemiringan, penanaman LCC MB maupun interaksi antara tingkat kemiringan dengan penanaman LCC MB. Rata - rata volume akar disajikan pada Tabel 6.

adanya penambahan bahan organik ke dalam tanah yang akan menyuplai hara dan membantu pertumbuhan tanaman termasuk akar tanaman.

Bahan organik memiliki peran dan fungsi yang sangat penting di dalam perbaikan sifat-sifat tanah. Penambahan bahan organik ke dalam tanah akan menyuplai hara dan membantu pertumbuhan tanaman termasuk akar tanaman. Pemberian

bahan organik dapat meningkatkan aktifitas mikroorganisme tanah akibatnya kesuburan tanah lebih baik untuk mendukung perkembangan akar serta memperluas jangkauan akar dalam penyerapan air dan unsur hara. Menurut Sembiring (2015) peningkatan total ruang pori tentu saja disertai peningkatan aerasi sehingga ketersediaan oksigen meningkat akan berakibat pada peningkatan respirasi akar.

Bahan organik yang dihasilkan oleh tanaman LCC MB dari batang, ranting dan daun yang telah mati yang jatuh ketanah membuat tanah menjadi subur, sehingga membuat aktivitas biota tanah berkembang didalam tanah seperti mesofauna tanah. Aktivitas dan peranan mesofauna tanah ini akan membuat pertumbuhan akar menjadi meningkat. Suhardjono (2000) menyebutkan pada sebagian besar populasi mesofauna tanah (Collembola) tertentu, merupakan pemakan mikoriza akar yang dapat merangsang pertumbuhan simbiosis dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Di samping itu, Collembola juga dapat berfungsi menurunkan kemungkinan timbulnya penyakit yang disebabkan oleh jamur sehingga membuat pertumbuhan akar menjadi meningkat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Lahan kelapa sawit yang ditanami LCC *Mucuna bracteata* memiliki jumlah famili, total individu dan keanekaragaman mesofauna tanah yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tanpa LCC *Mucuna bracteata* baik pada tingkat kemiringan lahan 0 - 3%, >3 - 18%, maupun >8 - 15%.
2. Tingkat kemiringan lahan yang berbeda (%) memiliki total individu, kepadatan

populasi (K) dan keanekaragaman mesofauna yang berbeda. Semakin tinggi tingkat kemiringan lahan (%) maka total individu, kepadatan populasi (K) dan keanekaragaman mesofauna tanah semakin rendah.

3. Pertumbuhan akar kelapa sawit pada lahan yang ditanami LCC *Mucuna bracteata* dengan lahan yang tanpa LCC *Mucuna bracteata* tidak terdapat perbedaan, baik pada tingkat kemiringan lahan 0% - 3%, >3% - 18%, maupun >8% - 15%.

Saran

Untuk meningkatkan total individu, kepadatan populasi, keanekaragaman mesofauna tanah dan pertumbuhan akar kelapa sawit di berbagai tingkat kemiringan lahan dapat dilakukan dengan penanaman LCC *Mucuna bracteata*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, A. 2001. **Hutan dan Kehutanan**. Kanisius. Jakarta.
- Arsyad, S. 2000. **Konservasi Tanah dan Air**. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- Badan Pusat Statistik, 2013. **Riau Dalam Angka**. Pekanbaru.
- Balai Penelitian Tanah. 2005. **Pupuk organik tingkatkan produksi pertanian**. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian (27) 6:13-15.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2008. **Teknologi Budidaya Kelapa Sawit**. Jakarta (ID): Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Borrer, D. J., C. A. Triplehorn dan N.F. Johnson. 1992. **Pengenalan Pelajaran Serangga**. Penerjemah: Partosoedjono, S dan M.D.

- Brotowidjojo. Yogyakarta: Gajah Mada. University Press.
- Brussaard, L. 1998. **Soil fauna, guilds, functional groups, and ecosystem processes.** *Applied Soil Ecology* 9: 123-136.
- Firmansyah, M. A. 2003. **Resiliensi tanah terdegradasi.** Makalah Pengantar Falsafah Sain. IPB.
- Hanafiah K. A., A. Napoleon dan N. Ghofar. 2003. **Biologi, Ekologi dan Makrobiologi Tanah.** Raja Grafindo Husada. Jakarta.
- Hanafiah, K. A. 2005. **Dasar -Dasar Ilmu Tanah.** Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 1993. **Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis.** Akademika Pressindo, Jakarta
- Handayanto. E, dan Hairiah. K, 2009. **Biologi Tanah Landasan Pengelolaan Tanah Sehat.** Pustaka Adipura. Karangjaen, Yogyakarta.
- Kartasapoetra, A. G., 1989. **Kerusakan Tanah Pertanian dan Usaha untuk Merehabilitasinya.** Bina Aksara Jakarta.
- Kartasapoetra, A. G dan M. M. Sutedjo. 1991. **Teknologi Konservasi Tanah dan Air.** PT. Bhineka Cipta. Jakarta.
- Keknusa, J. S. 1993. **Pola penyebaran, keanekaragaman dan asosiasi antar spesies teripang di perairan pantai barat pulau nain, Sulawesi Utara.** J. Fakultas Perikanan Universitas Samratulangi. Volume 11(4):11-17.
- Marzuki, Sufardi dan Manfarizah. 2012. **Sifat fisik dan hasil kedelai (*Glycine max* L.) pada tanah terkomplikasi akibat cacing tanah dan bahan organik.** Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan, volume 1 (1).
- Mathews, C. 1998. **The Introduction and Establishment of a New Leguminous Cover Crop, *Mucuna bracteata* Under Oil Palm in Malaysia.** The palnter, Kuala Lumpur: 359-368.
- Martoyo, K. 1992. **Kajian sifat fisik tanah podsolik untuk tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Sumatera Utara.** Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (Tidak dipublikasikan).
- Makalew, A. D. N. 2001. **Keanekaragaman Biota Tanah Pada Agroekosistem Tanpa Olah Tanah (TOT).** Makalah Falsafah Sains program pascasarja/S3. Bogor:IPB. [Http://www.hayatiipb.com/users/rud_yct/indiv2001/afra-dnm.htm](http://www.hayatiipb.com/users/rud_yct/indiv2001/afra-dnm.htm). Diakses pada tanggal 20 Juni 2016.
- Nio SA, Tondais SM, Butarbutar R. 2010. **Evaluasi Indikator Toleransi Cekaman Kekeringan Pemanfaatan Lahan Gambut untuk Pertanian di Kalimantan.** Balai Penelitian Lahan Rawa. Kalimantan.
- Notohadiprawiro, T. 1998. **Tanah dan Lingkungan.** Jakarta : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Partaya. 2002. **Komunitas fauna tanah dan analisis bahan organik di TPA Kota Semarang.** Seminar Nasional: Pengembangan Biologi Menjawab Tantangan Kemajuan IPTEK. Universitas Negeri Semarang.
- Rahmawaty. 2000. **Keanekaragaman serangga tanah dan perannya pada komunitas *Rhizopora spp.* dan komunitas *Ceriops tagal* di taman nasional rawa aopa watumohai, Sulawesi Tenggara.** Tesis program pasca sarjana IPB. Bogor.

- Rahmawaty, 2004. **Studi Keanekaragaman Mesofauna Tanah di Kawasan Hutan Wisata Alam Sibolangit**. 1 - 17.
- Rahardjo. 2001. **Peranan beberapa macam sumber dan dosis bahan organik terhadap ketersediaan air bagi tanaman**. Pusat Penelitian The dan Kina. Gambung.
- Rusek, J. 1998. **Biodiversity of Collembola and their functional role in the ecosystem**. J. Biodiversity and Conservation. Volume 7(1):1207-1219.
- Sembiring, I. S. BR. 2015. **Sifat kimia tanah dystrodepts dan pertumbuhan akar tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) yang diaplikasi mulsa organik *Mucuna bracteata***. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak dipublikasikan).
- Sugiyarto. 2000. **Keanekaragaman makrofauna tanah pada berbagai umur tegakan sengon di RPH Jatirejo, Kab. Kediri**. *Biodiversitas* 1 (2): 47-53.
- Sugiyarto. 2007. **Konservasi fauna tanah dalam agroforestry**. J. Bioteknologi dan Biodiversitas. volume 11 (3): 32-45.
- Suin N. M. 1997. **Ekologi Hewan Tanah**. Bumi Aksara. Jakarta.
- Suin N. M. 2005. **Ekologi Hewan Tanah**. Bumi Aksara dan Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati ITB.
- Suhardjono, Y. R. 2000. **Collembola Tanah: Peran dan Pengelolaannya. Lokakarya Sehari Peran Taksonomi dalam Pemanfaatan dan Pelestarian Keanekaragaman Hayati di Indonesia**. Depok.
- Sulandjari, S. Wisnubroto, S dan Indradewa. D. 2005. **Hubungan iklim mikro dengan pertumbuhan dan hasil pule pundak (*Rauvolfia serpentine Benth*)**. Jurnal Agrosains 7 (2) : 71-76.
- Thamrin, M. dan Hanafi, H. 1992. **Peranan mulsa sisa tanaman terhadap konservasi lengas tanah pada sistem budidaya tanaman semusim di lahan kering**. Prosiding Seminar Hasil Penelitian P3HTA. Bogor.