

PENGARUH BIOCHAR DAN PUPUK HIJAU *Calopogonium mucunoides* TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL KEDELAI (*Glycine max* L. Merrill) SERTA MAKROFAUNA TANAH DI GAWANGAN TANAMAN KELAPA SAWIT

(The Effect of Biochar and *Calopogonium mucunoides* Green Fertilizer on Growth and Yield of Soybean Plant (*Glycine Max* L. Merrill) and Soil Macrofaunas at Inter-Row of Oil Palm Plant)

WINDY NATASHA PUTRI¹, NELVIA¹, IDWAR¹

¹ Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau
Kampus Bina Widya KM 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293
Email: wndntshpr@gmail.com

ABSTRACT

Oil palm plantations in Riau are very extensive and developed on marginal land. The utilization of oil palm plant for soybean cultivation is an alternative to increasing soybean production in Riau, because soybeans are classified as plants that tolerant to shade. The research aimed to study the interaction of biochar and *Calopogonium mucunoides* green fertilizer on growth and yield of soybeans and diversity of soil macrofauna in inter-rows of oil palm plant. The research was conducted in Pekanbaru, carried out in 7-year-old oil palm plant and soil science laboratory of the Faculty of Agriculture, University of Riau from April-August 2018. The research was done experimentally in a 3x3 factorial form using a completely randomized design (CRD). The first factor is biochar from coconut shell consists of 3 levels (0, 2,5 and 5 ton.ha⁻¹). The second factor is *Calopogonium mucunoides* green fertilizer consists of 3 levels (0, 2,5 and 5 ton.ha⁻¹). The parameters observed were plant height, pods per plant, percentage of pithy pods, seeds per plant, seed weight per plot, weight of 100 seeds, population density and relative density of soil macrofauna, and diversity index of soil macrofauna. The results showed 2,5 ton.ha⁻¹ biochar followed by 2,5 ton.ha⁻¹ *Calopogonium mucunoides* green fertilizer increased the number of pods per plant compared to controls. The total individuals and population of soil macrofauna increased at 5 ton.ha⁻¹ biochar followed by 5 ton.ha⁻¹ *Calopogonium mucunoides* green fertilizer with the family that was often found, namely Scarabaeidae. The diversity index of soil macrofauna is low.

Keywords: soybean, biochar, *Calopogonium mucunoides* green fertilizer, soil macrofaunas

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) adalah tanaman palawija yang mempunyai peranan penting sebagai sumber protein nabati utama. Kedelai mengandung protein 35%, lemak 18% dan bahan gizi penting lain, seperti vitamin dan mineral (Cahyadi, 2007). Menurut Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2016), produksi kedelai di Riau dari tahun 2016 ke 2017 mengalami penurunan yaitu 2.654 ton menjadi 1.119 ton, dengan luas panen 2.207 ha menjadi 966 ha dan produktivitas 1,2 ton.ha⁻¹ menjadi 1,15 ton.ha⁻¹. Permintaan terhadap kedelai terus meningkat sejalan dengan pertambahan jumlah penduduk. Sementara itu produksi kedelai yang menurun belum mampu memenuhi kebutuhan kedelai di Riau.

Budidaya kedelai sebagai tanaman sela di bawah tegakan tanaman perkebunan khususnya kelapa sawit merupakan strategi untuk meningkatkan produksi kedelai nasional. Me-

nurut Asadi *et al.* (1997), perkebunan kelapa sawit TBM 2-3 tahun memberikan naungan 33-50%, sedangkan Sukaesih (2002) menambahkan pada perkebunan karet umur 1, 2 dan 4 tahun memberikan naungan berturut-turut 26%, 67% dan 72%. Semakin tinggi umur tanaman kelapa sawit, maka semakin tinggi tingkat naungan yang diberikan tanaman, bahkan tanaman kelapa sawit umur tahun diperkirakan memiliki tingkat naungan ±70%.

Tingkat naungan 70% akan memberikan sinar matahari sebesar 30%. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa cahaya mempunyai peranan yang sangat penting di dalam proses fisiologi tanaman, seperti fotosintesis, respirasi, pertumbuhan dan perkembangan, penutupan dan pembukaan stomata, serta berbagai pergerakan tanaman dan perkecambah. Naungan dapat mengurangi enzim fotosintetik yang berfungsi sebagai katalisator dalam fiksasi CO₂ dan menurunkan titik kompensasi cahaya (Cruz, 1997).

Biochar dan pupuk hijau dapat digunakan untuk memperbaiki tingkat kemasaman tanah pada lahan kelapa sawit. Hasil penelitian Nuri-da *et al.* (2012) pada Typic Kanhapludult Lam-pung menunjukkan aplikasi biochar dengan ta-rakan 2,5, 5 dan 7,5 ton.ha⁻¹ meningkatkan berat pipilan biji kering jagung masing-masing se-besar 281,08%, 400% dan 524,32% dibanding tanpa biochar. Penambahan biochar menam-bah ke-ersediaan hara dan resistensi hara (Atkinson dan Fitzgerald, 2010).

Jenis tanaman dari famili *Leguminosa* yang banyak digunakan sebagai pupuk hijau yaitu *Calopogonium mucunoides* yang banyak ditanam di perkebunan kelapa sawit di Riau (Rachman *et al.*, 2016). Hasil penelitian Farni *et al.* (2011), pemberian *Calopogonium mucunoides* dan *Pueraria javanica* 5 dan 10 ton.ha⁻¹ mampu meningkatkan hasil kedelai dan hasil tinggi dicapai pada pemberian *Calopogonium mucunoides* 10 toh.ha⁻¹ yaitu 258,12 kg.ha⁻¹. Pupuk hijau tanaman legum relatif mudah terdekondosisi sehingga penyediaan haranya menjadi lebih cepat, bisa langsung diaplikasi-kan tanpa harus mengalami proses pengompo-san lebih dulu.

Pupuk hijau merupakan sumber energi utama bagi kehidupan biota tanah, khususnya makrofauna tanah (Hakim *et al.*, 1986). Makro-fauna tanah berperan menjaga kesuburan ta-nah melalui perombakan bahan organik, distri-busi hara, peningkatan aerasi tanah dan seba-gainya, tetapi pada sisi lain juga dapat berpe-ran sebagai hama berbagai jenis tanaman bu-didaya (Suin, 1997). Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari interaksi biochar dan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* terhadap per-tumbuhan dan hasil kedelai serta keragaman makrofauna tanah pada gawangan kelapa sawit.

METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di kota Madya Pekanbaru, pada kebun kelapa sawit dengan umur tanaman 7 tahun dan Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Riau,

Kampus Bina Widya Tampan, Pekanbaru. Penelitian dilakukan dari bulan April-Agustus 2018.

Bahan yang digunakan adalah biochar tempurung kelapa yang telah diaktivasi dengan NaOH (1%), alkohol 70%, pupuk hijau dari tanaman leguminosa (*Calopogonium mucunoi-des*), pupuk NPK Mutiara sebagai pupuk da-sar, benih kedelai varietas Dega 1 dan legin. Alat yang digunakan adalah bor belgi, mesin cacah, timbangan digital, pinset, cawan petri, mikroskop dan alat tulis.

Penelitian dilaksanakan secara eksperimen dalam bentuk faktorial 3x3 menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Faktor perta-ma biochar tempurung kelapa terdiri dari 3 taraf (0, 2,5 dan 5,0 ton.ha⁻¹). Faktor kedua do-sis pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* ter-diri dari 3 taraf (0, 2,5 dan 5,0 ton.ha⁻¹). Se-tiap kombinasi perlakuan diulangan sebanyak 3 kali, sehingga didapatkan 27 unit percobaan.

Parameter yang diamati adalah tinggi ta-naman, umur bunga, umur panen, jumlah cabang primer, jumlah polong per tanaman, persentase polong bernas, jumlah biji per ta-naman, berat biji per tanaman sampel, berat biji per plot, berat 100 biji, kepadatan populasi dan kepadatan relatif makrofauna tanah, serta indek-s keanekaragaman jenis makrofauna tanah.

Data dianalisis dengan sidik ragam, sidik ragam yang berpengaruh nyata di uji lanjut dengan DNMRT pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Tabel 1 menunjukkan pemberian biochar meningkatkan tinggi tanaman dibanding tanpa biochar atau biochar 5 ton.ha⁻¹. Hal ini disebabkan pemberian biochar 2,5 ton.ha⁻¹ mam-pu memperbaiki sifat kimia tanah pada gawa-ngan kelapa sawit sehing-ga ketersediaan un-sur hara pada lahan tersebut meningkat. Me-nurut Sukartono dan Utomo (2012), biochar tempurung kelapa mengandung N (0,34%), P (0,10%), K (8,4%), Ca (0,4%), Mg (0,6%), serta kapasitas tukar kation (11,78 cmol.kg⁻¹).

Tabel 1. Tinggi tanaman kedelai diantara tanaman kelapa sawit yang diaplikasikan biochar dan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* (cm)

Biochar (ton.ha ⁻¹)	Pupuk hijau <i>Calopogonium mucunoides</i> (ton.ha ⁻¹)			Rata-rata
	0	2,5	5	
0	47,60	52,33	66,00	55,31 ab
2,5	61,60	65,20	63,47	63,42 a
5	57,67	37,87	47,47	47,67 b
Rata-rata	55,62	51,80	58,98	

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

Namun penambahan biochar 5 ton.ha⁻¹ menurunkan tinggi tanaman, hal ini diduga semakin tinggi dosis biochar maka pH tanah akan semakin meningkat, sehingga meningkatkan jumlah biota tanah karena pH tanah tersebut sesuai untuk pertumbuhannya. Pada kondisi hara N tersedia, akan terjadi immobilisasi hara yang dilakukan oleh biota tanah tersebut untuk digunakan sebagai zat penyusun selnya sehingga terjadi persaingan hara antara biota tanah dengan tanaman. Menurut Risma (2012), sel hewan disusun oleh berbagai senyawa kimia seperti protein yang tersusun atas nitrogen yang berperan sebagai penyusun membran sel.

Data tinggi tanaman kedelai pada tabel 1 berkisar antara 47,60–66 cm, tidak sesuai bila dibandingkan dengan tinggi tanaman pada deskripsi tanaman kedelai varietas Dega 1. Menurut Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (2016), tinggi tanaman kedelai varietas Dega 1 adalah 53 cm. Hal ini disebabkan lokasi penanaman kedelai yang

tertutupi oleh tajuk kelapa sawit hingga 70%, sehingga cahaya yang sampai untuk proses metabolisme tanaman hanya 30% menyebabkan pertumbuhan vegetatif tanaman terhambat dan mengalami etiolasi. Menurut Gatut dan Sundari (2011), etiolasi yang terjadi pada sebagian besar tanaman akibat naungan disebabkan karena adanya produksi dan distribusi auksin yang tinggi, sehingga merangsang pemanjangan sel yang mendorong meningkatnya tinggi tanaman.

Jumlah Polong per Tanaman

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian biochar 2,5 ton.ha⁻¹ diikuti pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* 2,5 ton.ha⁻¹ meningkatkan jumlah polong per tanaman dibanding kontrol, tanpa pemberian biochar diikuti pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* 2,5 ton.ha⁻¹, ataupun pemberian biochar 5 ton.ha⁻¹ diikuti pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* 2,5 atau 5 ton.ha⁻¹, namun tidak ada perbedaan dibanding pemberian lain.

Tabel 2. Jumlah polong per tanaman kedelai diantara tanaman kelapa sawit yang diaplikasikan biochar dan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* (buah)

Biochar (ton.ha ⁻¹)	Pupuk hijau <i>Calopogonium mucunoides</i> (ton.ha ⁻¹)			Rata-rata
	0	2,5	5	
0	4,00 ^c	4,60 ^{bc}	8,73 ^a	5,78 ^b
2,5	8,20 ^{ab}	9,20 ^a	6,67 ^{abc}	8,02 ^a
5	6,07 ^{abc}	4,60 ^{bc}	4,47 ^{bc}	5,78 ^b
Rata-rata	6,09	6,20	7,29	

Keterangan: Angka pada baris dan kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DN MRT pada taraf 5 %.

Berdasarkan hasil analisis kimia tanah sebelum aplikasi perlakuan, kandungan P total tanah sebesar 31,814 mg.100g⁻¹ (sedang). Pemberian biochar dengan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* masing-masing 2,5 ton.ha⁻¹ diduga mampu memperbaiki sifat fisik tanah menjadi lebih baik dan menambah ketersediaan hara P di dalam tanah, sehingga ketersediaan hara tercukupi untuk pertumbuhan tanaman terutama pertumbuhan polong tanaman.

Hasil analisis kandungan hara pada *Calopogonium mucunoides* menunjukkan bahwa kandungan hara N (3,47%), P (0,18%), K (1,79%), Ca (0,73%) dan Mg (0,22%) (Purwanto, 2010). Menurut Gani (2009), biochar bila digunakan sebagai bahan pembenah tanah bersama pupuk organik dan anorganik dapat meningkatkan retensi hara bagi tanaman karena sifatnya yang memiliki daya serap hara yang tinggi dan persisten dalam tanah.

Pemberian biochar 5 ton.ha⁻¹ diikuti pupuk hijau dosis 0, 2,5 atau 5 ton.ha⁻¹ menurunkan jumlah polong per tanaman, hal ini diduga penambahan biochar 5 ton.ha⁻¹ dapat meningkatkan pH yang diikuti dengan meningkatnya jumlah biota tanah karena pH tanah tersebut

sesuai untuk pertumbuhannya. Pada kondisi hara P tersedia, akan terjadi immobilisasi hara yang dilakukan oleh biota tanah tersebut untuk digunakan sebagai zat penyusun selnya sehingga terjadi persaingan hara antara biota tanah dengan tanaman. Menurut Risma (2012), sel hewan disusun oleh berbagai senyawa kimia seperti mineral yang tersusun atas fosfor dan kalsium yang berfungsi sebagai komponen struktural sel, pemeliharaan fungsi metabolisme dan pengatur kerja enzim.

Persentase Polong Bernas

Tabel 3 menunjukkan persentase polong bernas tergolong rendah yaitu berkisar 83,59–93,71 %. Berdasarkan hasil analisis kimia tanah unsur P di dalam tanah tergolong sedang yaitu berkisar 31,814–39,53 mg.100g⁻¹, sehingga penranslokasian fotosintat ke biji belum optimal. Menurut Pahan (2006), P diperlukan sebagai sumber energi karena merubah ADP menjadi ATP pada proses translokasi hasil fotosintesis. Selain itu, kondisi lahan yang ternaungi menyebabkan proses fotosintesis berjalan tidak optimum sehingga hasil fotosintesis berupa fotosintat yang berguna dalam pembentukan biji menjadi tidak optimal. Hal ini

sesuai dengan pendapat Osumi *et al.* (1998), tanaman kedelai yang tumbuh di lingkungan ternaungi akan terjadi penurunan akti-fitas

fotosintesis, sehingga alokasi fotosintat ke organ reproduksi menjadi lebih berkurang.

Tabel 3. Persentase polong bernas tanaman kedelai diantara tanaman kelapa sawit yang diaplikasikan biochar dan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* (%)

Biochar (ton.ha ⁻¹)	Pupuk hijau <i>Calopogonium mucunoides</i> (ton.ha ⁻¹)			Rata-rata
	0	2,5	5	
0	91,27	89,74	93,71	91,57
2,5	89,85	92,12	93,10	91,69
5	92,87	83,82	83,59	86,76
Rata-rata	91,33	88,56	90,13	

Jumlah Biji per Tanaman

Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian biochar 2,5 ton.ha⁻¹ meningkatkan jumlah biji per tanaman dibanding tanpa biochar atau

biochar 5 ton.ha⁻¹. Berdasarkan hasil analisis kimia tanah sebelum aplikasi perlakuan, kandungan P total tanah sebe-sar 31,814 mg.100g⁻¹ (sedang).

Tabel 4. Jumlah biji per tanaman kedelai diantara tanaman kelapa sawit yang diaplikasikan biochar dan pupuk hijau kalopogonium (buah)

Biochar (ton.ha ⁻¹)	Pupuk hijau kalopogonium (ton.ha ⁻¹)			Rata-rata
	0	2,5	5	
0	7,20	7,93	16,20	10,44 ^b
2,5	14,60	17,53	12,13	14,75 ^a
5	10,53	8,00	11,00	9,84 ^b
Rata-rata	10,78	11,15	13,11	

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

Pemberian biochar 2,5 ton.ha⁻¹ diduga dapat memperbaiki sifat fisik tanah pada lahan kelapa sawit sehingga akar tanaman mampu memaksimalkan penyerapan hara di dalam tanah dengan baik untuk pembentukan biji kedelai. Menurut Ogawa (1994), penambahan biochar pada tanah pertanian dapat menambah retensi hara (sifat fisik), dan menambah retensi air (sifat fisik).

Pemberian biochar menjadi 5 ton.ha⁻¹ menurunkan jumlah biji per tanama, hal ini semakin meningkat dosis biochar maka pH tanah meningkat, sehingga jumlah biota tanah ikut meningkat karena pH tanah tersebut sesuai untuk pertumbuhannya. Pada kondisi hara P tersedia, akan terjadi immobilisasi hara yang

dilakukan oleh biota tanah tersebut untuk digunakan sebagai zat penyusun selnya sehingga terjadi persaingan hara antara biota tanah dengan tanaman. Menurut Novak *et al.* (2009), penambahan biochar mampu meningkatkan pH tanah dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah.

Berat 100 Biji

Tabel 5 menunjukkan bahwa berat 100 biji tanaman kedelai berkisar antara 9,79–17,17 g. Berat 100 biji menunjukkan nilai yang tidak sesuai bila dibandingkan dengan bobot 100 biji pada deskripsi tanaman kedelai varie-tas Dega 1. Menurut Aneka Tanaman Kacang dan Umbi (2016), bobot 100 biji tanaman kedelai varietas Dega 1 adalah 22,98 g.

Tabel 5. Berat 100 biji tanaman kedelai diantara tanaman kelapa sawit yang diaplikasikan biochar dan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* (gram)

Biochar (ton.ha ⁻¹)	Pupuk hijau <i>Calopogonium mucunoides</i> (ton.ha ⁻¹)			Rata-rata
	0	2,5	5	
0	9,79	11,69	14,82	12,10
2,5	15,76	17,17	14,74	15,89
5	16,06	10,39	14,22	13,55
Rata-rata	13,87	13,08	14,59	

Hal ini disebabkan karena tanaman kedelai yang ternaungi menyebabkan terhambatnya laju fotosintesis sehingga proses pembentukan polong dan pengisian biji terhambat, ukuran biji yang dihasilkan akan menjadi ber-variasi dan

mempengaruhi berat biji tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Osumi *et al.* (1998) intensitas cahaya 50% berpengaruh nyata terhadap bobot 100 biji. Tanaman yang mendapat intensitas cahaya 50% akan terjadi penurunan aktifitas

fotosintesis, sehingga alo-kasi fotosintat ke organ reproduksi menjadi berkurang maka akan menyebabkan bobot biji menjadi lebih ringan.

Berat Biji per Plot

Tabel 6 menunjukkan bahwa berat biji per plot tanaman kedelai berkisar antara 12,13–8,28 g.plot⁻¹ atau setara dengan 61–141 kg.ha⁻¹. Berat biji per plot tidak sesuai bila dibandingkan dengan hasil biji pada deskripsi tanaman kedelai varietas Dega 1. Menurut Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (2016), hasil biji tanaman kedelai varietas Dega 1 adalah 2,78 ton.ha⁻¹ atau setara 2.780 kg.ha⁻¹.

Hal ini disebabkan rendahnya intensitas cahaya matahari pada lokasi penelitian akibat dari tajuk tanaman kelapa sawit yang menutupi tanaman kedelai sehingga tanaman tidak mampu berfotosintesis dengan baik yang menyebabkan pembentukan biji dan pengisian polong terhambat.

Hal ini sesuai dengan pendapat Trikoesoemaningtyas *et al.* (2008) tanaman yang ter-naungi akan menyebabkan kemampuan penyimpanan karbohidrat yakni biji akan berkurang. Intensitas cahaya rendah dapat menghambat fotosintesis yang mana hasil fotosintat berkurang sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan hasil kedelai.

Tabel 6. Berat biji per plot tanaman kedelai diantara tanaman kelapa sawit yang diaplikasikan biochar dan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* (gram)

Biochar (ton.ha ⁻¹)	Pupuk hijau <i>Calopogonium mucunoides</i> (ton.ha ⁻¹)			Rata-rata
	0	2,5	5	
0	12,13	14,65	28,29	18,35
2,5	26,09	26,67	19,86	24,21
5	21,53	13,46	21,47	18,83
Rata-rata	19,92	18,26	23,21	

Sejalan dengan itu Jomol *et al.* (2000) menambahkan faktor penting yang dapat mempengaruhi hasil kedelai adalah cahaya yang diterima oleh tanaman dan apabila tanaman kedelai ter-naungi dengan intensitas naungan 30% dapat menurunkan hasil sebesar 30-50%.

Identifikasi dan Klasifikasi Makrofauna Tanah

Famili makrofauna tanah yang ditemukan yaitu Cryptopidae (kaki seratus), Formicidae (semut hitam), Gryllidae (cengkerik), Lumbricidae (cacing tanah) dan Scarabaeidae (kumbang) (Tabel 7). Scarabaeidae yang ditemukan berupa larva dan kumbang dewasa.

Tabel 7 menunjukkan bahwa makrofauna yang ditemukan pada areal tanaman kedelai di gawangan mati kelapa sawit yang diaplikasikan dengan biochar maupun tanpa biochar pemberian pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* maupun tanpa pupuk hijau memiliki jumlah dan famili makrofauna tanah yang berbeda. Hal ini disebabkan kandungan bahan organik dalam tanah berbeda-beda pada setiap pemberian.

Hasil analisis kimia tanah kandungan C-organik sebelum pemberian biochar atau pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* yaitu 1,22%, sedangkan setelah pemberian biochar 5 ton.ha⁻¹ diikuti pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* 5 ton.ha⁻¹ C-organik meningkat menjadi 1,67%. Hal ini sesuai dengan pendapat Wulandari *et al.* (2007) peningkatan makrofauna tanah disebabkan oleh meningkatnya kandungan bahan organik dalam tanah yang dapat

dimanfaatkan oleh makrofauna sebagai sumber makanan, semakin tinggi tingkat ketersediaan bahan organik maka semakin tinggi jumlah makrofauna yang ditemukan dalam tanah.

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

Kepadatan populasi dan kepadatan relatif makrofauna tanah dihitung untuk membandingkan antara jumlah makrofauna tanah dengan makrofauna tanah lainnya. Kepadatan populasi makrofauna tanah sangat penting diukur untuk menghitung produktivitas dari makrofauna tanah dan kepadatan relatif dihitung untuk membandingkan kepadatan suatu jenis dengan kepadatan semua jenis yang terdapat dalam sampel unit tersebut (Suin, 2005).

Pemberian biochar 5 ton.ha⁻¹ diikuti pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* 5 ton.ha⁻¹ memiliki kepadatan populasi makrofauna lebih tinggi dibanding kontrol dan pemberian lainnya (Tabel 7). Meningkatnya kepadatan populasi makrofauna tanah pada lahan yang diberi biochar disebabkan karena biochar memiliki pori-pori yang berguna sebagai habitat makrofauna tanah, sedangkan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* dapat meningkatkan ketersediaan bahan organik yang berguna sebagai sumber energi untuk makrofauna tanah. Menurut Laird (2008), biochar yang berpori menjadi tempat berkembangnya organisme tanah sehingga memicu bertambahnya populasi organisme tanah.

Tabel 7. Total individu dan jumlah famili makrofauna tanah diantara tanaman kelapa sawit yang diaplikasikan biochar dan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides*

Famili makrofauna tanah	Tanpa biochar			2,5 ton.ha ⁻¹ biochar			5 ton.ha ⁻¹ biochar		
	Tanpa PHM	2,5 ton.ha ⁻¹ PHM	5 ton.ha ⁻¹ PHM	Tanpa PHM	2,5 ton.ha ⁻¹ PHM	5 ton.ha ⁻¹ PHM	Tanpa PHM	2,5 ton.ha ⁻¹ PHM	5 ton.ha ⁻¹ PHM
Cryptopidae	2	2	1	2	1	1	-	1	4
Formicidae	-	-	1	-	-	-	-	1	1
Gryllidae	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Lumbricidae	3	1	2	2	5	5	5	-	3
Scarabaeidae	2	7	3	7	6	1	1	7	10
Total individu	7	10	7	11	12	7	6	9	19
Jumlah famili	3	3	4	3	3	3	2	3	5

Keterangan: PHM = Pupuk hijau *Calopogonium mucunoides*

Tabel 8. Kepadatan populasi dan kepadatan relatif makrofauna tanah diantara tanaman kelapa sawit yang diaplikasikan biochar dan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides*

Famili makrofauna tanah	Tanpa biochar						2,5 ton.ha ⁻¹ biochar						5 ton.ha ⁻¹ biochar					
	Tanpa PHM		2,5 ton.ha ⁻¹ PHM		5 ton.ha ⁻¹ PHM		Tanpa PHM		2,5 ton.ha ⁻¹ PHM		5 ton.ha ⁻¹ PHM		Tanpa PHM		2,5 ton.ha ⁻¹ PHM		5 ton.ha ⁻¹ PHM	
	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR
Cryptopidae	10,7	28,6	10,7	20	5,3	14,2	10,7	18,2	5,3	8,3	5,3	14,3	-	-	5,3	11,1	21,3	21,1
Formicidae	-	-	-	-	5,3	14,2	-	-	-	-	-	-	-	-	5,3	11,1	5,3	5,2
Gryllidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,3	5,2
Lumbricidae	16	42,8	5,3	10	10,7	28,7	10,7	18,2	26,7	41,7	26,7	71,4	26,7	83,3	-	-	16	15,8
Scarabaeidae	10,7	28,6	37,3	70	16	42,9	37,3	63,6	32	50	5,3	14,3	5,3	16,7	37,3	77,8	53,3	52,7
Jumlah	37,4	100	53,3	100	37,3	100	58,7	100	64	100	37,3	100	32	100	47,9	100	101,2	100

Keterangan: PHM = Pupuk hijau *Calopogonium mucunoides*; K = Kepadatan Populasi (individu per m²); KR = Kepadatan Relatif (%)

Pemberian biochar 5 ton.ha⁻¹ diikuti pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* 5 ton.ha⁻¹, famili *scarabaeidae* merupakan makrofauna tanah yang memiliki kepadatan populasi tertinggi dibanding famili lainnya, ditemukan berupa larva dan kumbang dewasa *Coleoptera*. Hal ini disebabkan karena sumber makanan berupa bahan organik yang berasal dari pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* tersedia lebih banyak sehingga kepadatan populasi lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Nuryanti *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa larva kumbang badak (*Coleoptera*) lebih memilih serasah daun karena serasah daun memiliki kandungan gizi yang lebih kompleks bagi kumbang badak. Hasil penelitian Rahayu *et al.* (2017) menyatakan bahwa kumbang dewasa famili *scarabidae* memiliki peranan sebagai herbivora. Vegetasi seperti rerumputan dan tanaman herba meningkat kelimpahannya pada reklamasi sedang (>4 tahun). Meningkatnya vegetasi menyebabkan sumberdaya herbivora melimpah sehingga proporsi herbivora juga meningkat.

Pada pemberian yang sama, makrofauna tanah selanjutnya yang memiliki kepadatan populasi tertinggi adalah cacing tanah famili *lumbricidae*. Hal ini disebabkan cacing tanah merupakan hewan pemakan bahan organik didalam tanah sehingga dekomposisi bahan organik akan lebih cepat dengan adanya aktivitas kehidupan cacing tanah. Menurut Nuryati (2004), cacing tanah mampu mencerna bahan organik seberat dua kali lipat berat badannya selama 24 jam. Oleh karena itu, bahan organik yang berasal dari tanaman *Calopogonium mucunoides* dapat membantu perkembangbiakan cacing tanah.

Pemberian biochar 5 ton.ha⁻¹ diikuti tanpa pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* tidak ditemukan famili *cryptopidae*, *formicidae* dan *gryllidae*. Hal ini disebabkan famili *formicidae* dan *gryllidae* yang dapat berpindah tempat untuk mencari sumber makanan. Menurut Noor (2008), semut (famili *formicidae*) memiliki kemampuan untuk berpindah tempat. Famili

cryptopidae diduga merupakan makanan bagi beberapa predator. Baker (1998) menyatakan bahwa *cryptopidae* merupakan makanan bagi aves serta predator pada beberapa ekosistem yang berperan penting dalam penyeimbang ekosistem. Famili *gryllidae* diduga berperan sebagai predator. Menurut Heong (2002), *Anaxipha longipennis* (famili *gryllidae*) adalah salah satu predator generalis. Karindah *et al.* (2011) menyatakan bahwa predator generalis mampu beradaptasi dengan mudah dan dapat berkembang meskipun mangsa utama tidak tersedia, sehingga mampu berkembang lebih awal dari mangsanya.

Kondisi lingkungan juga diduga menjadi faktor yang berpengaruh terhadap kepadatan populasi dan kepadatan relatif makrofauna tanah, dimana setiap jenis makrofauna tanah memiliki adaptasi dan toleransi yang berbeda pada tiap habitatnya, sehingga makrofauna tanah yang tidak dapat bertahan hidup pada suatu habitat akan menjadi lemah bahkan mengalami kematian. Makalew (2001) menjelaskan bahwa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi organisme tanah yaitu iklim (curah hujan, suhu), tanah (kemasaman, kelembaban, suhu tanah, hara) dan vegetasi (hutan padang rumput). Faktor lainnya juga diduga bisa disebabkan oleh sistem saling makan antar makrofauna tanah, dimana makrofauna tanah yang tidak mampu melindungi dirinya akan dimakan oleh makrofauna tanah lainnya.

Keanekaragaman Makrofauna Tanah

Tabel 9 menunjukkan bahwa makrofauna tanah yang diaplikasikan biochar dan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* pada gawangan kelapa sawit menghasilkan memiliki indeks keanekaragaman (H') yang rendah yaitu sekitar 0,451–1,275. Hal ini sesuai dengan Magurran (1988) jika nilai H' < 5 menunjukkan keanekaragaman yang rendah, 1,5 < H' < 3,5 menunjukkan keanekaragaman sedang, dan H' > 3,5 menunjukkan keanekaragaman yang tinggi.

Tabel 9. Indeks keanekaragaman (H') makrofauna tanah diantara tanaman kelapa sawit yang diaplikasikan biochar dan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides*

Biochar (ton.ha ⁻¹)	Indeks keanekaragaman (H') makrofauna tanah		
	Pupuk hijau <i>Calopogonium mucunoides</i> (ton.ha ⁻¹)		
	0	2,5	5
0	1,079	0,802	1,275
2,5	0,908	0,919	0,796
5	0,451	0,683	1,267

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 Angeini 2002).

Indeks keanekaragaman tertinggi pada pemberian pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* dosis 5 ton.ha⁻¹ diikuti tanpa biochar. Hal ini disebabkan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* mampu menyediakan sumber makanan bagi kehidupan makrofauna tanah, sedangkan tanpa pemberian biochar maupun tanpa pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* tidak mampu menyediakan sumber makanan untuk makrofauna tanah.

Rendahnya indeks keanekaragaman makrofauna tanah pada pemberian lain diduga terjadi proses saling memakan sesama makrofauna tanah seperti famili *gryllidae* yang berperan sebagai predator generalis. Selain itu disebabkan oleh beberapa faktor lingkungan seperti suhu tanah, kelembaban dan pH tanah. Keanekaragaman makrofauna tanah akan meningkat apabila bahan organik tanah juga meningkat. Sugiyarto (2000) menyatakan bahwa meningkatnya keanekaragaman makrofauna di dalam tanah dikarenakan juga meningkatnya kandungan bahan organik tanah sebagai sumber makanannya. 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) menambahkan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi organisme tanah yaitu, iklim (curah hujan, suhu), tanah (ke-masaman, kelembaban, suhu tanah, hara) dan vegetasi (hutan padang rumput). Faktor lainnya juga diduga bisa disebabkan oleh sistem saling makan antar makrofauna tanah, dimana makrofauna tanah yang tidak mampu melindungi dirinya akan dimakan oleh makrofauna tanah lainnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan disimpulkan bahwa biochar 2,5 ton.ha⁻¹ dengan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* 2,5 ton.ha⁻¹ meningkatkan jumlah polong per tanaman. Total individu dan jumlah populasi makrofauna tanah meningkat pada biochar 5 ton.ha⁻¹ dengan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* 5 ton.ha⁻¹ dengan famili sering ditemukan yaitu famili *Scarabaeidae*. Indeks keanekaragaman makrofauna tanah di gawangan tanaman kelapa sawit yang diaplikasikan biochar dan pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* tergolong rendah.

Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar 2,5 ton.ha⁻¹ diikuti pupuk hijau *Calopogonium mucunoides* 2,5 ton.ha⁻¹ memberikan hasil terbaik pada jumlah polong

per tanaman. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memberikan perlakuan tambahan agar tercapai pertumbuhan dan produksi kedelai yang optimal. Selain itu dalam pemanfaatan lahan kelapa sawit untuk budidaya kedelai sebagai tanaman sela sebaiknya naungan yang diberikan kurang dari 50%.

DAFTAR PUSTAKA

- Asadi, D., M. Arsyad, H. Zahara dan Darmijati. 1997. Pemuliaan Kedelai untuk Toleran Naungan dan Tumpangsari. Buletin Agro-bio, 1(2): 15-20.
- Atkinson, C. J. dan Fitzgerald. 2010. Potential mechanisms for achieving benefits from temperate soils: a review. Plant and Soil, 337.
- Baker, G. H. 1998. Recognising and responding to the influences of agriculture and other land use practices on soil fauna in Australia. Soil Ecol, (9): 303-310.
- Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. 2016. Deskripsi Varietas Unggul Kedelai. www.balitkabi.litbang.pertanian.go.id. Diakses pada tanggal 19 Januari 2018.
- Cahyadi, W. 2007. Kedelai: Khasiat dan Teknologi. Bumi Aksara. Jakarta.
- Cruz, P. 1997. Effect of shade on the growth and mineral nutrition of C4 perennial grass under field conditions. Plant and Soil, 188:227-237.
- Farni, Y., A. R. Arsyad dan Ermadani. 2011. Aplikasi pupuk hijau (*Calopogonium mucunoides* dan *Pueraria javanica*) terhadap air tanah tersedia dan hasil kedelai. J. Hidrolitan, 2(1): 31 – 39.
- Gani, A. 2009. Potensi arang hayati biochar sebagai komponen teknologi perbaikan produktivitas lahan pertanian. Iptek Tanaman Pangan, 4(1): 33-48.
- Gatut, W. A. S dan T. Sundari, 2011. Perubahan Karakter Agronomi Aksesori Plasma Nutfah Kedelai di Lingkungan Ternaungi. J. Agron, 39(1):1-6.
- Hakim, N., M. Y. Nyakpa., A. M. Lubis., S. G. Nugroho, M. A. Diha, Go Ban Hong dan H. H. Bailey. 1986. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung Press. Lampung.
- Heong, K. L. 2002. Arthropod diversity: looking beyond the ricefields. www.irri.org/Science.com. Diakses pada tanggal 7 Februari 2019.
- Jomol, P. M., S. J. Herbert, S. Zhang, A. A. F. Rautenkranz and G.V. Litchfield. 2000. Differential response of soybean yield components to the timing of light enrichment. Agron. J., 92: 1156-1161.

- Karindah, Sri, A. Purwaningsih, A. Agustin dan L. P. Astuti. 2011. Ketertarikan *Anaxipha longipennis* Serville (Orthoptera: Gryllidae) terhadap beberapa jenis gulma di sawah sebagai tempat bertelur. *J. Entomol. Indon.* 8(1): 27-35.
- Laird, D. A. 2008. The charcoal vision: a win-win scenario for simultaneously producing bioenergy, permanently sequestering carbon, while improving soil and water quality. *Agron J.*, 100: 178-181.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Chapman and Hall. London.
- Makalew, A. D. N. 2001. Keanekaragaman Biota Tanah pada Agroekosistem Tanpa Olah Tanah (TOT). <http://www.rudyc.com>. Diakses pada tanggal 10 Oktober 2018.
- Noor, M. F. 2008. Diversitas semut (Hymenoptera, Formicidae) di beberapa ketinggian vertikal di kawasan cagar alam telaga warna Jawa Barat. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Novak, J. M., W. J. Busscher, D. L. Laird, M. Ahmedna, D. W. Watts, and M. A. S. Niandou. 2009a. Impact of biochar amendment on fertility of a south-eastern coastal plain. *Soil Science*, 174: 105-111.
- Nuryati, S. 2004. Manfaat Cacing Tanah Untuk Menghasilkan Pupuk Organik. <http://Berita bumi.or.id>. Diakses tanggal 10 Oktober 2018.
- Nuryanti, D. D., I. Widhiono dan A. Suyanto. 2016. Faktor-faktor ekologis yang berpengaruh terhadap struktur populasi kumbang badak (*Oryctes rhinoceros* L.). *Biosfera*, 33(1): 13-21.
- Osumi, K., K. Katayama, L. U. de la Cruz, and A. C. Luna. 1998. Fruit bearing behavior of 4 legumes cultivated under shaded conditions. *JARQ.*, 32: 145-151.
- Pahan, Iyung. 2006. Panduan Lengkap Kelapa Sawit. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Partaya. 2002. Komunitas fauna tanah dan analisis bahan organik di TPA kota Semarang. Seminar Nasional: Pengembangan Biologi Menjawab Tantangan Kemajuan IPTEK. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Purwanto, I. 2010. Mengenal *Calopogonium mucunoides* sumber pupuk hijau dan bahan organik. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian Indonesia* 32 (4): 9-10.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2016. Data Keluaran Komoditas. <https://aplikasi2.pertanian.go.id>. Diakses pada tanggal 21 Oktober 2018.
- Rachman, A., Dahria A., dan Santoso J. 2006. *Pupuk Hijau*. p.41-58. Dalam: R.D.M. Simanungkalit, D.A. Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini dan W. Hartatik (eds.). Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Rahayu, G. A., D. Buchori, D. Hindayana dan A. Rizali. 2017. Keanekaragaman dan peran fungsional serangga Ordo Coleoptera di area reklamasi pascatambang batubara di Berau, Kalimantan Timur. *J. Entomologi Indonesia*, 14(2): 97-106.
- Risma, Cintia. 2012. Komponen Kimia Penyusun Sel. www.scribd.com. Diakses tanggal 12 November 2018.
- Salisbury, F. B. and C. W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Jilid II. Diterjemahkan oleh D. R. Lukman dan Sumaryono. ITB. Bandung.
- Sugiyarto. 2000. Keanekaragaman makrofauna tanah pada berbagai umur tegakan sengon di RPH Jatirejo, Kabupaten Kediri. *Biodiversitas*, 1(2): 47-53.
- Suin, N. M. 1997. Ekologi Hewan Tanah. Bumi Aksara. Jakarta.
- _____. 2005. Ekologi Hewan Tanah. Bumi Aksara dan Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati ITB. Bogor.
- Sukaesih, E. 2002. Studi Karakter Iklim Mikro pada Berbagai Tingkat Naungan Pohon Karet dan Pengaruhnya Terhadap 20 Genotipe Kedelai. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sukartono dan W. H. Utomo. 2012. Peranan biochar sebagai pembenah tanah pada pertanaman jagung di tanah lempung berpasir (sandy loam) semiarid tropis Lombok Utara. *Buana Sains*, 12(1): 91-98.
- Trikoesoemaningtyas, D. Wirnas, I. Widodo, L. Muhuria, D. Soepandi, and T. Takano. 2008. Maximizing genetic improvement in the selection of soybean for adaptation to low light intensity. Proceeding of the Final Seminar "Toward Harmonization Between Development and Environmental Conservation in Biological Production". 74-83.
- Wulandari, S., M. Sugiyarto dan Wiryanto. 2007. Pengaruh keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah terhadap dekomposisi bahan organik tanaman di bawah tegakan sengon (*Paraserianthes falcataria*). *Bioteknologi*, 4 (1): 20-27.