

**PERBEDAAN PERTUMBUHAN TANAMAN LEGUM *Centrosema pubescens*  
AKIBAT PERMBERIAN CACING TANAH *Eisenia foetida* PADA TANAH  
MASAM**

**Asep Tata Permana, Agus Setiana, Melkiades Adventio**

**ABSTRAK**

Kesuburan tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produktivitas tanaman. Perbaikan kesuburan tanah dapat dilakukan dengan pemberian pemupukan atau pemanfaatan organisme tanah diantaranya cacing tanah. Cacing tanah *E.foetida* sangat potensial dalam memperbaiki kesuburan tanah karena mampu merombak limbah organik dan cenderung banyak digunakan dalam pembuatan pupuk organik vermikompos. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian cacing tanah *E.foetida* terhadap pertumbuhan tanaman legum *Centrosema pubescens* pada masa vegetatif pada tanah masam Latosol Dramaga. Penelitian ini terdiri dari 12 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) berpola faktorial 3 x 4. Faktor yang pertama adalah level pemberian cacing tanah (0, 30 dan 60 ekor) dan faktor yang kedua adalah umur pertumbuhan (2, 4, 6 dan 8 minggu setelah tanam (MST)). Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan data yang berbeda nyata dilakukan uji lanjut Duncan. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh umur pertumbuhan terhadap produktivitas (morfologi) *Centrosema pubescens* sedangkan level pemberian cacing hanya mempengaruhi laju penambahan jumlah daun ( $P < 0.05$ ). Pengaruh level pemberian cacing tanah hanya terjadi pada umur pertumbuhan 6 MST dan 8 MST terhadap produksi biomassa bobot segar dan kering *Centrosema pubescens* ( $P < 0.05$ ). Level pemberian cacing tanah mempengaruhi kandungan N dan P tanaman *Centrosema pubescens*, sedangkan kandungan K tidak dipengaruhi ( $P < 0.05$ )

Kata kunci: *Eisenia foetida*, *Centrosema pubescens*

## PENDAHULUAN

Usaha peternakan khususnya ternak ruminansia merupakan salah satu usaha yang saat ini cukup menjanjikan. Hal ini terlihat dari kecenderungan kenaikan permintaan daging yang salah satunya disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk di Indonesia (Atmaja 2013). Kondisi ini menunjukkan bahwa pertumbuhan permintaan daging lebih cepat dibanding pertumbuhan populasi ternak serta produksi daging yang memaksa impor daging tetap dilakukan. Lambatnya pertumbuhan populasi ternak disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah ketersediaan pakan (Prawiradiputra 2011).

Secara umum, pakan ternak ruminansia terbagi menjadi dua jenis yaitu hijauan dan konsentrat. Pakan hijauan dibagi lagi menjadi dua jenis, yaitu rumput dan leguminosa. Pakan hijauan dari tanaman leguminosa sangat dibutuhkan ternak ruminansia sebagai sumber protein murah yang berasal dari hijauan. Salah satu pakan potensial untuk dikembangkan guna menunjang usaha peternakan ternak ruminansia yang berasal dari tanaman leguminosa adalah *Centrosema pubescens*.

*Centrosema pubescens* atau sering disebut kacang sentro merupakan tanaman leguminosa yang berasal dari wilayah Amerika Selatan. Kacang sentro merupakan tanaman berumur panjang yang bersifat menjalar dan memanjat, batang agak berbulu, berdaun majemuk, pada setiap tangkai daun terdapat tiga helai daun, legum ini cocok ditanam di daerah yang berketinggian rata-rata 600 m dpl (Rukmana 2005). Selain itu menurut Sudarsono (1991) sentro merupakan tanaman yang tahan hidup terhadap musim kemarau yang cukup panjang dengan curah hujan rata-rata 1000 sampai 1270 mm/tahun. Kandungan nutrisi daun sentro terdiri dari protein kasar 22%, serat kasar 31.2%, abu 8.8%, lemak kasar 3.6% dan BETN 34.4% (Rukmana 2005).

Dalam hal ketersediaan pakan, terdapat dua aspek yang harus diperhatikan, yaitu ketersediaan kualitas dan kuantitas (produktivitas) pakan. Kualitas pakan sangat menentukan produktivitas dan kualitas dari produk ternak yang akan dihasilkan. Karena pakan merupakan kebutuhan mendasar bagi hidup pokok serta produktifitas ternak, maka kualitas pakan sangat perlu diperhatikan. Untuk ternak ruminansia, pakan hijauan merupakan bahan pakan utama untuk menunjang hidup pokok, pertumbuhan, reproduksi dan produksinya. Kualitas pakan hijauan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya iklim, kesuburan tanah, organisme lain, genetik dari tanaman itu sendiri serta faktor biotik dan abiotik lainnya. Tanah yang subur adalah tanah yang mampu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman secara seimbang. Untuk mencapai hal itu tanah harus mempunyai sifat fisik, kimia dan biologi yang baik.

Perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah dapat dilakukan dengan memanfaatkan peran dari makrofauna cacing tanah. Cacing tanah berperan dalam menghancurkan bahan organik sehingga dapat meningkatkan aerasi, drainase, dan struktur tanah. Akibatnya tanah menjadi lebih subur dan penyerapan nutrient oleh tanaman menjadi maksimum (Elidar 2009). Salah satu jenis cacing tanah yang dikenal dapat merombak bahan organik tanah dan yang sudah dikembangkan adalah *Eisenia foetida*. Cacing ini diketahui banyak digunakan dalam vermikomposting dan sangat potensial dalam perombakan limbah organik (Yulipriyanto 1993).

Penelitian ini menggunakan tanah latosol dramaga sebagai media tanam yang memiliki sifat-sifat fisik, kimia dan biologi kurang baik. Sifat kimia dari tanah ini yaitu memiliki kemasaman tinggi (pH 4,5-6,5), kandungan hara rendah, berkadar bahan organik rendah hingga sedang (3-10%) di lapisan atas dan semakin ke bawah semakin rendah. Oleh karena itu, dengan dilakukannya penelitian ini dapat mengetahui pengaruh pemberian cacing tanah *E.foetida* terhadap produktivitas dan kualitas *C.pubescens* pada latosol dramaga pada berbagai umur pertumbuhan.

## MATERI DAN METODE

### Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain, pot dengan diameter 30 cm sebanyak 36 buah, baskom sebagai alas pot, sekop, alat penyiram, pisau, gunting, label, timbangan manual, timbangan digital dan oven 60°C, serta alat-alat laboratorium untuk menganalisis tanah.

### Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk penelitian ini ialah benih *Centrosema pubescens*, cacing *E. foetida* umur 4 bulan, tanah latosol Dramaga sebanyak 4,5 kg (BKU) per pot, kapur sebanyak 15 g per pot, kotoran sapi sebanyak 1 kg per pot, kain mori sebagai alas dasar pot, dan isolatif panfiks sebagai perekat kain mori.

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca Laboratorium Agrostologi Kandang A Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini dimulai dari tanggal 29 Februari 2015 sampai dengan tanggal 24 April 2016 dengan pengambilan data sebelum penelitian dimulai, dilakukan analisis benih dan analisis bahan kering yang dilakukan di Laboratorium Agrostologi Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Analisis tanah Latosol Dramaga pada Balai Penelitian Tanah, Cimanggu, Bogor.

### Prosedur

#### Perlakuan

Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini antara lain level pemberian cacing dan umur panen tanaman. Perlakuan terdiri dari 12 dengan 3 kali ulangan sehingga total skala percobaan adalah 36 pot perlakuan. Perlakuan yang digunakan dapat dijelaskan sebagai berikut:

- C0U1 : tanpa cacing (0 ekor) dan umur panen 2 minggu
- C0U2 : tanpa cacing (0 ekor) dan umur panen 4 minggu
- C0U3 : tanpa cacing (0 ekor) dan umur panen 6 minggu
- C0U4 : tanpa cacing (0 ekor) dan umur panen 8 minggu

C1U1 : dengan cacing (30 ekor) dan umur panen 2 minggu  
C1U2 : dengan cacing (30 ekor) dan umur panen 4 minggu  
C1U3 : dengan cacing (30 ekor) dan umur panen 6 minggu  
C1U4 : dengan cacing (30 ekor) dan umur panen 8 minggu  
C2U1 : dengan cacing (60 ekor) dan umur panen 2 minggu  
C2U2 : dengan cacing (60 ekor) dan umur panen 4 minggu  
C2U3 : dengan cacing (60 ekor) dan umur panen 6 minggu  
C2U4 : dengan cacing (60 ekor) dan umur panen 8 minggu

### **Persiapan Media Tanam**

Persiapan pada penelitian ini yaitu dengan menyiapkan benih *Centrosema pubescens* untuk diuji benih selama kurang lebih satu minggu. Kemudian menyiapkan media tanam dengan mengeringkan media tanah latosol kering udara, menyiapkan kotoran sapi, menyiapkan kapur serta persiapan penyediaan pot yang diberi kain mori pada bagian dasarnya dan baskom sebanyak 36 buah. Masing-masing pot dimasukkan tanah latosol sebanyak 4,5 kg (BKU), kotoran sapi sebanyak 0,5 kg dan kapur sebanyak 15 g. Semua bahan dicampur secara merata. Media kemudian diinkubasi dengan cara disiram dengan akuades sebanyak 2 liter setiap pot dengan masa inkubasi selama 1 minggu. Cacing disiapkan dengan menyortir cacing pada ukuran dan bobot yang relatif sama.

### **Penanaman dan Pemeliharaan**

Media tanah saat kering udara disiram dengan air akuades agar didapat tanah yang lembab dan siap tanam. Benih *Centrosema pubescens* ditanam secara langsung pada media siap tanam, masing-masing pot dibuat 5 buah lubang untuk menanam benih dan benih ditanamkan pada masing-masing lubang sebanyak 2 benih. Kemudian ditambahkan kotoran sapi sebanyak 0,5 kg di bagian permukaan. Ditambahkan cacing level pertama sebanyak 30 ekor cacing untuk 12 pot dan level kedua 60 ekor cacing untuk 12 pot.

Setiap hari selama masa awal pertumbuhan benih yaitu satu minggu disiram sehari dua kali penyiraman. Benih yang telah tumbuh menjadi tanaman dengan umur satu minggu kemudian dilakukan pensortiran tanaman dengan jarak yang berlawanan. Pemeliharaan pada penelitian ini dilakukan selama 8 minggu. Penyiraman pada penanaman dilakukan sehari dua kali penyiraman dengan menggunakan akuades yaitu pada pagi hari dan sore hari. Penyiangian atau pembersihan gulma yang tumbuh disekitar pot dilakukan setiap minggu.

### **Pemanenan**

Pemanenan dilakukan sebanyak empat kali selama penelitian, yaitu ketika tanaman berumur 2 minggu setelah tanam, 4 minggu setelah tanam, 6 minggu setelah tanam, dan 8 minggu setelah tanam. Masing-masing waktu pemanenan dipanen 9 pot yaitu 3 pot perlakuan tanpa cacing, 3 pot perlakuan dengan cacing 30 ekor, dan 3 pot perlakuan dengan cacing 60 ekor. Jumlah dan bobot cacing dihitung setiap panen untuk mengetahui kemampuan hidup cacing. Pemanenan dilakukan dengan memisahkan

antara bagian daun, batang dan akar. Daun, batang dan akar segar ditimbang, yang kemudian dikeringkan dengan oven 60°C untuk mengetahui bobot keringnya.

Peubah yang diamati : Tinggi vertikal tanaman, jumlah daun, indeks luas daun, berat tanaman (segar dan kering)

Rancangan Percobaan : Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap fola faktorial dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah pemberian cacing tanah, faktor kedua adalah umur tanaman.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### **Morfologi Tinggi Vertikal Tanaman, Jumlah Daun, Dan Luas Dengan Level Pemberian Cacing Dan Umur Pertumbuhan Tanaman**

Respon tinggi vertikal tanaman, jumlah daun, dan luas daun terhadap level pemberian cacing dan umur pertumbuhan tanaman *Centrosema pubescens* disajikan pada Tabel 1.

#### **Respon Tinggi Vertikal Tanaman Terhadap Level Pemberian Cacing dan Umur Pertumbuhan Tanaman**

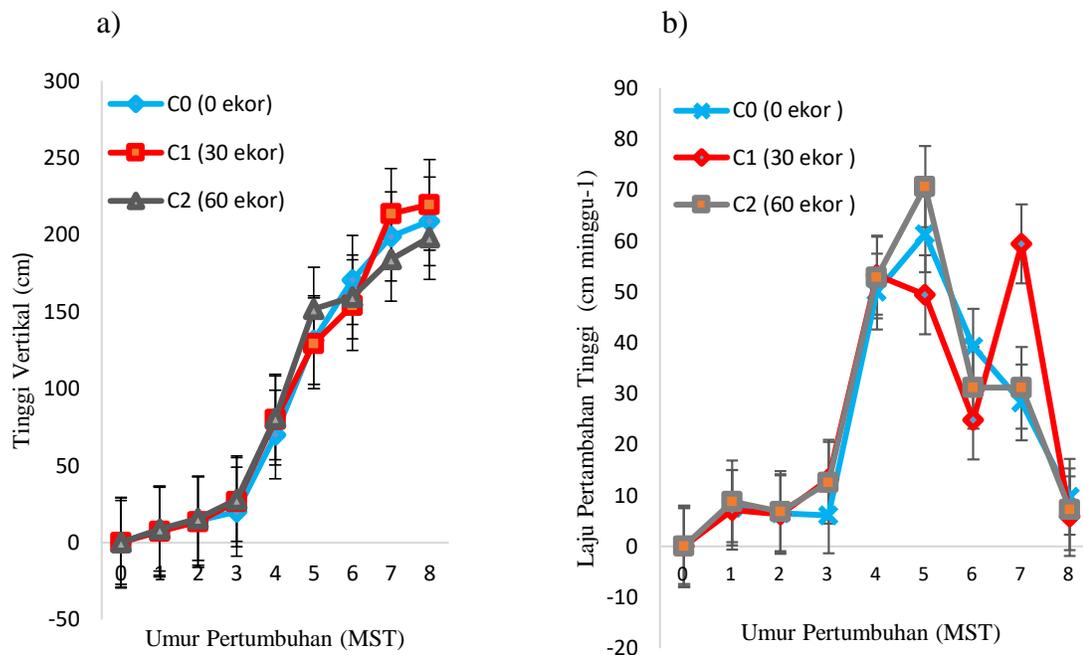
Laju pertambahan tinggi vertikal paling tinggi terjadi pada umur pertumbuhan 6 minggu setelah tanam yaitu sebesar 29.43 cm minggu<sup>-1</sup>, sedangkan yang paling rendah terjadi pada umur 2 minggu setelah tanam yaitu sebesar 7.14 cm minggu<sup>-1</sup>. Uji statistik menunjukkan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan umur pertumbuhan ( $P < 0.05$ ). Rataan laju tinggi vertikal paling tinggi terjadi pada level pemberian cacing sebanyak 60 ekor yaitu sebesar 22.17 cm minggu<sup>-1</sup>, sedangkan rata-rata paling rendah terjadi pada level pemberian cacing 0 ekor yaitu sebesar 19.91 cm minggu<sup>-1</sup>. Uji statistik menunjukkan pengaruh yang sama pada setiap perlakuan level pemberian cacing ( $P > 0.05$ ).

Penambahan cacing tanah tidak memberikan pengaruh yang nyata pada laju pertambahan tinggi vertikal *Centrosema pubescens*. Akan tetapi, pada level pemberian cacing tanah 60 ekor laju pertambahan tinggi vertikal kacang sentro paling tinggi dibandingkan dengan tanpa cacing dan dengan penambahan 30 ekor cacing. Hasil ini sejalan dengan penelitian Bastian (2014) yang melaporkan bahwa level pemberian cacing tanah tidak berpengaruh terhadap laju tinggi vertikal *Centrosema pubescens*. Grafik respon pertumbuhan tinggi vertikal dan laju pertambahan tinggi vertikal *Centrosema pubescens* pada berbagai level pemberian cacing disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1 Laju pertambahan tinggi vertikal tanaman, jumlah daun, dan luas daun terhadap level pemberian cacing dan umur pertumbuhan tanaman *Centrosema pubescens*

Peubah	Umur pertumbuhan (MST)	Cacing (individu pot <sup>-1</sup> )			Rataan
		0	30	60	
Tinggi vertikal tanaman (cm)	2	13.61±1.09	13.61±2.23	15.61±0.51	
	4	81.58±16.78	77.66±9.08	98.75±17.34	
	6	158.83±19.87	182.58±14.68	189.16±25.69	
	8	208.75±7.79	219.50±0.50	198.16±27.03	
LTVT (cm minggu <sup>-1</sup> )	2	6.81±0.54	6.81±1.12	7.81±0.26	7.14±0.64d
	4	20.33±4.21	19.37±2.29	24.67±4.33	21.45±3.61c
	6	26.43±3.34	30.40±2.46	31.47±4.31	29.43±3.37a
	8	26.07±0.98	25.83±1.27	24.73±3.36	25.54±1.87b
Rataan		19.91±2.27	20.60±1.79	22.17±3.06	
Jumlah daun (helai pot <sup>-1</sup> )	2	10.00±0.00	10.00±0.00	10.00±0.00	
	4	28.33±3.51	27.00±1.00	29.33±2.30	
	6	74.33±11.84	103.00±23.89	126.00±19.05	
	8	255.67±5.77	364.00±51.11	347.33±66.21	
LPJD (helai minggu <sup>-1</sup> )	2	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.000±0.00d
	4	7.08±0.88	6.75±0.25	7.33±0.57	7.052±0.56c
	6	12.33±1.96	17.13±3.97	20.97±3.17	16.811±3.03b
	8	31.90±0.70	45.47±6.35	43.40±8.26	40.260±5.11a
Rataan		14.08±0.88c	18.59±2.64b	19.18±3.00a	
Luas daun (cm <sup>2</sup> helai)	2	11.47±2.11	9.97±3.26	11.95±1.17	
	4	9.99±1.01	11.64±1.70	11.26±1.30	
	6	11.49±0.54	12.17±1.34	13.38±2.03	
	8	11.12±0.48	13.26±1.30	11.55±0.99	
LPLD (cm <sup>2</sup> minggu <sup>-1</sup> )	2	5.77±1.05	4.98±1.65	5.97±1.10	5.97±1.09a
	4	2.33±0.09	2.91±0.42	2.87±0.43	2.68±0.34b
	6	1.91±0.09	2.03±0.22	2.23±0.25	2.06±0.21b
	8	1.39±0.06	1.65±0.16	1.44±0.12	1.50±0.11c
Rataan		1.87±0.32	2.20±0.61	3.11±0.40	

LTVT (Laju Tinggi Vertikal Tanaman); LPJD (Laju Pertambahan Jumlah Daun); LPLD (Laju Pertambahan Luas Daun). Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% ( $P < 0.05$ ).



Gambar 1 a) Pertumbuhan tinggi vertikal *Centrosema pubescens*, b) grafik laju pertumbuhan tinggi vertikal *Centrosema pubescens*

Umur tanaman merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, karena pada umur tertentu tanaman mengalami fase tumbuh yang berbeda. Secara umum terdapat tiga fase tumbuh tanaman jika dikaitkan dengan umur pertumbuhan tanaman, yaitu fase eksponensial, fase linier dan fase mantap yang dicirikan dengan kematangan fisiologis (Gardner *et.al* 2008). Pada fase eksponensial ini berarti bahwa laju pertumbuhan lambat pada awalnya, tapi kemudian meningkat terus. Pada fase linier, pertambahan ukuran berlangsung secara konstan. Fase mantap dicirikan oleh laju pertumbuhan yang menurun, saat tumbuhan sudah mencapai kematangan dan mulai menua. Jika digambarkan dalam suatu kurva hubungan antara waktu atau umur pertumbuhan dan pertumbuhan tanaman, maka akan terbentuk kurva berbentuk sigmoid. Pola tersebut merupakan suatu ciri yang khas bagi makhluk hidup meskipun jangka waktunya berbeda-beda tergantung pada organisme (Gardner *et.al* 2008).

Pada Gambar 1 a) diatas, fase eksponensial terjadi ketika tanaman berumur 0-3 minggu setelah tanam. Pada fase ini, awal pertumbuhan tanaman berlangsung lambat yang ditunjukkan pada garis kurva yang landai. Fase berikutnya adalah fase linear, yaitu saat tanaman berumur 3-7 minggu setelah tanam. Garis kurva pada fase ini cenderung lebih curam dan membentuk garis linear yang menunjukkan terjadinya pertambahan tinggi yang relatif konstan. Fase selanjutnya adalah fase mantap, yaitu saat tanaman berumur 7-8 minggu setelah tanam. Pada fase ini, pertumbuhan tanaman mulai menurun karena tanaman sudah mulai mencapai kematangan fisiologis.

### **Respon Pertambahan Jumlah Daun Tanaman Terhadap Level Pemberian Cacing dan Umur Pertumbuhan Tanaman**

Rataan laju pertambahan jumlah daun paling tinggi terjadi pada umur pertumbuhan 8 minggu setelah tanam yaitu sebesar 40.26 helai daun minggu<sup>-1</sup>, sedangkan yang paling rendah terjadi pada umur 2 minggu setelah tanam yaitu sebesar 5 helai daun minggu<sup>-1</sup>. Uji statistik menunjukkan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan umur pertumbuhan ( $P < 0.05$ ). Rataan laju pertambahan daun paling tinggi terjadi pada level pemberian cacing sebanyak 60 ekor yaitu sebesar 19.18 helai daun minggu<sup>-1</sup>, sedangkan rataannya paling rendah terjadi pada level pemberian cacing 0 ekor yaitu sebesar 14.08 helai daun minggu<sup>-1</sup>. Uji statistik menunjukkan pengaruh yang berbeda pada setiap perlakuan level pemberian cacing ( $P > 0.05$ ).

Pertumbuhan dan produktivitas daun dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor genotipe dan lingkungan (Gardner *et.al* 2008). Perbaikan lingkungan dapat dilakukan dengan memperbaiki status hara media tumbuh tanaman tersebut. Terdapat interaksi antara pemberian bahan organik dan cacing tanah terhadap status hara tanah terutama N dan K (Anwar 2007). Nitrogen berfungsi untuk memacu pertumbuhan pada fase vegetatif terutama daun dan batang (Lingga 2005). Peranan penting kalium adalah untuk mengangkut hasil fotosintesis ke seluruh bagian tanaman yang membutuhkan (Mas'ud 1993). Dengan demikian, tanaman mempunyai nutrisi yang cukup untuk pembentukan daun. Seiring bertambahnya umur tanaman, maka jumlah daun semakin banyak, hal ini disebabkan semakin banyaknya cabang yang tumbuh pada tanaman sebagai tempat tumbuhnya daun-daun baru. Aji (2009) melaporkan bahwa jumlah daun tanaman dipengaruhi juga oleh jumlah cabang tanaman.

### **Respon Pertambahan Luas Daun Tanaman Terhadap Level Pemberian Cacing dan Umur Pertumbuhan Tanaman**

Rataan laju pertambahan luas daun paling tinggi terjadi pada umur pertumbuhan 2 minggu setelah tanam yaitu sebesar 5.97 cm<sup>2</sup> minggu<sup>-1</sup>, sedangkan yang paling rendah terjadi pada umur 8 minggu setelah tanam yaitu sebesar 1.50 cm<sup>2</sup> minggu<sup>-1</sup>. Uji statistik menunjukkan perbedaan yang nyata pada perlakuan umur pertumbuhan ( $P < 0.05$ ). Rataan laju pertambahan luas daun paling tinggi terjadi pada level pemberian cacing sebanyak 60 ekor yaitu sebesar 3.11 cm<sup>2</sup> minggu<sup>-1</sup>, sedangkan rataannya paling rendah terjadi pada level pemberian cacing 0 ekor yaitu sebesar 1.87 cm<sup>2</sup> minggu<sup>-1</sup>. Uji statistik menunjukkan pengaruh yang sama pada setiap perlakuan level pemberian cacing ( $P > 0.05$ ). Pengukuran indeks luas daun dilakukan pada 2 helai daun pertama dari pangkal batang dan hingga akhir pengukuran tetap mengukur pada daun yang sama. Pada awal pertumbuhan yaitu dua minggu setelah tanam, daun berkembang dengan sangat baik. Akan tetapi, daun tersebut mulai menguning seiring bertambahnya umur tanaman karena mulai menua, sehingga pada umur tanaman 8 minggu laju pertambahan luas daun menjadi berkurang.

Fungsi utama daun adalah sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis. Kemampuan daun untuk menghasilkan produk fotosintat ditentukan oleh produktivitas per satuan luas daun dan total luas daun (Fahn 1992). Meski tidak memberikan pengaruh yang nyata, laju pertambahan luas daun pada perlakuan level pemberian cacing tanah sebanyak 60 ekor merupakan yang tertinggi dibandingkan perlakuan

tanpa cacing (0 ekor) dan pemberian cacing tanah sebanyak 30 ekor. Pemberian cacing tanah dan kotoran sapi perah mampu meningkatkan unsur hara pada tanah. Dengan memakan bahan organik tersebut mencernanya dengan bantuan enzim-enzim pencernaan, kemudian dibebaskan mineral dan bahan organik tersebut dalam bentuk kotoran yang dikeluarkan. Kotoran cacing memiliki banyak kelebihan dalam hal kandungan unsur hara dan bahan lain yang berguna bagi tanaman, salah satunya adalah nitrogen (Saraswati *et.al* 2006). Jika pasok nitrogen cukup, daun tanaman akan tumbuh besar dan memperluas permukaan yang tersedia untuk fotosintesis (Mas'ud 1993).

### Produksi biomassa *Centrosema pubescens*

Bobot segar batang, akar dan daun *Centrosema pubescens* pada berbagai umur pertumbuhan dan level pemberian cacing yang berbeda disajikan pada tabel 2.

Tabel 2 Bobot segar batang, akar dan daun *Centrosema pubescens*

Organ	Umur pertumbuhan (MST)	Cacing (individu pot <sup>-1</sup> )		
		0	30	60
----- g pot <sup>-1</sup> -----				
Batang	2	0.16±0.09	0.16±0.03	0.201±0.02
	4	3.50±0.50	3.83±0.29	3.500±0.86
	6	10.33±3.51b	15.67±8.02ab	24.00±3.61a
	8	28.00±2.00b	32.67±6.66ab	41.00±7.94a
Daun	2	0.34±0.09	0.36±0.10	0.462±0.01
	4	1.83±0.29	2.00±0.00	2.167±0.29
	6	4.66±0.58b	11.00±5.21ab	15.667±3.79a
	8	24.66±2.52b	29.66±7.51ab	38.667±3.06a
Batang + daun	2	0.50±0.17	0.53±0.12	0.66±0.01
	4	5.33±0.76	5.83±0.28	5.66±0.76
	6	15.00±4.00b	26.66±12.66ab	39.66±7.73a
	8	52.66±4.50b	62.33±13.86ab	79.66±10.96a
Akar	2	0.23±0.029	0.26±0.11	0.34±0.05
	4	1.16±0.28	1.16±0.28	1.16±0.28
	6	2.66±0.57b	6.50±2.78a	9.33±1.52a
	8	8.00±1.00b	12.33±4.93ab	18.33±4.93a

Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (P<0.05).

Bobot segar batang tertinggi pada umur pertumbuhan 2 MST adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 0,20 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor yaitu 0.16 g pot<sup>-1</sup>. Bobot segar batang tertinggi pada umur pertumbuhan 4 MST adalah pada perlakuan cacing 30 ekor yaitu 3.83 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor dan 60 ekor. Bobot segar batang tertinggi pada umur pertumbuhan 6 MST adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 24.00 g pot<sup>-1</sup> dan yang

terendah pada perlakuan cacing 0 ekor yaitu 10.33 g pot<sup>-1</sup>. Bobot segar batang tertinggi pada umur pertumbuhan 8 MST adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 41.00 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor yaitu 28.00 g pot<sup>-1</sup>. Bobot segar daun tertinggi pada umur pertumbuhan 2 MST adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 0.46 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor yaitu 0.34 g pot<sup>-1</sup>. Bobot segar daun tertinggi pada umur pertumbuhan 4 MST adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 2.16 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor yaitu 1.83 g pot<sup>-1</sup>. Bobot segar daun tertinggi pada umur pertumbuhan 6 MST adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 15,66 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor yaitu 4.66 g pot<sup>-1</sup>. Bobot segar daun tertinggi pada umur pertumbuhan 8 MST adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 38.66 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor yaitu 24.66 g pot<sup>-1</sup>

Berdasarkan uji statistik, perlakuan pemberian cacing tanah *E.foetida* pada *Centrosema pubescens* tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot segar pada umur pertumbuhan 2 MST dan 4 MST, akan tetapi cenderung memberikan pengaruh yang nyata pada umur pertumbuhan 6 MST dan 8 MST. Bobot segar suatu tanaman sangat dipengaruhi oleh status air. Status air suatu jaringan atau keseluruhan tubuh tanaman dapat berubah seiring pertambahan umur tanaman dan dipengaruhi oleh lingkungan yang jarang konstan (Goldsworthy dan Fisher 1992). Salah satu manfaat cacing tanah adalah mengontrol ketersediaan air bagi tanaman melalui kotoran yang dihasilkan (kasting). Kasting mempunyai kemampuan menahan air sebesar 40-60%. Hal ini karena struktur kasting memiliki ruangan-ruangan yang mampu menyerap dan menyimpan air, sehingga mampu mempertahankan kelembaban (Venter dan Reinecke 1988). Pengaruh tersebut baru terlihat pada umur pertumbuhan 6 MST dan 8 MST diduga karena pada umur pertumbuhan tersebut kasting yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan umur pertumbuhan 2 MST dan 4 MST.

Bobot kering batang, akar dan daun *Centrosema pubescens* pada berbagai umur pertumbuhan dan level pemberian cacing yang berbeda disajikan pada tabel 3.

Tabel 3 Bobot kering batang, akar dan daun *Centrosema pubescens*

Organ	Umur pertumbuhan (MST)	Cacing (individu pot <sup>-1</sup> )		
		0	30	60
		----- g pot <sup>-1</sup> -----		
Batang	2	0.03±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01
	4	0.45±0.10	0.49±0.03	0.50±0.10
	6	1.57±0.64b	1.67±0.60b	3.80±0.20a
	8	8.33±1.64b	11.47±3.21b	17.73±3.33a
Daun	2	0.06±0.00	0.06±0.02	0.09±0.01
	4	0.24±0.07	0.26±0.02	0.32±0.00
	6	1.93±0.92b	2.47±0.80b	4.07±0.50a
	8	6.33±0.92b	8.40±0.81ab	10.93±0.50a
Batang + daun	2	0.08±0.01	0.08±0.02	0.12±0.03
	4	0.68±0.16	0.75±0.03	0.81±0.13
	6	3.50±1.55b	4.46±1.36ab	7.86±0.41a
	8	15.33±0.98b	19.86±5.40b	28.66±4.58a
Akar	2	0.043±0.010	0.446±0.020	0.065±0.008
	4	0.146±0.016	0.151±0.041	0.167±0.033
	6	0.078±0.480	1.627±0.858	1.966±0.240
	8	1.732±0.415b	3.468±0.925a	5.769±1.342a

Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (P<0.05).

Bobot kering batang tertinggi pada umur pertumbuhan 2 MST adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 0,04 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor dan 30 ekor. Bobot kering batang tertinggi pada umur pertumbuhan 4 MST adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 0.50 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor yaitu 0.45 g pot<sup>-1</sup>. Bobot kering batang tertinggi pada umur pertumbuhan 6 MST adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 3.80 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor yaitu 1.57 g pot<sup>-1</sup>. Bobot kering batang tertinggi pada umur pertumbuhan 8 adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 17.73 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor yaitu 8.33 g pot<sup>-1</sup>. Bobot kering daun tertinggi pada umur pertumbuhan 2 MST adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 0.09 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor dan 30 ekor. Bobot kering daun tertinggi pada umur pertumbuhan 4 MST adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 0.32 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor yaitu 0.24 g pot<sup>-1</sup>. Bobot kering daun tertinggi pada umur pertumbuhan 6 MST adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 4.07 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor yaitu 1.93 g pot<sup>-1</sup>. Bobot kering daun tertinggi pada umur pertumbuhan 8 MST adalah pada perlakuan cacing 60 ekor yaitu 10.93 g pot<sup>-1</sup> dan yang terendah pada perlakuan cacing 0 ekor yaitu 6.33 g pot<sup>-1</sup>.

Berdasarkan uji statistik, perlakuan pemberian cacing tanah *E.foetida* pada *Centrosema pubescens* tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot kering pada umur pertumbuhan 2 MST dan 4 MST, akan tetapi cenderung memberikan pengaruh yang nyata pada umur pertumbuhan 6 MST dan 8 MST. Salah satu faktor yang mempengaruhi produksi bobot kering tanaman adalah ketersediaan air untuk tanaman tersebut. Air yang terdapat dalam tanah akan digunakan dalam proses fotosintesis. Selain itu air juga berperan dalam melarutkan unsur-unsur hara yang ada sehingga dapat diserap oleh tumbuhan. Kasting yang dihasilkan cacing tanah mempunyai kemampuan menahan air sebesar 40-60%. Hal ini karena struktur kasting memiliki ruangan-ruangan yang mampu menyerap dan menyimpan air, sehingga mampu mempertahankan kelembaban (Venter dan Reinecke 1988). Pengaruh tersebut baru terlihat pada umur pertumbuhan 6 MST dan 8 MST diduga karena pada umur pertumbuhan tersebut kasting yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan umur pertumbuhan 2 MST dan 4 MST.

Hasil penelitian Asih (2013) menunjukkan bahwa level pemberian cacing tanah tidak memberikan pengaruh nyata terhadap produksi biomassa *Centrosema pubescens*. Perbedaan hasil ini diduga karena pada penelitian tersebut, jumlah level cacing yang ditambahkan tidak mampu memberi pengaruh. Pada penelitian sebelumnya jumlah level pemberian cacing adalah 0, 16 dan 32 ekor, sedangkan pada penelitian kali ini jumlah cacing yang ditambahkan adalah 0, 30 dan 60 ekor. Selain itu, kemampuan hidup cacing pada penelitian sebelumnya relatif rendah. Penambahan pupuk NPK cenderung menurunkan populasi cacing tanah (Asih 2013)

Laju pertambahan biomassa bobot kering batang, daun dan akar *Centrosema pubescens* pada level pemberian cacing yang berbeda disajikan pada tabel 4.

Tabel 4 Laju pertambahan biomassa bobot kering *Centrosema pubescens*

Peubah	Organ	Cacing (individu pot <sup>-1</sup> )		
		0	30	60
Laju pertambahan biomassa (g minggu <sup>-1</sup> )	Batang	2.25±0.40b	2.87±0.80b	4.43±0.83a
	Daun	1.71±0.44b	2.10±0.55ab	2.73±0.34a
	Batang+ daun	3.96±0.24b	4.97±1.35b	7.16±1.15a
	Akar	0.43±0.10b	0.87±0.23b	1.44±0.33a

Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% (P<0.05).

Berdasarkan uji statistik, perlakuan pemberian level cacing memberikan pengaruh yang nyata terhadap laju pertambahan biomassa bobot kering batang, daun, dan akar *Centrosema pubescens* (P<0.05). Pemberian level cacing 60 ekor pot<sup>-1</sup> sangat efektif terhadap laju pertambahan biomassa bobot kering batang, daun, dan akar *Centrosema pubescens*. Bobot kering suatu tanaman erat kaitannya dengan proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman itu sendiri karena dalam proses tersebut terjadi penimbunan bersih hasil fotosintesis secara terintegrasi dengan waktu (Gardner *et.al* 2006). Pemberian cacing tanah mampu meningkatkan unsur hara dalam tanah yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Salah satu yang terpenting dalam proses

fotosintesis adalah air. Peran penting air bagi proses fotosintesis adalah sebagai bahan baku fotosintesis dan dalam mekanisme membuka dan menutupnya stomata (Lakitan 1993). Dengan adanya aktivitas cacing tanah, maka tanah akan menjadi lebih baik dalam hal mengikat air sehingga ketersediaan air untuk tanaman berfotosintesis dapat terjaga

### Kandungan Nutrien *Centrosema pubescens*

Kandungan nitrogen, fosfor dan kalium pada bagian atas tanaman (*shoot*) *Centrosema pubescens* pada berbagai umur pertumbuhan dan level cacing yang berbeda disajikan pada tabel 5.

Tabel 5 Kandungan nitrogen, fosfor dan kalium pada bagian atas tanaman (*shoot*) *Centrosema pubescens*

Kandungan	Umur pertumbuhan	Cacing (individu pot <sup>-1</sup> )			Rataan
		0	30	60	
		----- % -----			
Nitrogen	6	2.22±0.02	2.49±0.05	3.22±0.18	2.64±0.08a
	8	1.21±0.08	1.58±0.04	2.08±0.16	1.62±0.09b
Rataan		1.72±0.05c	2.03±0.04b	2.65±0.17a	
Fosfor	6	0.30±0.01	0.34±0.01	0.36±0.03	0.34±0.00
	8	0.29±0.02	0.34±0.00	0.36±0.01	0.33±0.06
Rataan		0.30±0.01c	0.34±0.06b	0.36±0.02a	
Kalium	6	1.23±0.09	0.99±0.16	1.17±0.07	1.13±0.11
	8	1.09±0.08	1.05±0.13	1.02±0.07	1.05±0.09
Rataan		1.16±0.10	1.02±0.74	1.10±0.07	

Huruf superskrip yang berbeda pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 5% ( $P<0.05$ ).

Kandungan nitrogen tertinggi terdapat pada umur pertumbuhan 6 MST yaitu 2.64 % sedangkan yang terendah pada umur pertumbuhan 8 MST yaitu 1.62 %. Uji statistik menunjukkan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan umur pertumbuhan ( $P<0.05$ ). Kandungan nitrogen tertinggi terdapat pada level pemberian cacing 60 ekor yaitu 2.65 % sedangkan yang terendah terdapat pada level pemberian cacing 0 ekor yaitu 1.72 %. Uji statistik menunjukkan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan level pemberian cacing ( $P<0.05$ ). Seperti diketahui, kacang sentro merupakan tumbuhan pakan dari leguminosa yang memiliki kandungan protein kasar yang tinggi. Dengan demikian kandungan nitrogen pada tanaman jenis ini akan tinggi pula. Nitrogen merupakan komponen penyusun protein dan klorofil (Mukhlis 2003). Terdapat interaksi antara pemberian bahan organik dan cacing tanah terhadap status hara tanah terutama N dan K (Anwar 2007). Ion  $\text{NO}_3^-$  merupakan bentuk ion dari N yang lebih banyak diserap oleh tanaman budidaya (Gardner *et.al* 2008 ). Kebutuhan N tersebut dapat diperoleh dari penambatan (fiksasi) oleh mikroorganisme tanah baik secara simbiosis dengan tanaman maupun hidup bebas (Mukhlis 2003).

Kandungan fosfor tertinggi terdapat pada umur pertumbuhan 6 MST yaitu 0.34 % sedangkan yang terendah pada umur pertumbuhan 8 MST yaitu 0.33 %. Uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan umur pertumbuhan ( $P < 0.05$ ). Kandungan fosfor tertinggi terdapat pada level pemberian cacing 60 ekor yaitu 0.36 % sedangkan yang terendah terdapat pada level pemberian cacing 0 ekor yaitu sebesar 0.30 %. Uji statistik menunjukkan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan level pemberian cacing ( $P < 0.05$ ). Fosfor didalam tanah ditemukan dalam bentuk organik dan anorganik yang merupakan sumber fosfor penting bagi tanaman (Ginting *et.al* 2006). Agar dapat diserap oleh tanaman, fosfor harus dalam bentuk fosfor tersedia bagi tanaman yang dapat diperoleh dari aktivitas mikroorganisme pelarut fosfor (Ginting *et.al* 2006). Dengan adanya penambahan makrofauna cacing tanah dan kotoran sapi, maka aktivitas mikroorganisme dalam tanah semakin meningkat. Aktivitas makrofauna cacing tanah yang ditambahkan menyebabkan fraksinasi bahan organik berukuran kasar menjadi serpihan lebih halus sehingga memperbesar luas permukaan bahan organik (Saraswati *et.al* 2006). Dengan semakin besarnya luas permukaan bahan organik tersebut, maka kemungkinan kontak antara mikroorganisme dengan bahan organik tersebut semakin besar.

Kandungan kalium tertinggi terdapat pada umur pertumbuhan 6 MST yaitu 1.13 % sedangkan yang terendah pada umur pertumbuhan 8 MST yaitu 1.05 %. Uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan umur pertumbuhan ( $P < 0.05$ ). Kandungan kalium tertinggi terdapat pada level pemberian cacing 0 ekor yaitu 1.16 % sedangkan yang terendah terdapat pada level pemberian cacing 30 ekor yaitu 1.02 %. Uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan level pemberian cacing ( $P < 0.05$ ). Penelitian Bastian (2014) melaporkan bahwa level pemberian cacing tanah tidak berpengaruh terhadap kandungan N, P dan K *Centrosema pubescens*. Hasil yang berbeda terutama pada kandungan N dan P ini diduga karena jumlah level pemberian cacing pada penelitian sebelumnya lebih sedikit dibandingkan dengan penelitian ini, yaitu 0, 16 dan 32 ekor saja.

### **Populasi cacing**

Jumlah dan bobot cacing pada awal dan akhir pemeliharaan dengan level pemberian cacing 30 ekor disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Jumlah dan bobot cacing awal dan akhir pemeliharaan level pemberian 30 ekor cacing

Umur pertumbuhan (mst)	Level pemberian cacing (individu pot <sup>-1</sup> )			
	30			
	Awal		Akhir	
	Jumlah (individu pot <sup>-1</sup> )	Bobot (g)	Jumlah (individu pot <sup>-1</sup> )	Bobot (g)
2	30.00±0.00	10.67±0.76	27.67±0.57	9.33±0.28
4	30.00±0.00	11.17±1.04	26.00±1.00	9.67±1.75
6	30.00±0.00	11.17±1.04	26.00±2.64	9.33±0.57
8	30.00±0.00	11.00±0.50	11.00±2.00	2.67±1.04

Jumlah dan bobot cacing pada awal dan akhir pemeliharaan dengan level pemberian cacing 30 ekor disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 Jumlah dan bobot cacing awal dan akhir pemeliharaan level pemberian 60 ekor cacing

Umur pertumbuhan (mst)	Level pemberian cacing (individu pot <sup>-1</sup> )			
	60			
	Awal		Akhir	
	Jumlah (individu pot <sup>-1</sup> )	Bobot (g)	Jumlah (individu pot <sup>-1</sup> )	Bobot (g)
2	60.00±0.00	21.50±0.86	57.66±0.57	20.50±0.50
4	60.00±0.00	22.33±1.75	56.00±1.00	19.33±1.04
6	60.00±0.00	21.16±1.60	50.66±2.51	16.17±1.60
8	60.00±0.00	21.83±0.28	21.33±1.52	8.00±0.50

Berdasarkan data pada Tabel 6 dan Tabel 7, populasi cacing pada kedua level pemberian cacing (30 dan 60 ekor) menurun sangat drastis pada umur pertumbuhan 8 minggu setelah tanam. Pada level pemberian 30 ekor cacing, jumlah cacing pada minggu kedelapan menjadi hanya 11 ekor dengan bobot 2.66 g. Sedangkan pada level pemberian 60 ekor cacing jumlah cacing pada minggu kedelapan menjadi 21 ekor dengan bobot 8 g. Cacing tanah dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangannya, diantaranya suhu dan pH (Elidar 2009). Cacing tanah *E.foetida* mengalami perkembangan yang baik pada suhu 25<sup>0</sup>C (Venter dan Reinecke 1988). Cacing tanah dapat berkembang dengan baik pada pH sedikit asam hingga netral. Media yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah latosol dramaga yang memiliki pH 5.9-6.4 yang masih termasuk dalam kisaran pH sedikit asam hingga netral.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Pemberian cacing tanah *E.foetida* hanya berpengaruh terhadap laju pertambahan jumlah daun *Centrosema pubescens* sedangkan pada laju pertambahan tinggi vertikal dan laju pertambahan indeks luas daun tidak berpengaruh. Umur pertumbuhan mempengaruhi laju tinggi vertikal, laju pertambahan jumlah daun dan laju pertambahan indeks luas daun *Centrosema pubescens*. Pemberian cacing tanah *E.foetida* berpengaruh terhadap produksi biomassa *Centrosema pubescens* pada umur pertumbuhan 6 MST dan 8 MST sedangkan pada umur pertumbuhan 2 MST dan 4 MST tidak berpengaruh. Level pemberian cacing tanah *E.foetida* memberikan pengaruh pada kandungan nitrogen dan phosphor *Centrosema pubescens* namun tidak berpengaruh pada kandungan kalium.

### Saran

Pemberian cacing dilakukan secara bertahap selama pemeliharaan untuk menjaga daya hidup cacing.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji, T.G. 2009. Pengaruh Pemangkasan Dengan Jumlah Cabang Berbeda terhadap Pertumbuhan vegetatif dan generatif Rosela (*Hibiscus sabdariffa*). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Anwar, E.K. 2009. Efektivitas Cacing Tanah *Pheretima hupiensis*, *Edrellus* sp. dan *Lumbricus* sp. dalam Proses Dekomposisi Bahan Organik. Balai Penelitian Tanah, Puslitbang Tanah dan Agroklimat. 14(2): 149-158.
- Asih, T.A. 2013. Efek Populasi Cacing *Eisenia foetida* Savigny, Kapur dan Pupuk NPK Terhadap Aspek Kualitas Nutrisi dan Produktivitas *Centrosema pubescens* Benth pada Latosol Dramaga [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Atmaja, R.S. 2013. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Skala Usaha Pemeliharaan Ternak Kambing Di Kecamatan Limboro Kabupaten Polman [Skripsi]. Fakultas Peternakan Universitas Hasanudin: Makassar.
- Bastian, G. 2014. Produktivitas *Centrosema pubescens* terhadap Pemberian Vermikompos dan Cacing Tanah *Eisenia foetida* pada Tanah Latosol Dramaga [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Elidar, P. 2009. Peran Cacing Tanah *Eisenia foetida* dan *Lumbricus rubellus* Dalam Mengonsumsi Sampah Organik [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Fahn, A. 1992 Anatomi Tumbuhan. PT Gramedia: Jakarta.

- Gardner, F.P., Pearce, R.B., Mitchell, R.L. 2008. Fisiologi Tanaman Budidaya. UI-Press: Jakarta.
- Ginting, R.C.B., Saraswati, R., Husen, E. 2006. Mikroorganisme Pelarut Fosfat. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian: Jawa Barat. 141-158
- Goldsworthy, P. R dan N. M. Fisher. 1992. *Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik* (terjemahan). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lakitan, B. 1993. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. PT. Rajagrafindo Persada: Jakarta.
- Lingga, P. 2005. Hidroponik, Bercocok Tanam Tanpa Tanah. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Mas'ud, P. 1993. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa: Bandung.
- Mukhlis. 2003. Pergerakan Unsur Hara Nitrogen dalam Tanah. USU digital library: Sumatera Utara.
- Prawiradiputra, B.R. 2011. Pasang Surut Penelitian dan Pengembangan hijauan Pakan Ternak di Indonesia. Balai Penelitian Ternak: Bogor.
- Rukmana, R.H. 2005. Budidaya Rumput Unggul Hijauan Makanan Ternak. Kanisius: Yogyakarta.
- Saraswati, R., Santosa, E., Yuniarty, E. 2006. Organisme Peombak Bahan Organik. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian: Jawa Barat. 211-230.
- Sudarsono, J. 1991. Tanaman Makanan Ternak Tropika. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Venter, J.M and A.J. Reinecke. 1988. The Life cycle of compost worm *Eisenian foetida* (Oligochaeta). South African journal of Zoology 23 : 161 – 165.
- Yulipriyanto. 1993. Mengenal Jenis-jenis Cacing Tanah Asli Indonesia dan Kemungkinan Pemanfaatannya. Cakrawala Pendidikan. 1: 95-105.