

**KERAGAMAN DAN LAYANAN EKOLOGI MAKROFAUNA EPIGEIK PADA PERTANAMAN  
WORTEL (*Daucus carota* L.) YANG DIBERI BERBAGAI IMBANGAN  
PUKUP ORGANIK DAN ANORGANIK**  
*Diversity and Ecological Services of Epigeic Macrofauna in Carrot Crop (*Daucus carota* L.) with  
Some Proportions of Organic and Inorganic Fertilizers*

**Widyatmani Sih Dewi<sup>\*i</sup>, Putri Handayani<sup>\*\*</sup>, dan Sumani<sup>\*</sup>**

<sup>\*</sup>Jurusan Ilmu Tanah, Fak. Pertanian UNS, Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta, Jawa Tengah 57126

<sup>\*\*</sup>Alumni Fak. Pertanian UNS

**ABSTRACT**

*Recently ecological services by macrofauna diversity to sustainable production function of agroecosystem got a lot of attention. Epigeic macrofauna is diverse of macrofaunas which their life and activities are on the land surface, act as decomposer, litter transformer, and predator, so they are important to keep ecosystem stability. Inorganic fertilizer usage continually on carrot crop without organic fertilizer can reduce soil macrofauna diversity. Improvement can be done by the use of organic and inorganic fertilizer equally. The aim of this research was to measure epigeic macrofauna diversity and their ecological services to carrot production by giving some proportions of organic and inorganic fertilizer. The research conducted in the end of December 2007 in a farmer field in Tawangmangu. It use RAKL (Random Completely Block Design) with single factor treatment. The treatment was fertilizer type usage proportion of organic and inorganic fertilizer. They were composed of 9 proporsition composition as follows: control, 50% inorganic fertilizer, 100% inorganic fertilizer, 50% organic fertilizer, 50% organic fertilizer added by 50% inorganic fertilizer, 50% organic fertilizer added by 100% inorganic fertilizer, 100% organic fertilizer, 100% organic fertilizer added by 50% inorganic fertilizer, 100% organic fertilizer added by 100% inorganic fertilizer. 100% inorganic fertilizer were composed of Urea 150 kg ha<sup>-1</sup>, SP 36 200 kg ha<sup>-1</sup>, and KCL 100 kg ha<sup>-1</sup>. 100% dosage organic fertilizer was 20 tons ha<sup>-1</sup>. To recognize the treatment effect is done by F test and close relationship among variables tested by correlation analysis. The result showed that organic and inorganic fertilizer proportion didn't significant to diversity, population dencity and biomass epigeic macrofauna, but affected to  $\beta$  caroten content of carrot. Hymenoptera was dominant macrofauna in carrot crop. Macrofauna function to increase  $\beta$  caroten of carrot is indirect.*

*Key words: fertilizer proportion, epigeic macrofauna,  $\beta$  caroten, Hymenoptera, ecological service*

<sup>i</sup>Korespondensi: [wsdewi2000@yahoo.com](mailto:wsdewi2000@yahoo.com)

**PENDAHULUAN**

Dewasa ini layanan ekologi oleh keragaman makrofauna terhadap keberlanjutan fungsi produksi suatu agroekosistem mendapat banyak perhatian para ahli (Jackson, 2005). Makrofauna berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan berbagai proses biogeokimia di dalam tanah (Giller *et al.*, 1997; Lavelle and Fragoso, 2000).

Makrofauna adalah avertebrata yang memiliki panjang tubuh > 1 cm, lebar tubuh 2

mm dan 90% atau lebih spesimennya kasat mata (Brown *et al.*, 2001). Makrofauna epigeik adalah beragam makrofauna yang kehidupan dan aktifitasnya berada di permukaan tanah, terutama berperan sebagai dekomposer, litter transformer, dan predator sehingga sangat penting dalam menjaga keseimbangan agroekosistem (Fragoso, 1997; Wardle, 2004).

Berbagai praktek pengelolaan lahan pertanian dapat meningkatkan ataupun menurunkan keragaman makrofauna tanah,

namun pendapat umum menyatakan bahwa pengelolaan lahan secara intensif dapat menurunkan keragaman makrofauna tanah (Giller *et al.*, 1997; Marie Izac, 2004). Penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus, tanpa diimbangi dengan pemberian pupuk organik diduga berdampak terhadap keragaman makrofauna dan layanan ekologi yang diberikannya, namun data kuantitatif belum tersedia.

Pupuk anorganik lebih cepat tersedia bagi tanaman dan kandungan haranya tinggi tetapi bila digunakan terus menerus dapat menyebabkan degradasi kesuburan tanah. Pupuk organik lebih ramah lingkungan dan sebagai pemasok energi dan pakan bagi organisme tanah, kandungan haranya relatif lebih rendah dan lebih lambat tersedia dari pada pupuk anorganik. Pupuk organik dan anorganik mempunyai sifat dan karakteristik yang berbeda, namun jika digunakan bersama-sama dapat saling melengkapi. Oleh karena itu dipandang perlu untuk meneliti pengaruh imbalan pupuk anorganik dan organik terhadap kehidupan makrofauna tanah.

Wortel (*Daucus carota* L.) merupakan komoditas unggulan daerah Tawangmangu, Jawa Tengah sehingga penting ditingkatkan kuantitas dan kualitas umbinya. Kebutuhan hara tanaman wortel adalah 150 kg pupuk N, 225 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan 100 kg K<sub>2</sub>O per hektar lahan, namun sayangnya ketersediaan hara N, P, K dalam tanah relatif rendah, sehingga perlu pemupukan (Cahyono, 2002). Layanan ekologi makrofauna terhadap pertumbuhan dan produksi wortel belum banyak dilakukan. Berdasarkan pada permasalahan maka perlu dilakukan penelitian keragaman dan layanan ekologi makrofauna epigeik pada pertanaman wortel yang diberi berbagai imbalan pupuk organik dan anorganik. Tujuan dari penelitian ini adalah mengukur keragaman makrofauna epigeik dan dampak ekologinya terhadap produksi dan hasil wortel yang diberi

berbagai imbalan pupuk organik dan anorganik.

## **BAHAN DAN METODA**

### **A. Deskripsi Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian telah dilaksanakan di lahan percobaan, di Desa Blumbang, Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah, pada bulan September hingga Desember 2007. Secara astronomis, lokasi penelitian terletak pada 7°39'42,16" LS dan 111°9'7,49" BT, dengan ketinggian tempat antara 650-1800m dpl. Berdasarkan klasifikasi iklim oleh Oldeman, daerah Blumbang termasuk iklim tipe C3 (Tjasyono, 2004), dengan rata-rata curah hujan selama 10 tahunan terakhir adalah 3083 mm tahun<sup>-1</sup>, terdiri atas 7 bulan basah dan 4 bulan kering.

Tanah di lokasi penelitian termasuk Ordo Andisols dengan pH NaF adalah 10,0 dan BV sebesar 0,80 g/cm<sup>3</sup>. Kemasaman tanah tergolong agak masam (pH H<sub>2</sub>O 6,50) dengan kandungan bahan organik tanah relatif sangat tinggi (6,8%). Porositas tanah sekitar 43,5 % dengan laju permeabilitas sangat cepat (36,95 ml/jam cm<sup>2</sup>). Tekstur tanah geluh dengan proporsi lempung 11,04%, debu 42,92%, dan pasir 46,04%. Rata-rata suhu tanah sekitar 20,5 °C dan memiliki kelengasan tanah rata-rata 12,45%. Berdasarkan pada berbagai sifat tanah dan kondisi iklim mikro tersebut maka tanah di lokasi penelitian cocok untuk budidaya pertanian, termasuk wortel.

Identifikasi makrofauna dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah, sedangkan analisis kimia dan fisika tanah dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.

### **B. Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini meliputi: pupuk kandang bokasi, pupuk anorganik (urea, SP 36 dan

KCl), benih wortel, alkohol 10%, larutan detergen, dan khemikalia untuk analisis laboratorium. Sedangkan alat-alat yang digunakan antara lain seperangkat alat pengolah lahan, alat pemeliharaan tanaman wortel, alat penanganan pasca panen, atau perangkap jebak (*pit fall-trap*) dari gelas plastik, bambu, karet, cethok, pinset, kuas, nampan plastik, flakon, ember, alat tulis, kertas label, mikroskop dan cawan petri, alat-alat laboratorium lainnya dan kamera.

### **C. Perancangan Penelitian**

Penelitian ini berupa percobaan lapangan, menggunakan rancangan lingkungan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL), dengan perlakuan faktor tunggal. Adapun perlakuan tersebut adalah imbalanced jenis pupuk organik dan anorganik, yang terdiri dari 9 komposisi imbalanced, sebagai berikut: (1) Kontrol, (2) 50 % pupuk anorganik, (3) 100 % pupuk anorganik, (4) 50 % pupuk organik, (5) 50 % pupuk organik + 50 % pupuk anorganik, (6) 50 % pupuk organik + 100 % pupuk anorganik, (7) 100 % pupuk organik, (8) 100 % pupuk organik + 50 % pupuk anorganik, dan (9) 100 % pupuk organik + 100 % pupuk anorganik. Kombinasi perlakuan yang masing-masing diulang 3 kali.

Pupuk organik yang digunakan adalah pupuk bokasi, sedangkan pupuk anorganik yang digunakan adalah Urea, SP36, dan KCl. 100% Dosis pupuk anorganik yang digunakan per hektar adalah Urea 150 kg ha<sup>-1</sup>, SP 36 200 kg ha<sup>-1</sup>, dan KCl 100 kg ha<sup>-1</sup>. 100% dosis pupuk organik adalah 20 ton ha<sup>-1</sup>.

Variabel yang diamati meliputi: jenis makrofauna fauna (taxa Ordo) dan frekwensi temuan, kepadatan, biomasa, dan nisbah kepadatan/biomasa, produksi dan kandungan beta karoten dalam wortel.

Untuk menangkap makrofauna epigeik digunakan *pit-fall trap* berupa gelas plastik, yang telah diisi larutan deterjen, dan diberi sungkup plastik pada bagian atasnya. *Pit-fall*

*trap* ditanam selama 24 jam. Setiap petak perlakuan ditanam 3 *pit-fall trap*. Makrofauna yang terperangkap selanjutnya diidentifikasi di laboratorium, dan spesimen diawetkan dalam botol plastik yang berisi alkohol 75%.

### **D. Analisis Data**

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dilakukan uji F pada taraf kepercayaan 95%, jika berpengaruh nyata kemudian dilanjutkan uji rerata Duncan. Keeratan hubungan antar variabel diuji dengan analisis korelasi, sedangkan pola hubungan fungsional antar variabel dilakukan uji regresi.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **A. Keragaman makrofauna dan frekwensi temuan sebelum tanam dan saat panen**

Keragaman makrofauna tanah diukur dua kali yakni sebelum tanam dan sehari sebelum panen. Keragaman makrofauna ditentukan hanya sebatas taxa Ordo. Frekwensi adalah tingkat seringnya makrofauna ditemukan dalam sejumlah *pitfall* yang dipasang. Hasil identifikasi makrofauna yang aktif di permukaan tanah dan frekwensi temuannya sebelum tanam dan pada saat panen disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, banyaknya ordo yang ditemukan sebelum tanam ada 16 ordo sedangkan setelah panen hanya ditemukan 10 ordo. Hal tersebut diduga karena sebelum tanam, lahan dalam kondisi bera dan banyak ditumbuhi berbagai semak-semak sehingga nyaman bagi berbagai makrofauna epigeik. Setelah ditanami wortel, maka tanaman yang tumbuh hanya wortel saja (monokultur) sehingga kurang nyaman bagi sejumlah makrofauna tertentu.

Hymenoptera dan Coleoptera merupakan ordo makrofauna dominan di pertanaman wortel karena di temukan baik sebelum tanam maupun setelah panen dengan frekwensi temuan yang tinggi (9 *pitfall* saat sebelum tanam dan 7 hingga 8

Tabel 1. Ordo makrofauna yang aktif di permukaan tanah sebelum dan setelah panen dan rata-rata jumlah individunya per *pitfall-trap*

Ordo	Temuan		Frekwensi		Peran
	S	P	S	P	
Hymenoptera	v	v	9	8	Dekomposer, hama, predator, s.e.e
Coleoptera	v	v	9	7	Predator, dekomposer
Diptera	v	v	9	1	Predator
Collembola	v	-	5	-	Dekomposer
Orthoptera	v	-	5	-	Hama
Araneida	v	v	5	4	Predator
Isoptera	v	v	2	1	Hama, dekomposer, s.e.e
Lepidoptera	v	-	2	-	-
Homoptera	v	-	1	-	-
Protura	v	-	1	-	-
Odonata	v	-	1	-	-
Diplura	v	v	1	1	Dekomposer
Dermaptera	v	v	1	1	Predator
Mecoptera	v	-	1	-	-
Hemiptera	v	-	1	-	-
Chilopoda	v	v	1	1	Predator
Diplopoda	-	v	-	1	Predator
Thysanura	-	v	-	1	Hama

Keterangan: v = ditemukan, - = tidak ditemukan, S = sebelum tanam, P = saat panen; s.e.e.= *soil ecosystem engineer*

*pitfall* setelah panen). Ordo Hymenoptera yang ditemukan adalah famili Formicidae atau sering dikenal dengan semut. Hymenoptera memiliki habitat di segala tempat, baik di pepohonan maupun bersarang di dalam tanah. Sebagai dekomposer, semut menguraikan senyawa-senyawa organik, sedangkan sebagai predator semut memangsa berbagai hama misalnya kepik hijau, ulat pemakan daun dan buah, kutu, bahkan dapat mengusir tikus (Van Mele dan Thu Cuc, 2004), sehingga berperan penting sebagai pengendali hayati. Sebagai hama, semut seringkali memakan bagian tanaman.

Coleoptera atau kumbang dapat hidup di permukaan maupun dalam tanah. Pada ordo ini ditemukan 4 famili diantaranya adalah Staphylinidae, Erotylidae, Chrysomelidae, dan Cleridae. Diantara keempat famili tersebut yang paling dominan adalah Staphylinidae. Kumbang ini berwarna hitam atau coklat dan berukuran cukup beragam yang paling besar panjangnya adalah 25 mm (Borror et al.,

1992). Kumbang berperan sebagai predator yang melindungi tanaman wortel dari serangan hama. Kumbang ada juga yang suka hidup pada kotoran ternak sehingga berperan penting sebagai dekomposer.

Berdasarkan hasil uji F maka pemberian imbalan pupuk organik dan anorganik berpengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap banyaknya ordo. Hal tersebut diduga karena makrofauna yang aktif di permukaan tanah memiliki mobilitas yang tinggi dalam mencari sumber makanan sehingga bergerak secara leluasa dari tempat yang satu ke tempat yang lainnya.

#### B. Kepadatan (K), biomasa (B) dan estimasi berat individu (nisbah B/K) sebelum tanam dan saat panen

Kepadatan populasi makrofauna diukur berdasarkan banyaknya individu yang tertangkap dalam *pitfall trap*. Biomasa ditentukan berdasarkan berat segar per ordo, dan berat per individu diestimasi berdasarkan perhitungan nisbah biomassa/kepadatan.

Kepadatan populasi, biomasa, dan estimasi berat per individu (B/K) makrofauna yang aktif di permukaan tanah sebelum perlakuan disajikan pada Tabel 2, sedangkan setelah panen disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 2. Hymenoptera memiliki kepadatan populasi tertinggi yaitu 7,33 ekor/tangkapan, dengan biomasa 0,02 g/tangkapan, dan estimasi berat per individu 0,002 g/ekor. Coleoptera kepadatan populasinya 2,89 ekor/tangkapan, dengan biomasa 0,03 g/tangkapan dan estimasi berat per individu 0,009 g/ekor. Berdasarkan pada kepadatan, biomasa dan estimasi ukuran per individu maka kedua ordo tersebut merupakan makrofauna yang penting diperhatikan berkaitan dengan fungsinya pada ekosistem tanah.

Berdasarkan hasil uji F adanya perlakuan imbalan pupuk organik dan anorganik berpengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kepadatan, biomassa dan berat per individu makrofauna epigeik setelah panen. Pada Tabel 3 disajikan data kepadatan, biomasa, dan nisbah B/K makrofauna epigeik setelah panen.

Dua ordo dominan yang ditemukan setelah panen adalah Hymenoptera (semut) dan Coleoptera (kumbang). Hymenoptera ditemukan hampir pada semua perlakuan, kecuali kontrol, sedangkan ordo lainnya sangat bervariasi antar perlakuan. Coleoptera ditemukan pada enam perlakuan, kecuali pada 50% pupuk organik, dan 50 % pupuk organik + 100 % pupuk anorganik.

Kepadatan populasi Hymenoptera tertinggi ditemukan pada perlakuan imbalan 100%:100% pupuk organik dan anorganik dengan kepadatan populasi 6 ekor/tangkapan, biomasa 0,018 g/tangkapan dan estimasi ukuran tiap individunya 0,003 g/ekor. Kepadatan populasi Hymenoptera berhubungan erat dengan kadar lengas tanah ( $r = 0,53^*$ ), sedangkan biomasa berhubungan erat dengan kadar lengas ( $r = 0,39^*$ ) dan P tersedia tanah ( $r = 0,40^*$ ). Kadar lengas tanah dipengaruhi oleh vegetasi penutup tanah, semakin rapat vegetasi maka semakin tinggi kadar lengasnya. Umumnya pada tanah yang rendah kadar airnya kepadatan hewan tanah rendah (Suin, 1997). Semut pada umumnya menyukai tanah yang tidak begitu lembab.

Tabel 2. Rata-rata Kepadatan (K), Biomasa (B) dan Estimasi berat per individu (B/K) setiap ordo makrofauna yang aktif di permukaan tanah pada kondisi sebelum perlakuan

Ordo	K (ekor/tangkapan)	B (g/tangkapan)	B/K (g/ekor)
Hymenoptera	7,33	0,0150	0,002
Homoptera	0,33	0,0010	0,002
Coleoptera	2,89	0,0260	0,009
Diptera	1,56	0,0040	0,002
Collembola	0,78	0,0010	0,001
Orthoptera	0,78	0,0150	0,019
Araneida	1,33	0,0100	0,007
Protura	0,11	0,0001	0,001
Odonata	0,11	0,0001	0,001
Isoptera	0,22	0,0040	0,017
Diplura	0,11	0,0001	0,001
Lepidoptera	0,33	0,0030	0,010
Dermaptera	0,11	0,0001	0,001
Mecoptera	0,11	0,0001	0,001
Hemiptera	0,11	0,0040	0,001
Chilopoda	0,11	0,0040	0,034

Keterangan: K: Kepadatan populasi, B: Biomasa, B/K: Biomassa/ Kepadatan populasi

Tabel 3. Kepadatan(K), Biomasa(B), dan Estimasi berat per individu (B/K) setiap ordo

Ordo	1			2			3			4			5		
	K	B	B/K	K	B	B/K	K	B	B/K	K	B	B/K	K	B	B/K
Coleoptera	3	0,025	0,008	0	0	0	3	0,019	0,006	3	0,029	0,01	1	0,002	0,002
Diptera	1	0,005	0,005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hymenoptera	0	0	0	4	0,012	0,003	2	0,009	0,005	1	0,003	0,003	3	0,065	0,021
Araneida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,031	0,031
Isoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,024	0,024
Diplura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chilopoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diplopoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dermaptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thysanura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ordo	6			7			8			9		
	K	B	B/K	K	B	B/K	K	B	B/K	K	B	B/K
Coleoptera	0	0	0	2	0,022	0,011	2	0,025	0,013	1	0,011	0,011
Diptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hymenoptera	3	0,006	0,002	2	0,006	0,003	2	0,018	0,009	6	0,018	0,003
Araneida	1	0,031	0,031	0	0	0	1	0,031	0,031	1	0,031	0,031
Isoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diplura	1	0,004	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chilopoda	0	0	0	0	0	0	1	0,004	0,004	0	0	0
Diplopoda	0	0	0	0	0	0	2	0,073	0,037	0	0	0
Dermaptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,007	0,007
Thysanura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,009	0,009

Ket : 1: kontrol, 2: 50 % pupuk anorganik, 3: 100 % pupuk anorganik, 4: 50 % pupuk organik, 5: 50 % pupuk organik + 50 % pupuk anorganik, 6: 50 % pupuk organik + 100 % pupuk anorganik, 7: 100 % pupuk organik, 8: 100 % pupuk organik + 50 % pupuk anorganik, 9: 100 % pupuk organik + 100 % pupuk anorganik, K: Kepadatan populasi (ekor/tangkapan), B: Biomasa (g/tangkapan), B/K: Biomasa/Kepadatan populasi (g/ekor)

Keberadaan semut kemungkinan dapat meningkatkan proses dekomposisi bahan organik bokasi yang diberikan sehingga secara tidak langsung meningkatkan ketersediaan P tanah.

Dalam penelitian ini estimasi ukuran individu Hymenoptera berkorelasi positif nyata dengan bobot isi ( $r = 0,45^*$ ), N total ( $r = 0,42^*$ ), dan K tersedia ( $r = 0,43^*$ ). Bobot isi tanah di lokasi penelitian adalah  $0,80 \text{ g/cm}^3$  sehingga struktur tanah sangat remah dan nyaman bagi habitat semut. Semakin besar ukuran semut diduga semakin besar peranannya terhadap ketersediaan hara N dan K tanah.

### C. Produksi dan Kualitas wortel

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian imbalan pupuk organik dan anorganik berpengaruh tidak nyata ( $p > 0,05$ )

terhadap berat wortel namun berpengaruh nyata terhadap ( $p < 0,05$ ) kualitas wortel. Rata-rata berat wortel dan kandungan  $\beta$  karoten disajikan pada Tabel 4.

Berat wortel tertinggi pada perlakuan imbalan 100% organik + 100% anorganik (perlakuan 9) yaitu  $53,04 \text{ ton ha}^{-1}$  sedangkan terendah pada kontrol dan perlakuan 50% pupuk organik yaitu  $33,91 \text{ ton ha}^{-1}$  (Tabel 4). Pemupukan menambah ketersediaan hara bagi tanaman wortel dan dimanfaatkan untuk peningkatan berat wortel.

Karoten ( $\text{C}_{40}\text{H}_{56}$ ) adalah pigmen berwarna oranye yang penting untuk fotosintesis. Kandungan  $\beta$  karoten dalam wortel tertinggi pada perlakuan 100% anorganik ( $25,47 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) dan terendah pada perlakuan 100% organik. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh pemberian pupuk terhadap kandungan  $\beta$  karoten dalam

wortel sangat bervariasi. Kandungan  $\beta$  karoten dalam wortel berkorelasi positif nyata dengan kepadatan populasi ( $r = 0,55^{**}$ ) dan biomas Hymenoptera ( $r = 0,46^*$ ). Pengaruh populasi dan biomasa semut terhadap kandungan  $\beta$  karoten dalam wortel bersifat tidak langsung melalui ketersediaan hara N, P, dan K dalam tanah.

Tabel 4. Rata-rata berat dan kandungan  $\beta$  karoten pada wortel

Perlak	Berat Wortel	$\beta$ Karoten
	Ton Ha <sup>-1</sup>	mg 100 g <sup>-1</sup>
1	33,91	16,09
2	43,20	22,65
3	42,31	25,47
4	33,91	19,08
5	47,20	20,73
6	47,69	16,13
7	49,11	1,34
8	47,71	21,48
9	53,04	24,31

Ket: 1: kontrol, 2: 50 % pupuk anorganik, 3: 100 % pupuk anorganik, 4: 50 % pupuk organik, 5: 50 % pupuk organik + 50 % pupuk anorganik, 6: 50 % pupuk organik + 100 % pupuk anorganik, 7: 100 % pupuk organik, 8: 100 % pupuk organik + 50 % pupuk anorganik, 9: 100 % pupuk organik + 100 % pupuk anorganik

#### D. Hubungan antara populasi makrofauna epigeik dengan produksi dan kualitas wortel

Pada lahan pertanian terdapat interaksi antara tanaman, tanah, dan makrofauna. Perubahan vegetasi di permukaan tanah akan berpengaruh terhadap iklim mikro dan

kondisi tanah sehingga pada akhirnya akan berpengaruh terhadap kehidupan makrofauna. Aktivitas makrofauna juga akan berpengaruh terhadap pertumbuhan maupun hasil tanaman, melalui pengaruh secara langsung seperti penyerbukan dan hama, ataupun secara tidak langsung dalam berbagai proses dekomposisi dan biologi tanah.

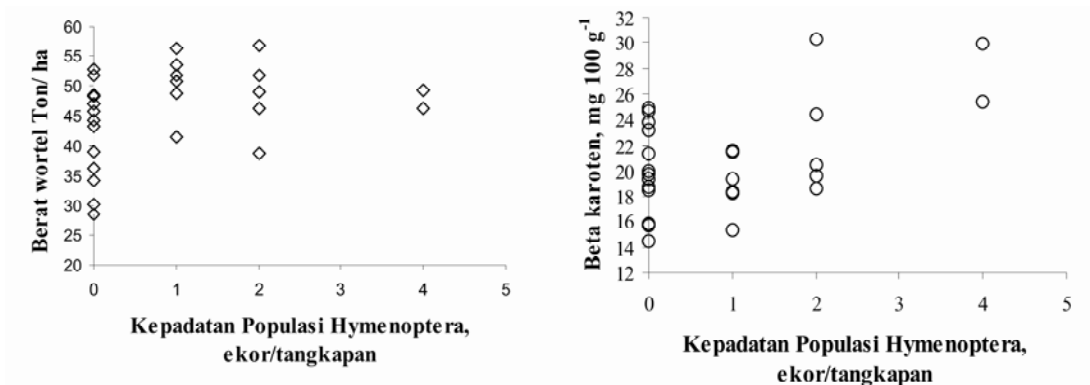
Dalam penelitian ini Hymenoptera paling responsif terhadap imbalan pupuk anorganik dan pupuk organik pada pertanaman wortel (Tabel 1 dan Tabel 3). Peningkatan kepadatan populasi dan biomasa Hymenoptera cenderung meningkatkan produksi wortel dan kandungan  $\beta$  karoten (Gambar 1A dan 1B).

Peran Hymenoptera terhadap perbaikan produksi dan kualitas wortel tampaknya bersifat tidak langsung melalui peningkatan ketersediaan hara N, P, dan K tanah (data tidak disajikan). Sebagai dekomposer, layanan ekologi yang dapat diberikan oleh Hymenoptera dapat ditingkatkan melalui kontinuitas ketersediaan sisa organik di lahan pertanian, baik dalam bentuk pupuk organik maupun pengembalian sisa panen.

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

- Berbagai perlakuan imbalan pupuk organik bokasi dan dosis pupuk anorganik



Gambar 1. Kepadatan Populasi Hymenoptera (ekor/tangkapan) dengan Berat Wortel (ton/ha) (A) dan Beta Karoten (mg 100g<sup>-1</sup>) (B)

- tidak berpengaruh secara jelas terhadap keragaman, kepadatan populasi, biomasa, dan estimasi ukuran biomasa makrofauna epigeik pada pertanaman wortel di Tawangmangu.
2. Hymenoptera (semut) merupakan makrofauna yang paling dominan pada sistem pertanaman wortel yang diberiimbangan pupuk organik dan anorganik. Kepadatan populasi semut = 7 ekor/tangkapan, biomasa = 0,02 g/tangkapan, dan estimasi ukuran per individu = 0,09 g/tangkapan.
  3. Kehidupan Hymenoptera berhubungan sangat erat dengan kelengasan tanah.
  4. Kandungan  $\beta$  beta karoten tertinggi ditunjukkan pada pemberian 100% pupuk anorganik yaitu 25,47 mg 100 gr<sup>-1</sup>.
  5. Layanan ekologi yang diberikan oleh Hymenoptera bersifat tidak langsung melalui peningkatan ketersediaan hara, mengingat bahwa Hymenoptera berperan sebagai dekomposer dan predator hama.
- B. Saran**
- Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan identifikasi makrofauna hingga taxa yang lebih rendah sehingga layanan ekologi yang diberikan oleh masing-masing taxa makrofauna bagi lahan pertanian akan tampak lebih jelas.
- UCAPAN TERIMA KASIH**
- Ucapan terima kasih disampaikan kepada Drs. Joko Winarno, MSi. yang telah mendanai penelitian ini melalui Program Hibah A2, Jurusan Ilmu Tanah, Fak Pertanian Univ. Sebelas Maret Surakarta.
- DAFTAR PUSTAKA**
- Borror, D. J. C. A., Triplehorn dan N. F. Johnson. 1992. *Tengenalan Pelajaran Serangga*. Penerjemah : Soetiyono. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Cahyono, B. 2002. Teknik budi daya dan analisis usaha tani wortel. Kanisius. Yogyakarta.
- Fragoso, C., Brown, G. G., Patron, J. C., Blanchavt, E., Lavelle, P., pashanasi, B., senapati, b. and kumar, T. 1997. Agricultural Intensification, Soil Biodiversity and Agroecosystem Function in the Tropics.: the role of earthworms. *Applied Soil Ecology* 6:17-35.
- Giller, K. E. , Beare, M. H., Lavelle, P., Izac, A. M. N. And swift, M. J.. 1997. Agriculture intensification , soil biodiversity, and agroecosystem function. *Applied Soil Ecology* 6:3-16.
- Jackson, L., Bawa, K., Pascual, U., and Perrings, C. 2005. AgroBIODIVERSITY: A new science agenda for biodiversity in support of sustainable agroecosystems. DIVERSITAS Report No. 4. 40 pp. [www.diversitas-international.org/cross\\_agriculture.html](http://www.diversitas-international.org/cross_agriculture.html)
- Lavelle, P. and Fragoso, C. 2000. Soil Macrofauna : an endangered resource in a changing world. Report of an International Workshop held in Bondy (France) 19-23 June 2000. I.B.O.Y. 2000 ( International Biodiversity Observation Year).
- Marie Izac, A. 2004. Agricultural intensification, soil biodiversity and ecosystem function. <http://economics.iucn.org>, diakses Juni 2005.
- Tjasyono, B, 2004. *Klimatologi*. Edisi kedua. Penerbit ITB. Bandung.
- Van Mele, P. Dan Thu Cuc, N. 2004. Semut Sahabat Petani: meningkatkan hasil buah-buahan dan menjaga kelestarian lingkungan bersama semut rangrang. Terjemahan Rahayu, S. World Agroforestry Centre (ICRAF), 61 pp.
- Wardle, D. A., Bardgett, R. D., Klironomos, J. N., Setälä, H., van der Putten, W. H. And Hall, D. H., 2004. Ecological Linkages Between Aboveground and Belowground Biota. *SCIENCE* Vol. 304. pp. 1629-1633.