

Pengaruh Biostarter Pengurai Bahan Organik Terhadap Kapasitas Infiltrasi Air dan Struktur Komunitas Mesofauna Tanah

¹Latifah Fitria Andriani, Rully Rahadian, Mochammad Hadi
Laboratorium Ekologi dan Biosistemika Jurusan Biologi FSM Undip
Email: latifahitria@gmail.com

ABSTRAK

Peran mikroorganisme dan fauna tanah dalam menentukan kualitas tanah telah diketahui cukup luas, namun perannya terhadap kapasitas infiltrasi air belum banyak dikaji. Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui pengaruh biostarter berupa inokulan mikroba komersial untuk perbaikan kualitas tanah. Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh produk biostarter terhadap struktur komunitas mesofauna tanah dan laju infiltrasi air serta korelasi antara struktur komunitas mesofauna tanah dengan kapasitas infiltrasi. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktor tunggal dengan empat perlakuan biostarter yaitu EM4, Bioklin, Mig Dec, dan Orgadec. Periode sampling dilakukan dua kali pada hari ke 30 dan hari ke 50 inkubasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan biostarter memengaruhi struktur komunitas mesofauna tanah, khususnya berpengaruh positif terhadap kelimpahan Oribatida dan Mesostigmata. Produk Orgadec secara konsisten mampu meningkatkan kelimpahan mesofauna tanah paling tinggi pada 30 hari maupun 50 hari. Laju infiltrasi pada umur inkubasi 30 hari menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada perlakuan Orgadec saja, sedangkan pada umur 50 hari, perbedaan secara nyata ditunjukkan pada perlakuan EM4, Mig Dec dan Orgadec. Secara statistik, total kelimpahan mesofauna tanah dan kelimpahan Oribatida menunjukkan perbedaan yang nyata dengan laju infiltrasi.

Keywords: biostarter, struktur komunitas, mesofauna tanah, laju infiltrasi

PENDAHULUAN

Bertambahnya penduduk yang tidak diikuti dengan penambahan lahan sebagai tempat tinggal mendorong terjadinya alih fungsi Ruang Terbuka Hijau (RTH). Berkurangnya RTH menyebabkan lahan-lahan resapan air menjadi terbatas karena dimanfaatkan untuk daerah permukiman dan perekonomian. Berkurangnya lahan resapan air, berdampak buruk bagi lingkungan, seperti timbulnya banjir dan kekeringan. Untuk mengatasi masalah banjir dan kekeringan ini, diperlukan upaya optimalisasi daya resap air hujan terutama untuk lahan-lahan minir resapan air seperti permukiman dan pusat perbelanjaan.

Salah satu upaya meningkatkan daya resap (infiltrasi) air yaitu dengan mengaplikasikan konsep biopori tanah melalui pembuatan LRB (Lubang Resapan Biopori). Wuest (2001) menyatakan bahwa biopori tanah merupakan pori yang terbentuk secara alami di dalam tanah akibat berbagai aktivitas organisme di dalamnya seperti jamur, bakteri dan fauna tanah (makrofauna, mesofauna, dan mikrofauna). Adanya fauna tanah

memberikan pengaruh terhadap banyaknya pori tanah yang terbentuk, sehingga dapat meningkatkan aerasi, drainase dan infiltrasi air ke dalam tanah. Menurut Swift *et al.* (1979 in Rahadian, 2009), walaupun mesofauna tanah memiliki peranan yang sama dengan makrofauna tanah dalam menfragmentasi bahan organik, akan tetapi mesofauna memiliki peran lebih dalam meregulasi populasi mikroorganisme tanah khususnya jamur, dibandingkan makrofauna seperti Amphipoda, Isopoda, cacing dan Molluska. Kelimpahan dan keanekaragaman mesofauna tanah juga umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan makrofauna tanah (Hopkin, 2002 in Rahadian, 2009).

Salah satu faktor yang memengaruhi struktur komunitas mesofauna tanah adalah ketersediaan nutrisi. Nutrisi tersebut dapat berupa serasah, material kayu, spora jamur, miselia jamur, bakteri, dan lain sebagainya. Scheu & Folger (2004) mengemukakan bahwa beberapa kelompok taksa mesofauna tanah yang berpotensi sebagai pembentuk biopori, lebih menyukai miselia-

miselia jamur (kapang) sebagai salah satu nutriennya. Jamur dan bakteri yang ditemukan di dalam saluran pencernaan beberapa mesofauna ini, berasosiasi dengan bahan organik sebagai substrat tumbuh yang kemudian dicerna bersama oleh mesofauna tanah.

Kemampuan jamur dan bakteri dalam menguraikan senyawa organik, mendorong berbagai industri pertanian memanfaatkan biodiversitas mikroba di alam sebagai suatu produk biostarter yang dapat bernilai komersial. Pemanfaatan produk biostarter komersial ini diharapkan dapat berpengaruh positif terhadap struktur komunitas mesofauna tanah yang secara tidak langsung dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi. Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui pengaruh biostarter berupa inokulan mikroba komersial untuk perbaikan kualitas tanah. Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh produk biostarter terhadap struktur komunitas mesofauna tanah dan laju infiltrasi air serta korelasi antara struktur komunitas mesofauna tanah dengan kapasitas infiltrasi.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan dengan menggunakan Lubang Resapan Biopori (LRB) yang dibuat dengan diameter 15 cm dan kedalaman 30 cm menggunakan bor tanah (Coyne, 1960 ; Wallwork, 1970). Setiap perlakuan menggunakan campuran jerami dan produk biostarter dengan komposisi jerami 100 gram dan 0,01 (v/v) biostarter cair (EM4, Bioklin, Mig Dec) dalam 500 ml larutan. Sedangkan untuk biostarter serbuk, jerami 100 gram dalam 500 ml air dan ditaburkan 1,25% (b/b) Orgadec.

Campuran jerami dan setiap perlakuan biostarter dimasukkan kedalam LRB, dibiarkan selama 30 hari. Substrat yang terbentuk diambil untuk diekstraksi fauna tanahnya. Kemudian dilakukan pengulangan dengan perlakuan yang sama selama 20 hari.

Pengukuran faktor fisik dan kimia dilakukan dengan mengukur suhu, pH, tekstur tanah dan kandungan bahan organik.

Ekstraksi mesofauna tanah dari substrat jerami dilakukan dengan menggunakan alat ekstraksi Tullgren Funnel yang dipanasi lampu bohlam 25 watt selama 5 hari. Mesofauna yang didapatkan dari hasil ekstraksi kemudian diawetkan dalam

alkohol 70% untuk diidentifikasi serta dihitung kelimpahan, kekayaan dan keanekaragaman taksanya (Odum, 1993).

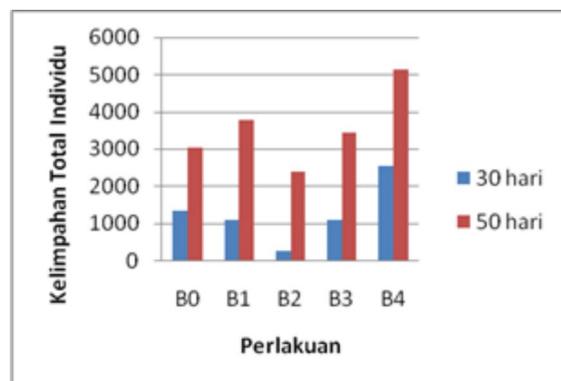
Pengukuran Laju Infiltrasi dilakukan dengan cara air sebanyak 2 liter dimasukkan ke dalam LRB kemudian waktu peresapan air diukur dengan menggunakan stopwatch. Laju infiltrasi ditentukan berdasarkan kuantitas volume air yang masuk, luas permukaan area dan waktu peresapan dengan menggunakan rumus Bouwer (1986).

Korelasi antara struktur mesofauna tanah (Jumlah individu, jumlah Oribatida, jumlah Mesostigmata dan keanekaragaman) dengan laju infiltrasi dianalisis dengan menggunakan uji korelasi Spearman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Komunitas Mesofauna Tanah

Penambahan biostarter pada inkubasi 30 hari terlihat jumlah mesofauna tanah meningkat khususnya pada perlakuan Orgadec (Gambar 1). Setelah umur LRB 50 hari, penambahan biostarter jenis EM4, Mig Dec, dan Orgadec dapat meningkatkan jumlah individu mesofauna tanah dengan urutan sebagai berikut Mig Dec<EM4<Orgadec.



Gambar 1. Kelimpahan Total Individu. B0, Kontrol; B1, EM4; B2, Bioklin; B3, Mig Dec; B4, Orgadec

Tingginya kelimpahan mesofauna pada perlakuan Orgadec kemungkinan berkaitan dengan komposisi biostarter Orgadec yang tersusun atas jamur *Trichoderma pseudokoningii* dan bakteri *Cytophaga* spp. Mikroorganisme tersebut diduga lebih disukai oleh mesofauna tanah terutama taksa-taksa tertentu yang sangat mendominasi pada 30 hari maupun 50 hari. Produk EM4 dan

Mig Dec memerlukan waktu lebih lama dibanding Orgadec untuk menumbuhkan mikroorganismenya sehingga kelimpahan total individu mesofauna mulai terlihat meningkat di umur inkubasi 50 hari. Sedangkan penambahan Bioklin baik di umur 30 hari maupun 50 hari tidak

menunjukkan peningkatan kelimpahan individu, bahkan cenderung menurunkan kelimpahan individu mesofauna tanah. Hal ini diduga komposisi nutrisi yang terkandung di dalam Bioklin tidak disukai mesofauna tanah.

Tabel 1. Jumlah Individu (n) dan Kelimpahan relatif (Di %) Mesofauna Tanah yang ditemukan pada inkubasi 30 hari

No	Taksa	Jumlah Individu dan Kelimpahan Relatif pada inkubasi 30 hari									
		B0		B1		B2		B3		B4	
		n	Di	n	Di	n	Di	n	Di	n	Di
1	Oribatida	323	24,24*	950	87,83*	192	75,12*	993	91,57*	2301	91,16*
2	Mesostigmata	910	68,39*	45	4,13	19	7,28	40	3,69	78	3,08
3	Formicidae	72	5,43	9	0,88	34	13,27*	21	1,94	100	3,99
4	Prostigmata	-	-	17	1,60	1	0,51	16	1,45	27	1,06
5	Entomobrydae	20	1,53	10	0,92	3	1,16	3	0,31	10	0,31
6	Psocoptera	1	0,05	22	2,00	1	0,58	4	0,40	2	0,10
7	Staphylinidae	-	-	19	1,76	-	-	-	-	-	-
8	Insecta (larva)	-	-	7	0,59	3	1,14	3	0,31	3	0,12
9	Arachnae	5	0,35	3	0,28	2	0,77	2	0,18	2	0,09
10	Isotomidae	-	-	-	-	-	-	2	0,40	-	-
11	Isopoda	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,03
12	Ceratopogoni dae	-	-	-	-	1	0,16	-	-	-	-
Jumlah		1331	100	1082	100	256	100	1084	100	2524	100

Keterangan : B0= Kontrol, B1 = EM4, B2 = Bioklin, B3 = Migdec, dan B4 = Orgadec
 * = taksa dominan (Di >10%)

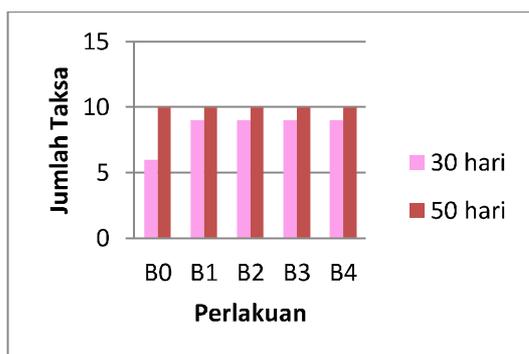
Tabel 2. Jumlah Individu (n) dan Kelimpahan relatif (Di %) Mesofauna Tanah yang ditemukan pada inkubasi 50 hari

No	Taksa	Jumlah Individu dan Kelimpahan Relatif pada inkubasi 50 hari									
		B0		B1		B2		B3		B4	
		n	Di	n	Di	n	Di	n	Di	n	Di
1	Oribatida	1597	52,53*	2923	77,51*	2012	84,64*	2536	73,68*	4155	80,70*
2	Mesostigmata	1247	41,02*	723	19,17*	289	12,16*	630	18,30*	782	15,19*
3	Formicidae	133	4,38	31	0,82	42	1,77	165	4,79	137	2,66
4	Prostigmata	14	0,46	20	0,53	1	0,04	20	0,58	27	0,52
5	Entomobrydae	33	1,09	17	0,45	17	0,72	59	1,71	32	0,62
6	Psocoptera	3	0,07	24	0,64	3	0,13	4	0,12	2	0,04
7	Staphylinidae	-	-	19	0,50	-	-	-	-	2	0,04
8	Insecta (larva)	3	0,11	8	0,21	7	0,29	10	0,29	6	0,12
9	Arachnae	9	0,30	5	0,13	4	0,17	7	0,20	5	0,10
10	Isotomidae	1	0,03	-	-	-	-	10	0,29	-	-
11	Isopoda	1	0,03	1	0,03	2	0,08	1	0,03	1	0,02
12	Ceratopogonidae	-	-	-	-	1	0,04	-	-	-	-
Jumlah		3041	100	3771	100	2378	100	3442	100	5146	100

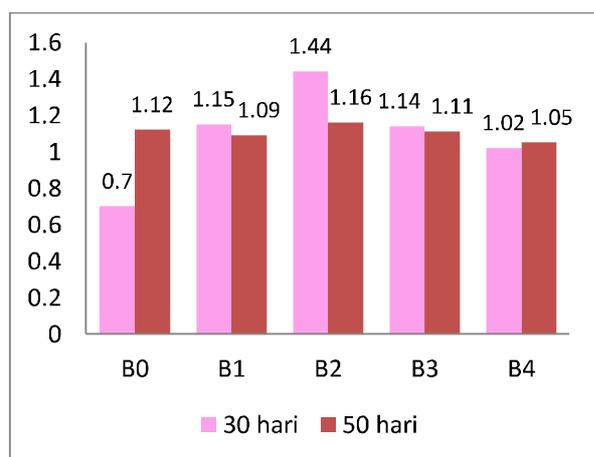
Keterangan : B0= Kontrol, B1 = EM4, B2 = Bioklin, B3 = Migdec, dan B4 = Orgadec
 * = taksa dominan (Di >10%)

Berdasarkan taksa yang mendominasi di inkubasi 30 hari maupun 50 hari, Oribatida mendominasi di semua perlakuan. Hal ini sesuai pernyataan Schneider (2005) yang menyatakan bahwa Oribatida merupakan salah satu kelompok Acari yang menyukai mikroorganisme terutama jamur dan bakteri, serta sisa tanaman.

Peningkatan populasi Mesostigmata di umur inkubasi 50 hari mampu menekan populasi taksa lain yang sebelumnya dominan di umur 30 hari seperti Formicidae pada perlakuan Bioklin (Gambar 2). Hal ini menunjukkan adanya interaksi berupa kompetisi maupun predasi di dalam tanah, sesuai yang dinyatakan oleh Brussaard *et al.* (2006).



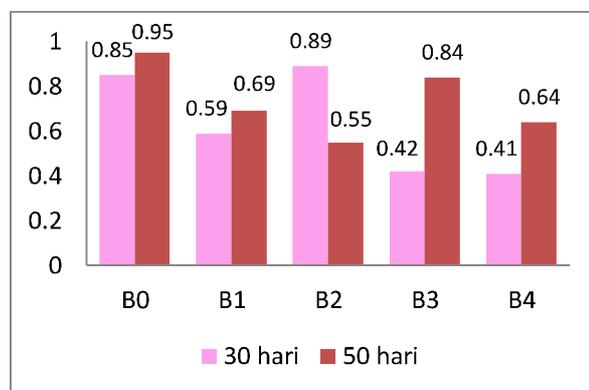
Gambar 2. Jumlah Taksa. B0, Kontrol; B1, EM4; B2, Bioklin; B3, Mig Dec; B4, Orgadec



Gambar 3. Indeks Kekayaan Taksa. B0, Kontrol; B1, EM4; B2, Bioklin; B3, Mig Dec; B4, Orgadec

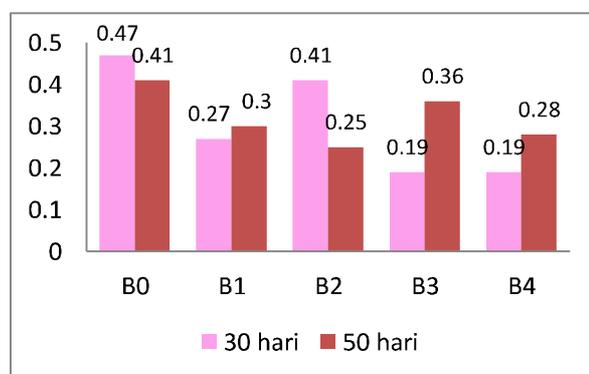
Penambahan biostarter mampu meningkatkan kekayaan taksa di 30 hari. Kemudian pada

inkubasi umur 50 hari, menunjukkan bahwa adanya penambahan biostarter tidak berpengaruh pada kekayaan taksa karena nilai indeksnya cenderung sama. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian bahan organik sebagai nutrisi yaitu berupa jerami saja sudah mampu menarik kehadiran taksa mesofauna tanah. Sedangkan penambahan biostarter berperan dalam meningkatkan jumlah individu mesofauna tanah di periode umur 50 hari.



Gambar 4. Indeks Keanekaragaman. B0, Kontrol; B1, EM4; B2, Bioklin; B3, Mig Dec; B4, Orgadec

Penambahan biostarter cenderung menurunkan keanekaragaman mesofauna tanah (Gambar 4). Penurunan keanekaragaman membuktikan bahwa penambahan biostarter memengaruhi kestabilan ekosistem fauna tanah. Setelah mencapai umur 50 hari, adanya penambahan biostarter tidak memengaruhi keanekaragaman.



Gambar 5. Indeks Perataan Taksa. B0, Kontrol; B1, EM4; B2, Bioklin; B3, Mig Dec; B4, Orgadec

Penambahan biostarter cenderung menurunkan perataan taksa baik di umur 30 hari maupun 50 hari (Gambar 5). Hal ini menunjukkan penambahan biostarter mengakibatkan adanya taksa yg dominan dan menekan persebaran taksa lain. Magurran (1988) menyatakan bahwa nilai perataan akan cenderung tinggi bila komunitas tersebut tidak didominasi oleh satu spesies saja. Selain memengaruhi keanekaragaman mesofauna tanah, penambahan biostarter juga terbukti memengaruhi sifat fisik dan kimia tanah (Tabel 3).

Tabel 3. Komposisi Tekstur Tanah Sebelum dan Sesudah Perlakuan (%)

Komposisi	Sebelum Perlakuan (0 hari)	Setelah perlakuan (50 hari)
Pasir (<i>Sand</i>)	19,99	26,78
Lempung (<i>Clay</i>)	25,90	26,67
Debu (<i>Silt</i>)	54,11	45,89

Persentase komposisi tektur tanah sebelum dan setelah penambahan biostarter mengalami peningkatan komposisi pasir dan lempung serta penurunan komposisi debu. Peningkatan komposisi pasir dan lempung sesuai dengan salah satu fungsi biostarter bahan organik, yaitu untuk memperbaiki sifat fisik tanah melalui proses dekomposisi bahan organik. Menurut Hanafiah (2005), banyak faktor yang memengaruhi tekstur tanah, diantaranya adalah sumber bahan organik, pembentukan humus, sifat fisika-kimia tanah, peredaran unsur hara, perkembangan struktur tanah, dekomposisi bahan organik dan lain sebagainya. Selain itu, fauna tanah juga merupakan salah satu faktor yang memengaruhi sekaligus dipengaruhi oleh tekstur tanah. Darmawidjaya (1990) menyatakan bahwa perbedaan dan perubahan tekstur tanah, dapat memengaruhi jumlah populasi dan keragaman organisme tanah baik makro maupun mikroorganisme.

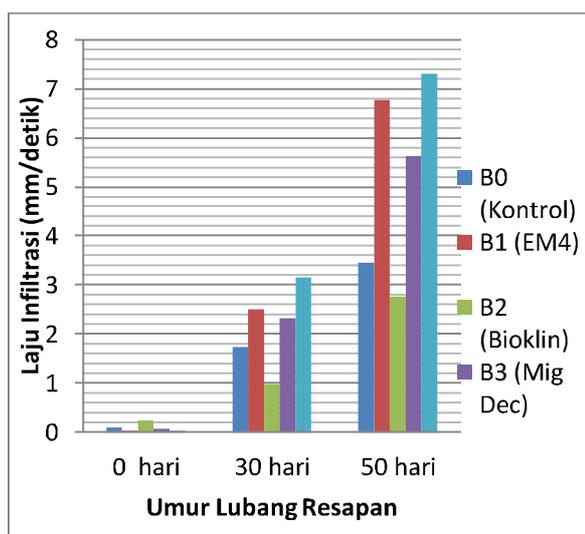
Perubahan kimiawi tanah dapat dilihat berdasarkan hasil uji kandungan bahan organik yang dilakukan pada sampel dengan dan tanpa perlakuan (bahan organik tambahan dan biostarter) (Tabel 4).

Tabel 4. Kandungan Bahan Organik Sebelum dan Sesudah Perlakuan (%)

Ulangan	Sebelum Perlakuan (0 hari)	Setelah Perlakuan (50 hari)
1	11,20	29,88
2	11,76	28,04
3	14,34	27,61
Rata-rata	12,43	28,51

Berdasarkan hasil uji kandungan bahan organik, persentase kandungan bahan organik mengalami peningkatan setelah diberi penambahan biostarter. Hal itu menunjukkan bahwa pemberian biostarter dalam tanah mampu meningkatkan kualitas substrat organik sebagai nutrisi untuk mesofauna tanah didalamnya, sehingga feses yang dihasilkan oleh mesofauna tanah mampu menambah kandungan bahan organik tanah. Brussaard *et al.* (2006) menyatakan bahwa feses yang dihasilkan oleh fauna tanah mampu menambah kandungan bahan organik tanah karena substrat organik yang terfragmentasi oleh mesofauna tanah dan terdekomposisi dengan bantuan mikroorganisme dicerna oleh mesofauna sehingga feses yang dihasilkan memiliki kandungan bahan organik lebih tinggi dibandingkan material organik sebelum terdekomposisi.

Kapasitas Infiltrasi

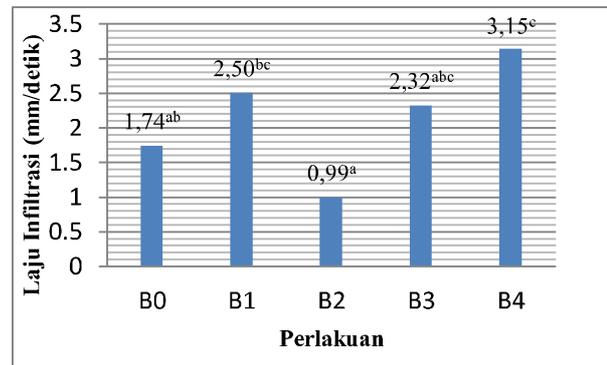


Gambar 6. Laju Infiltrasi 0 hari, 30 hari dan 50 hari

Peningkatan laju infiltrasi setelah diberi tambahan bahan organik menunjukkan bahwa pemberian bahan organik tanah memengaruhi sifat fisik,

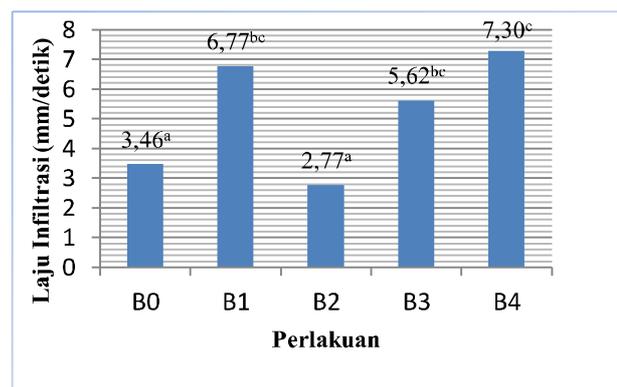
kimia dan biologi tanah. Pengaruh bahan organik secara biologi adalah dengan menjadi sumber nutrisi bagi mikroorganisme tanah seperti jamur, bakteri dan mikroorganisme lainnya serta organisme tanah lain khususnya mesofauna tanah. Pengaruh pemberian bahan organik bagi sifat fisik tanah menurut Hadisuwito (2007), ditunjukkan dengan kemampuannya dalam merangsang granulasi, menurunkan plastisitas dan kohesi, serta meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan dan mendistribusikan air dan udara di dalam tanah. Hal ini dikarenakan penggunaan bahan organik berpengaruh terhadap tekstur dan kadar liat tanah dalam mengikat air. Secara kimiawi, pemberian bahan organik berupa jerami menurut Yulipriyanto (2010), dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara, kapasitas tukar kation dan proses pelapukan bahan mineral. Pengaruh secara kimiawi ini dapat dilihat pada Tabel 4 yaitu adanya peningkatan kandungan bahan organik pada sampel tanah sebelum dan sesudah diberi perlakuan penambahan bahan organik tanah dan biostarter.

Perlakuan penambahan biostarter pada jerami padi sebagai substrat bahan organik tanah juga memainkan peranan penting disamping peran bahan organik di dalam tanah. Produk biostarter yang dijual secara komersial di pasaran seperti EM4, Bioklin, Mig Dec dan Orgadec, memiliki kandungan makro dan mikronutrien serta komposisi starter mikroorganisme tertentu yang berbeda antara produk satu dan yang lainnya. Menurut Sutanto (2002), salah satu peranan umum mikroorganisme dalam biostarter adalah untuk menstabilkan kondisi kimia dan fisika tanah, sehingga secara keseluruhan merupakan *soil conditioner*. Tujuan utama penambahan biostarter pada tanah adalah untuk menambah populasi mikroflora tanah alami yang sudah ada, sehingga dapat dijadikan sumber nutrisi bagi organisme-organisme pemakan mikroflora khususnya mesofauna tanah. Kehadiran mesofauna tanah inilah yang akan membentuk pori-pori pada dinding lubang resapan dan sekitar, sehingga dapat meningkatkan kapasitas penyerapan air / infiltrasi.



Gambar 7. Laju Infiltrasi 30 hari. B0, Kontrol; B1, EM4; B2, Bioklin; B3, Mig Dec; B4, Orgadec

Secara statistik, pada periode inkubasi 30 hari, hanya perlakuan biostarter Orgadec saja yang memiliki perbedaan secara nyata terhadap kontrol. Laju infiltrasi pada Orgadec mengalami kenaikan sebesar 81% dibandingkan dengan kontrol.



Gambar 8. Laju Infiltrasi 50 hari. B0, Kontrol; B1, EM4; B2, Bioklin; B3, Mig Dec; B4, Orgadec

Perbandingan laju infiltrasi pada setiap perlakuan di umur lubang 50 hari mengalami kesamaan pola dengan umur lubang 30 hari. Berdasarkan statistik, perlakuan EM4, Migdec dan Orgadec memiliki beda nyata terhadap kontrol. Hal ini berarti penambahan biostarter EM4, Migdec dan Orgadec memiliki pengaruh positif pada laju infiltrasi lubang resapan dibandingkan dengan kontrol.

Perlakuan penambahan EM4, Mig Dec dan Orgadec pada lubang resapan mampu meningkatkan laju infiltrasi 62% - 111% dibandingkan dengan kontrol.

Laju infiltrasi pada perlakuan Bioklin lebih rendah dibandingkan dengan kontrol baik pada umur

inkubasi 30 hari maupun 50 hari. Hal tersebut mungkin dikarenakan mesofauna tanah khususnya taksa-taksa yang lebih berperan dalam pembentukan biopori kurang menyukai komposisi mikroorganisme pada Bioklin sebagai nutrisi.

Korelasi Struktur Komunitas Mesofauna Tanah dengan Kapasitas Infiltrasi

Tabel 5. Korelasi (rs) antara Jumlah Individu, Jumlah Oribatida, Jumlah Mesostigmata dan Keanekaragaman dengan Infiltrasi

	Infiltrasi	
	30 hari	50 hari
Jumlah Individu	0,70	1,00**
Jumlah Oribatida	0,90*	0,90*
Jumlah Mesostigmata	0,40	0,40
Keanekaragaman	-0,90*	0,40

* Korelasi signifikan pada tingkat 5%

** Korelasi signifikan pada tingkat 1%

Variabel jumlah Oribatida berkorelasi kuat dengan infiltrasi dengan koefisien yang mendekati 1. Hal itu berarti peningkatan jumlah Oribatida setelah diberi perlakuan mampu meningkatkan laju infiltrasi pada lubang resapan. Oribatida dan Mesostigmata dipilih sebagai variabel korelasi karena kedua taksa tersebut merupakan taksa dominan dari mesofauna tanah yang ditemukan di lubang resapan. Adapun koefisien korelasi pada keanekaragaman pada umur inkubasi 30 hari cukup tinggi, tetapi bernilai negatif. Hal itu menunjukkan bahwa keanekaragaman mesofauna tanah berkorelasi dengan infiltrasi, tetapi hubungan kedua variabel berbanding terbalik, yang artinya bahwa hanya jenis-jenis taksa tertentu saja yang sangat berpengaruh terhadap infiltrasi air. Hal ini dibuktikan dengan penelitian yang dilakukan Leonard *et al.* (2004) yang menyatakan beberapa jenis fauna tanah seperti cacing tanah dan rayap mempunyai kemampuan membentuk makropori sehingga dapat meningkatkan daya infiltrasi air.

KESIMPULAN

Penambahan biostarter mampu memengaruhi struktur komunitas mesofauna tanah, khususnya berpengaruh positif terhadap kelimpahan terutama Oribatida dan Mesostigmata.

Produk biostarter pengurai bahan organik terutama Orgadec mampu meningkatkan laju

infiltrasi baik pada umur inkubasi 30 hari maupun 50 hari, sedangkan EM4 dan Mig Dec dapat meningkatkan laju infiltrasi pada umur inkubasi 50 hari.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Brady, N.C., and R.R. Weil. 1999. *The Nature and Property of Solis 12th ed.* Prentice Hall Inc. Upper Saddle River, NJ.

[2] Brussaard, L., M.M. Pulleman., A. Mando., and J. Six. 2006. Soil Fauna and Soil Function in The Fabric of The Food Web. *Pedobiologia* (50) : 447-462

[3] Coyne, M. S. 1960. *Soil Microbiology : an Exploratory Approach.* Delmar Publisher United State of America.

[4] Darmawidjaya, M. 1990. *Klasifikasi Tanah.* Gajah Mada University Press. Yogyakarta

[5] Hadisuwito, S. 2007. *Pupuk Kompos Cair.* Agromedia Pustaka. Jakarta

[6] Hanafiah, K. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah.* Grafindo. Jakarta

[7] Hopkin, S.P. 2002. Collembola. Marcel Dekker Inc in Rahadian, R. 2009. *Structure of Collembola Community and Its Nutrient Mineralization affected by application of Different Organic Manures and Effective Microorganisms.* University of The Philippines Los Banos

[8] Leonard, J., E. Perrie., and J.L. Rajot. 2004. Biological Macropores Effect on Runoff and Infiltration: a Combined Experimental and Modelling Approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (104) : 277-285

[9] Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement.* Chapman and Hill, London

[10] Odum, E. P.. 1993. *Dasar-dasar Ekologi.* (Terjemahan: T. Samingan). Gajah Mada University Press. Yogyakarta

[11] Scheu, S and M. Folger. 2004. Single and Mixed Diets in Collembola : Effect on Reproduction and Stable Isotope Fractionation. *Functional Ecology* (18): 94-102

[12] Schneider, K. 2005. *Feeding Biology and Diversity of Oribatids Mites.* Darmstadt University.

[13] Sutanto, R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik.* Kanisius. Yogyakarta

- [14] Swift, M.J., O.W. Heal., and J.M. Anderson. 1979. *Decomposition in Terrestrial Ecosystem*. University of California Press. Berkeley in Rahadian, R. 2009. *Structure of Collembola Community and Its Nutrient Mineralization as affected by application of Different Organic Manures and Effective Microorganisms*. University of The Philippines Los Banos
- [15] Wallwork, J A. 1970. *Ecology of Soil Animal*. McGraw-Hill Publishing Company Limited. England
- [16] Wuest, S. B. 2001. Soil Biopore Estimation : Effect of Tillage, Nitrogen and Photographic Resolution. *Soil and Tillage Research Journal* (62) : 111-116
- [17] Yulipriyanto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta