

Keragaman arthropoda tanah pada ekosistem sawah organik dan sawah anorganik

Diversity of soil arthropods in organic and inorganic paddy rice field ecosystem

MOCHAMAD HADI^{1,*}, R.C. HIDAYAT SOESILOHADI², F.X. WAGIMAN³,
YAYUK RAHAYUNINGSIH SUHARDJONO⁴

¹Laboratorium Ekologi dan Biosistematika, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro. Jl. Prof. H. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang 50275, Jawa Tengah. Tel./Fax. +62 24 70799494, *Email: hadi_tamid@yahoo.co.id

²Laboratorium Entomologi, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Jl. Teknik Selatan, Sekip Utara, Sleman 55281, Yogyakarta.

³Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Jl. Flora, Bulaksumur, Sleman 55281, Yogyakarta.

⁴Laboratorium Entomologi, Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta Bogor Km 46 Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat.

Manuskrip diterima: 11 Februari 2014. Revisi disetujui: 23 Agustus 2015.

Abstrak. Hadi M, Soesilohadi RCH, Wagiman FX, Suhardjono YT. 2015. Keragaman arthropoda tanah pada ekosistem sawah organik dan sawah anorganik. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1577-1581*. Penggunaan pestisida kimia di sawah telah menyebabkan kerusakan sawah. Residu pestisida kimia dapat membunuh hama, juga organisme lain bukan sasaran. Persawahan anorganik yang terus menggunakan bahan kimia, memberi dampak negatif seperti hama menjadi kebal, polusi dan bahaya residu. Masyarakat yang sadar akan dampak negatif penggunaan bahan kimia sintetik kemudian beralih menerapkan pertanian organik dengan meminimalkan penggunaan bahan kimia. Kepedulian masyarakat terhadap lingkungan dan kesehatan tumbuh semakin baik, karena itu muncul suatu gagasan teknologi alternatif lain yang dikenal dengan pertanian organik, yang didasarkan pada prinsip-prinsip ekologi hayati. Penelitian bertujuan untuk membandingkan keragaman arthropoda tanah di sawah organik dan anorganik. Penelitian dilakukan Desa Bakalrejo, Kecamatan Susukan, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Pengambilan data menggunakan metode perangkap sumuran. Di masing-masing Sawah dipasang 15 perangkap dalam 3 jalur pematang sawah. Perangkap dipasang sepanjang malam mulai jam 17.30 sore hingga jam 06.00 pagi. Identifikasi dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Biosistematik, Biologi, Universitas Diponegoro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Arthropoda tanah yang tertangkap di sawah organik berjumlah 8-14 famili, sedangkan di sawah anorganik 5-11 famili. Kelimpahan Arthropoda tanah di sawah organik berjumlah 297 individu sedangkan di sawah anorganik 236 individu. Indeks keragaman Arthropoda di sawah organik berkisar 1.02-1.64, sedangkan di sawah anorganik berkisar 0.95-1.39. Terdapat kecenderungan bahwa Arthropoda tanah pada sawah organik lebih beragam dibanding sawah anorganik, tetapi sesungguhnya antara keduanya relatif tidak berbeda, ditunjukkan dengan tingkat persamaan keduanya yang lebih dari 50% ,yaitu berkisar 56-78%. Famili-famili yang ditemukan mempunyai peran sebagai predator (10 famili), herbivor (8 famili) dan polinator (1 famili).

Kata kunci: Arthropoda tanah, keragaman, sawah organik, sawah anorganik

Abstract. Hadi M, Soesilohadi RCH, Wagiman FX, Suhardjono YT. 2015. Diversity of soil arthropods in organic and inorganic paddy rice field ecosystem. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1577-1581*. The use of chemical pesticides in paddy ecosystems have caused damage to paddy ecosystem and making it unstable. Risks posed by chemical pesticide residues not only can kill pests, but also can kill other non-target organisms including natural enemy groups. Inorganic paddy systems continue to use chemicals as a means of production, the negative impact such as pests become resistant, pollution and danger residue. People who are aware of the negative impact of the use of synthetic chemicals and then switch to apply the organic farming system by minimizing the use of chemicals as a means of production. Public awareness of the environment and health grows, the better because it appears the idea of another alternative technology known as organic farming, which is based on the principles of biological ecology. The study aims to compare the diversity of soil arthropods in paddy ecosystem organic and inorganic paddy. Research conducted Bakalrejo Village, Subdistrict Susukan, Semarang District, Central Java. Retrieving data using methods trap pitting (pit-fall traps). In each ecosystem installed 15 traps in 3 lines rice field. Traps placed throughout the evening began at 17:30 pm until 06:00 am. Identification carried out in the Laboratory of Ecology and Biosystematics, Department of Biology, FSM, Diponegoro University, Semarang. The results showed that soil arthropods members caught in organic rice field ecosystem numbered 8-14 families, whereas in the rice field ecosystem inorganic family numbered 5-11. Arthropod abundance members in organic farmland totaling 297 individuals while in the field of inorganic totaling 236 individuals. Diversity index (Shannon-Wiener) Arthropods in organic rice field ecosystem ranged between 1.02-1.64, whereas in the rice field ecosystem inorganic ranged between 0.95-1.39. There is a tendency for soil arthropods in organic rice field ecosystem more diverse than inorganic rice fields, however, actually not much different between the two, as indicated by the level of equality both more than 50%, ranging from 56-78%. Arthropods members of the families were found to have a role as a predator (10 families), herbivores (8 families) and pollinators (1 family).

Keywords: Soil arthropods, diversity, organic paddy, paddy inorganic

PENDAHULUAN

Penggunaan pestisida maupun pupuk anorganik (kimia) dalam upaya pemenuhan kebutuhan beras masih saja diaplikasikan secara berlebihan dan terus menerus. Penggunaan pestisida dan pupuk kimia ini tentu akan menimbulkan gangguan terhadap keseimbangan ekosistem, termasuk ekosistem sawah. Terganggunya ekosistem sawah akibat penggunaan bahan-bahan kimia tersebut mengakibatkan terbunuhnya organisme yang ada di ekosistem sawah baik yang merugikan maupun yang menguntungkan, termasuk arthropoda tanah yang umumnya berperan sebagai predator (Untung 2006).

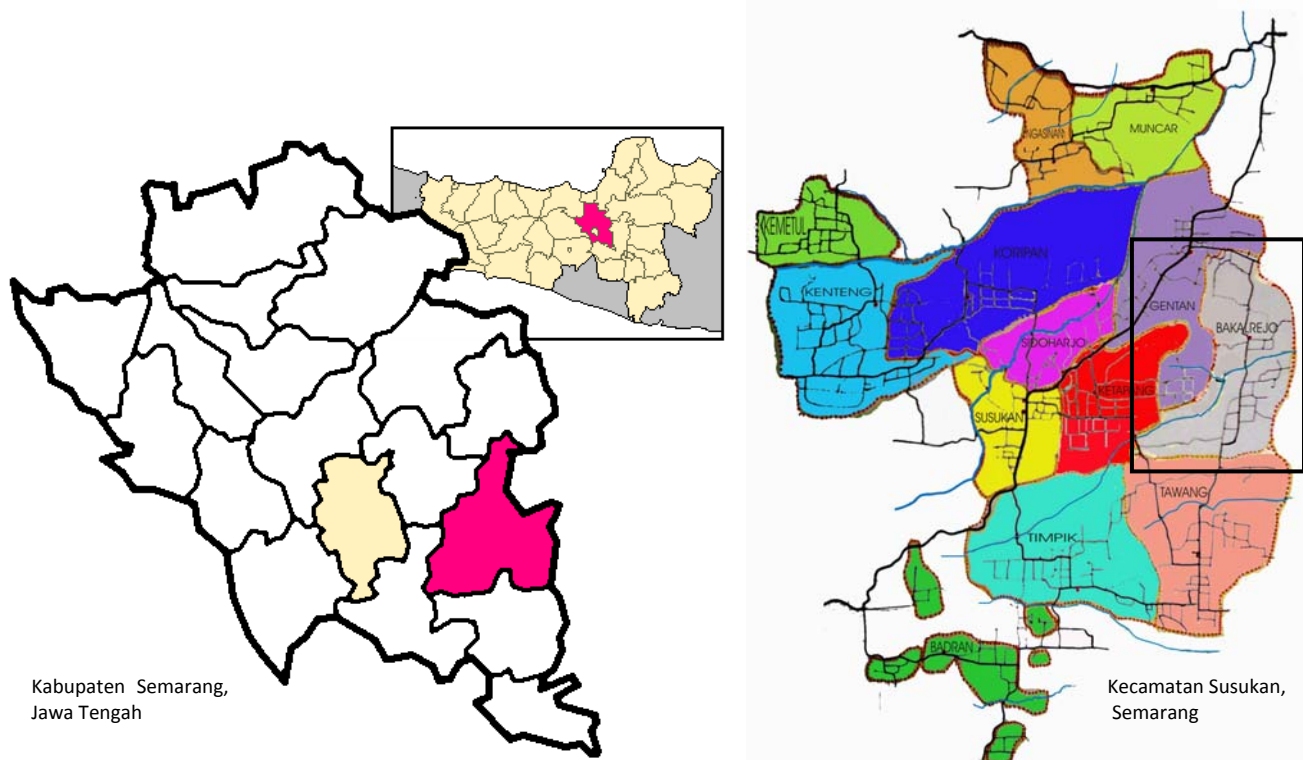
Tanah yang terus menerus terpapar pestisida kimia akan mengakibatkan tanah menjadi tercemar residu yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan dan membahayakan kesehatan lingkungan (Sofia 2001). Menurut Purwanta, et al. (1997) pada lahan pertanian yang diaplikasi pestisida deltametrin dan profenofos terbukti terjadi penurunan populasi arthropoda herbivor (fitofagus) dan arthropoda predator. Arthropoda tanah di ekosistem sawah merupakan arthropoda yang hidup dan aktif di permukaan tanah, mempunyai peranan penting dalam proses dekomposisi bahan organik tanah dalam penyediaan unsur hara. Arthropoda akan memakan material hayati baik sebagai herbivor maupun sebagai predator yang kemudian akan dikeluarkan dalam bentuk kotoran (Arief 2001).

Ekosistem sawah meliputi berbagai kelompok komunitas yang saling berinteraksi. Komunitas arthropoda tanah mempunyai peranan penting dalam ekosistem

tersebut. Collembola dan arthropoda lain termasuk laba-laba merupakan kelompok yang paling banyak dijumpai di tanah persawahan (Settle et al. 1996). Laba-laba merupakan musuh alami yang paling berperan dalam menekan populasi wereng coklat dan penggerek batang padi di ekosistem persawahan. Arthropoda predator yang telah terbukti efektif mengendalikan hama padi adalah laba-laba pemburu *Pardosa pseudoannulata* dan kumbang Carabidae (Herlinda, et al 2008)

Pertanian organik merupakan teknik budidaya pertanian berbasis pemanfaatan bahan-bahan alami tanpa penggunaan bahan-bahan kimia sintetik. Pupuk dan pestisida yang digunakan pada ekosistem sawah organik adalah berasal dari bahan-bahan alami, pengendalian organisme pengganggu tanaman dilakukan dengan memanfaatkan agen-agen hayati yang tidak mencemari lingkungan (Prabayanti 2010; Sembel 2010). Pertanian organik diharapkan mampu menyediakan ketersediaan pangan secara berkelanjutan dan ramah lingkungan. Pupuk dan pestisida yang digunakan tidak mengandung senyawa kimia, melainkan menggunakan bahan-bahan hasil dekomposisi mikroorganisme (Suwanto 2008).

Permasalahannya adalah apakah ada perbedaan keragaman arthropoda tanah pada ekosistem sawah organik dan sawah anorganik dengan diminimalkannya penggunaan bahan kimia sintetik pada pertanian organik. Tujuan penelitian adalah mengetahui bagaimana keragaman arthropoda tanah di ekosistem sawah organik dan sawah anorganik.



Gambar 1. Lokasi penelitian, Desa Bakalrejo (kotak), Kecamatan Susukan, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. (PT. Karya Pembina Swajaya 2010).

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan selama empat bulan yaitu Oktober 2012 hingga Januari 2013 selama satu musim tanam padi. Pengambilan sampel serangga dilakukan di lahan sawah organik dan anorganik di Dusun Dolok, Desa Bakalrejo, Kecamatan Susukan, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah (Gambar 1). Pengambilan sampel dilakukan pada sawah dengan tanaman padi yang ditanam adalah varietas IR 64 dengan pola tanam tahunan padi-padi-padi, saat fase vegetatif (40 hari setelah tanam), fase reproduktif (80 hari setelah tanam), fase pematangan (120 hari setelah tanam) dan satu minggu setelah masa panen (130 hari setelah tanam). Alat yang digunakan meliputi perangkap sumuran (botol plastik ukuran diameter 10 cm x tinggi 10 cm), pinset, lup, cawan petri, botol sampel, mikroskop binokuler, kamera dan alat tulis. Bahan yang dipakai meliputi air, alkohol 70% dan deterjen. Identifikasi arthropoda tanah dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Biosistematik, Jurusan Biologi, FSM Universitas Diponegoro, Semarang.

Cara kerja

Pengambilan sampel arthropoda tanah dengan menggunakan perangkap sumuran (*pit fall trap*) yang dipasang di pematang sawah organik maupun sawah anorganik. Sebanyak 15 buah perangkap (gelas plastik berukuran diameter 10 cm dan tinggi 10 cm) dipasang di 3 pematang sawah organik dan 15 buah perangkap dipasang di 3 pematang sawah anorganik, masing-masing perangkap dipasang selama 24 jam. Pengambilan sampel arthropoda tanah dilakukan pada waktu tanaman padi fase vegetatif, reproduktif, pematangan dan pasca panen. Sampel arthropoda tanah yang diperoleh kemudian dikoleksi dalam botol koleksi berisi larutan fiksatif alkohol 70%. Identifikasi arthropoda tanah dilakukan di laboratorium, hingga tingkat famili.

Analisis data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon Weiner, indeks pemerataan dan indeks kesamaan Sorenson (Odum 1993). Indeks keanekaragaman Shannon Weiner adalah $H' = -\sum P_i \ln P_i$, sedangkan indeks pemerataan adalah $e = H' / \ln S$ dan indeks kesamaan Sorenson adalah $IS = 2C / (A+B) \times 100\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa arthropoda tanah yang ditemukan di ekosistem sawah organik secara umum lebih banyak dibandingkan dengan sawah anorganik (Tabel 1). Di ekosistem sawah organik, jumlah individu arthropoda yang ditemukan selama satu musim tanam padi berkisar antara 30-165 individu sedangkan di ekosistem sawah anorganik jumlah arthropoda tanah yang ditemukan berkisar antara 48-76 individu selama satu musim tanam

padi. Jumlah famili arthropoda tanah yang ditemukan di sawah organik berkisar antara 8-14 famili, sedangkan di sawah anorganik ditemukan 5-11 famili selama satu musim tanam padi. Suheriyanto (2000) melaporkan bahwa pada lahan pertanian yang diaplikasikan pestisida sintetik didapatkan 40 jenis dengan kelimpahan 1081 ekor fauna tanah. Sementara pada lahan pertanian yang tidak diaplikasikan pestisida sintetik, didapatkan jumlah fauna tanah yang cenderung lebih banyak yaitu didapatkan 43 jenis dengan kelimpahan 1531 ekor. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa dari 19 famili arthropoda tanah yang ditemukan baik di sawah organik maupun sawah anorganik, 9 famili memiliki peran sebagai predator, 9 famili sebagai herbivor dan 1 famili sebagai polinator. Kelompok arthropoda tanah predator terutama adalah famili Formicidae dan Carabidae, sedangkan kelompok herbivor utama adalah famili Gryllidae.

Pada ekosistem sawah organik, keanekaragaman arthropoda tanah juga cenderung lebih tinggi dibandingkan pada sawah anorganik. Indeks keanekaragaman arthropoda tanah di sawah organik berkisar antara 1.02-1.75, yang secara umum lebih tinggi dibandingkan indeks keanekaragaman di sawah anorganik yang berkisar antara 0.96-1.39. Kecenderungan lebih rendahnya keanekaragaman arthropoda tanah di sawah anorganik dibandingkan sawah organik, disebabkan karena masih adanya penggunaan pestisida dan pupuk kimia sintetik pada sawah anorganik, yang mengakibatkan kematian dan atau perpindahan arthropoda pada sawah anorganik tersebut. Kondisi ini tentunya akan menurunkan tingkat keanekaragaman organisme penghuninya. Odum (1993) menyatakan bahwa keanekaragaman organisme akan cenderung lebih rendah pada ekosistem yang terpapar penggunaan pestisida sintetik, sebaliknya keanekaragaman akan cenderung lebih tinggi pada ekosistem yang diatur oleh mekanisme biologi. Tidak adanya aplikasi pestisida kimia sintetik pada sawah organik menyebabkan tercapainya keseimbangan ekosistem tersebut, sehingga keanekaragaman organisme juga akan cenderung tinggi. Keanekaragaman organisme yang tinggi di suatu ekosistem, menurut Odum (1993) berarti rantai makanan terbentuk lebih panjang dan juga lebih banyak simbiosis-simbiosis yang menghasilkan umpan balik positif yang dapat mengurangi gangguan-gangguan dalam ekosistem sehingga terwujud ekosistem yang seimbang.

Dari hasil analisis uji Hutcheson (uji t), nampaknya bahwa keanekaragaman arthropoda tanah antara sawah organik dan sawah anorganik pada awal fase tanam padi yaitu fase vegetatif dan reproduktif menunjukkan beda nyata, yang berarti ada perbedaan nyata terhadap keanekaragaman arthropoda tanah akibat sistem pengolahan sawah organik dibanding sawah anorganik. Namun demikian pada fase pematangan dan pasca panen tanaman padi, keanekaragaman arthropoda tanah tidak menunjukkan perbedaan nyata antara sawah organik dan anorganik. Hal ini diduga karena pada fase pematangan tanaman padi kondisi tanah relatif lebih kering dibanding pada fase sebelumnya, sehingga akan mengakibatkan keanekaragaman arthropoda tanah berkurang. Demikian

juga pada fase pasca panen kondisi sawah masih relatif kering dan belum dibajak, sehingga keanekaragaman arthropoda tanah juga berkurang.

Indeks pemerataan persebaran arthropoda tanah nampak pada Tabel 1 berkisar antara 0.49-0.69 (pada sawah organik) dan 0.44-0.66 (pada sawah anorganik). Nampak bahwa indeks pemerataan persebaran arthropoda tanah ada kecenderungan sedikit lebih tinggi di sawah organik daripada sawah anorganik. Namun demikian nilai indeks pemerataan di sawah organik maupun anorganik termasuk dalam tingkatan menengah, menurut Odum (1993) indeks pemerataan termasuk dalam kategori tinggi apabila lebih dari 0.6. Krebs (1985) menyatakan bahwa semakin tinggi nilai pemerataan maka populasi-populasi akan menunjukkan keseragaman yang artinya bahwa pada komunitas tersebut tidak dijumpai kelompok organisme yang dominan terhadap lainnya.

Berdasarkan indeks kesamaan (Tabel 2), arthropoda tanah yang dijumpai pada sawah organik dan sawah anorganik memiliki tingkat kesamaan lebih dari 50% dalam

kisaran 56-78%. Menurut Suin (1991) bahwa dua ekosistem dikatakan memiliki kesamaan komunitas apabila indeks kesamaannya lebih dari 50%. Kesamaan komunitas arthropoda tanah di kedua lokasi penelitian mungkin disebabkan oleh letak kedua sawah yang diteliti yang saling bersebelahan sehingga memungkinkan arthropoda tanah untuk saling berpindah dari sawah organik ke sawah anorganik dan sebaliknya.

Kandungan bahan organik tanah di lokasi penelitian menunjukkan bahwa secara umum tanah di ekosistem sawah organik lebih tinggi dibandingkan dengan sawah anorganik, demikian pula kandungan nitrogen total maupun C/N rasio (Tabel 3). Kecenderungan lebih tingginya bahan organik di sawah organik dapat dipahami karena memang pada sawah organik, pupuk dan pestisida yang digunakan berasal dari bahan organik seperti pupuk kompos dan pestisida nabati. Hal ini tentu akan mengakibatkan keanekaragaman arthropoda tanah di sawah organik akan lebih tinggi dibandingkan sawah anorganik.

Tabel 1. Keragaman famili Arthropoda tanah di ekosistem sawah organik dan sawah anorganik

Ordo	Famili	Peran	Vegetatif		Reproduktif		Pematangan		Pasca Panen	
			O	AO	O	AO	O	AO	O	AO
Aranae	Licosidae	P	2	1	3	1	1	2	0	1
	Oxyopidae	P	2	0	0	0	2	0	6	0
	Tetragnacidae	P	2	1	1	1	1	0	3	2
Coleoptera	Carabidae	P	43	27	14	31	5	10	0	0
	Coccinellidae	P	0	1	1	2	2	1	0	0
	Crysolmelidae	H	0	0	0	0	0	0	0	1
	Lampyridae	P	1	1	1	0	0	0	0	0
	Staphylinidae	P	4	0	0	0	0	0	0	1
	Dermaptera	Forficulidae	P	16	1	2	0	11	0	7
Diptera	Agromyzidae	H	2	0	1	0	0	0	0	0
Hemiptera	Pentatomidae	H	0	1	1	0	3	1	2	1
	Pyrrocoridae	H	0	0	1	0	0	0	0	1
Hymenoptera	Colletidae	Pl	0	0	0	0	1	0	0	0
	Formicidae	P	17	13	4	19	26	27	21	45
Lepidoptera	Noctuidae	H	1	0	1	0	2	1	1	2
Orthoptera	Acrididae	H	1	2	0	0	0	0	0	0
	Gryllidae	H	65	22	0	0	5	6	2	0
	Gryllotalpidae	H	1	6	0	0	0	0	1	2
	Tetrigidae	H	8	0	0	0	0	0	0	2
Jumlah Individu			165	76	30	54	59	48	43	58
Jumlah Famili			14	11	11	5	11	7	8	10
Indeks keanekaragaman H'			1.75	1.39	1.64	0.96	1.56	1.29	1.02	1.00
Indeks pemerataan e			0.66	0.58	0.69	0.60	0.65	0.66	0.49	0.44

Keterangan: O: Organik. AO: Anorganik. P: Predator. H: Herbivor. Pl: Polinator

Tabel 2. Indeks kesamaan Sorenson arthropoda tanah di sawah organik dan sawah anorganik

Anorganik	Vegetatif	Reproduktif	Pematangan	Pasca panen
Organik	0.72	-	-	-
Vegetatif	-	0.63	-	-
Reproduktif	-	-	0.78	-
Pematangan	-	-	-	0.56
Pasca Panen	-	-	-	-

Tabel 3. Kandungan bahan organik, nitrogen total dan C//N ratio tanah sawah organik dan sawah anorganik

	Tanah sawah organik	Tanah sawah anorganik
Rata-rata bahan organik (%)	4.30	1.14
Rata-rata Nitrogen total (%)	0.29	0.10
Rata-rata C/N rasio	9.84	2.66

Secara umum dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman famili arthropoda tanah yang terdapat di ekosistem sawah organik cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan sawah anorganik walaupun tidak menunjukkan beda nyata. Keanekaragaman famili arthropoda tanah di sawah organik berbeda nyata dengan sawah anorganik hanya pada fase tanam vegetatif dan reproduktif, sedangkan pada fase pematangan padi dan pasca panen tidak menunjukkan beda nyata. Kelimpahan populasi arthropoda tanah di sawah organik cenderung lebih tinggi dibandingkan di sawah anorganik. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa walaupun antara ekosistem sawah organik dan sawah anorganik memiliki tingkat kesamaan lebih dari 50% karena keduanya letaknya bersebelahan, namun kelimpahan, keanekaragaman dan pemerataan arthropoda tanah yang terdapat pada sawah organik menunjukkan cenderung lebih tinggi dibanding sawah anorganik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Surya Imdad Nurcahyo, Rizqi Hadi Pratama, Aminah, Shinta Ariani, Roma Witriyanto dan Widodo (Jurusan Biologi FSM Universitas Diponegoro Semarang) yang telah membantu pengambilan data selama penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada keluarga Sunarti Suwardjo (mantan Kepala Desa Bakalrejo, Susukan, Semarang), pemilik sawah organik, dan keluarga Fathurohman (Kepala Desa Bakalrejo, Susukan, Semarang), pemilik sawah anorganik, atas izin menggunakan sawahnya untuk penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief A. 2001. Hutan dan Kehutanan. Kanisius Jakarta.
- Herlinda S, Waluyo, Estuningsih SP, Irsan C. 2008. Perbandingan keanekaragaman spesies dan kelimpahan Arthropoda predator penghuni tanah di sawah lebak yang diaplikasikan Insektisida dan tanpa aplikasi insektisida. *J Entomol Ind* 5 (2): 96-107.
- Krebs CJ. 1989. *Ecological Methodology*. Harper and Row Publisher. New York.
- Odum EP. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Samangan Tj. (penerj.). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Prabayanti H. 2010. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adopsi Biopestisida oleh Petani di Kecamatan Mojogedang Kabupaten Karanganyar. [Skripsi]. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Purwanta FX, Rouf A, Kartosuwondo U, Sastrosiswoyo W. 1997. Pengaruh Aplikasi Insektisida Terhadap Komunitas Arthropoda pada Agroekosistem Kedelai. Seminar Nasional PHT. Subang.
- Sembel DT. 2010. *Pengendalian Hayati-Hama-hama Serangga Tropis dan Gulma*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Settle WH, Ariawan H, Astuti ET, Cahyana W, Hakim AL, Lestari AS, Sartanto, Pajarningsih. 1996. Manging tropical rice pest through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *J Ecol* 77 (7): 1975-1988.
- Sofia D. 2001. *Pengaruh Pestisida Dalam Lingkungan Pertanian*. Digital Library. Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara, Medan.
- Suheriyanto. 2000. *Kajian Komunitas Fauna Tanah pada Pertanaman Bawang Merah Dengan dan Tanpa Aplikasi Pestisida*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Suin NM. 1991. *Perbandingan Komunitas Hewan Permukaan Tanah antara Ladang dan Hutan di Bukit Pinang, Pinang, Padang*. Universitas Andalas, Padang.
- Suwantoro AA. 2008. *Analisis Pengembangan Pertanian Organik di Kabupaten Magelang (Studi Kasus di Kecamatan Sawangan)*. [Tesis]. PPS Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Untung K. 2006. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.