

POLA INTERAKSI SERANGGA HERBIVORA-GULMA PADA EKOSISTEM SAWAH SURJAN ORGANIK DAN KONVENSIONAL DALAM DUA MUSIM TANAM

Tien Aminatun¹, Edhi Martono², Suratman Worosuprojo³, S. Djalal Tandjung⁴, dan Jane Memmott⁵

¹*Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta*

²*Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada*

³*Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada*

⁴*Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada*

⁵*School of Biological Sciences, University of Bristol, UK*

Abstrak

Interaksi serangga-gulma dalam ekosistem sawah penting dibicarakan dalam level komunitas. Kegiatan pertanian dapat berpengaruh terhadap kuantitas dan tipe interaksi. Modifikasi habitat dan aplikasi pestisida dalam ekosistem pertanian dapat berpengaruh terhadap struktur *food web*. Pola interaksi dapat ditunjukkan dengan analisis *food web*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur *food web* dari interaksi serangga herbivora-gulma pada sawah surjan organik dan konvensional selama dua musim tanam.

Penelitian dilakukan pada 6 petak sawah surjan irigasi di Desa Pleret, Kecamatan Panjatan, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta dari bulan Desember 2009 – Juli 2010. Petak penelitian dibedakan atas 3 petak sawah surjan organik dan 3 petak sawah surjan konvensional. Lima plot berukuran masing-masing 1 x 1 m² diletakkan secara reguler pada masing-masing petak. Jenis dan kelimpahan setiap gulma di setiap plot dicatat dan dihitung setiap 3 minggu sekali untuk setiap petak. Dengan cara yang sama, jenis dan kelimpahan serangga yang ditemukan di setiap gulma atau tanaman budidaya dicatat dan dihitung. Data kemudian digunakan untuk membuat dan menganalisis struktur *food web* dengan analisis *bipartite* dalam program *R statistics 2.12.0*. Analisis *univariate* dengan *General Linear Model (GLM)* dalam program *SPSS statistics 17.0* digunakan untuk melihat pengaruh pengelolaan lahan dan musim tanam terhadap perbedaan struktur *food web* (*higher trophic species*, *lower trophic species*, *connectance*, *shannon diversity* dan *interaction evenness*).

Hasil penelitian menunjukkan; 1. Dalam dua musim tanam, struktur *food web* dari interaksi serangga herbivora-gulma antara sawah surjan organik dan konvensional tidak terdapat perbedaan yang signifikan, tetapi ada kecenderungan bahwa sawah surjan organik mempunyai *link* interaksi yang lebih kompleks; 2. Struktur *food web* pada musim tanam I lebih kompleks (lebih banyak interaksi di antara spesies) daripada musim tanam II yang didominasi oleh interaksi spesies tertentu pada *higher trophic species*, yaitu *Scotinophora coarctata*.

Kata kunci: pola interaksi, serangga herbivora, gulma, sawah surjan

PENDAHULUAN

Serangga dan gulma pada ekosistem sawah penting untuk dibicarakan dalam level komunitas. Sebagai tanaman liar yang tidak dibudidayakan, gulma berkompetisi dengan tanaman budidaya dalam memperoleh cahaya matahari, air dan unsur hara bagi pertumbuhannya (Moenandir, 1988), sedangkan serangga adalah avertebrata utama pada ekosistem sawah yang dapat dibedakan menjadi serangga herbivora (hama), musuh alami (predator dan parasitoid), dan serangga netral (Channa *et al.*, 2004; Untung, 2006).

Serangga herbivora dapat menjadi hama bagi padi maupun gulma. Sebagai contoh, serangga-serangga herbivora berikut ini selain menjadi hama bagi tanaman padi juga menjadi hama bagi beberapa gulma akuatik, yaitu; *Spodoptera mauritia* Boisd, *Oxya japonica* Thumb, *Oxya chinensis* L, *Attractomorpha psittacina* De Haan, dan *Pseudocarsula* sp. juga menjadi hama bagi gulma enceng gondok (*Eichornia crassipes*); *Acrida turita* L juga menjadi hama bagi *alligator weed* (*Alternanthera philoxeroides*); *Psalis pennatula* Fab, *Scotinophora inermis* Hgl, dan *Scotinophora vermiculata* F juga menjadi hama bagi gulma *Scirpus grossus* L.f. (Kalshoven, 1981; Mangoendihardjo, 1982). Tetapi, Mangoendihardjo (1982) menemukan beberapa hama sejati yang hanya menyerang gulma akuatik dan tidak menyerang padi, yaitu. *Gesonula punctifrons* Stal hama pada gulma *Eichornia crassipes*; *Nymphula responsalis* Wlk hama pada gulma *Salvinia molesta*; *Proxenus hennia* Swinhoe hama pada gulma *Pistia stratiotes*; *Psara basalis* Wlk hama pada gulma *Alternanthera philoxeroides*; *Haltica* sp. hama pada gulma *Ludwigia adscendens*; *Haltica cyanea* dan *Nanophyes nigritulus* Boh hama pada gulma *Ludwigia hyssopifolia*; dan *Schoenobius* sp. hama pada gulma of *Scirpus grossus*.

Interaksi serangga-gulma merupakan contoh dari interaksi binatang-tumbuhan. Ada banyak tipe interaksi binatang-tumbuhan, beberapa merupakan interaksi mutualistik dan beberapa yang lain bersifat antagonistik (seperti parasitisme, predasi, kompetisi), atau komensalistik. Tipe tersebut ditentukan berdasarkan efek terhadap spesies yang berinteraksi tersebut, apakah menguntungkan, merugikan atau netral (Abrahamson, 1989; Odum, 1998). Dalam hal ini, interaksi serangga herbivora-gulma merupakan interaksi yang bersifat antagonistik.

Interaksi serangga-gulma atau tanaman dapat dipelajari dari 3 aspek, yaitu; pola dan perbedaan pertahanan khemis dari gulma atau tanaman; dinamika populasi dan ledakan populasi serangga hama; dan aspek fisiologis dan konsekuensinya pada gulma atau tanaman. Dari ketiga aspek tersebut, aspek ke dua yang lebih mudah diamati (Price, 1997).

Interaksi terjadi pada level komunitas, yang menurut Krebs (1972) komunitas adalah kumpulan populasi organisme pada habitat atau area tertentu (Verhoef dan Morin, 2010). Komunitas ekologi sangat kompleks, bervariasi pada setiap level organisasi dan mereka saling berinteraksi dengan banyak cara. *Ecological networks* merupakan penyederhanaan dari kompleksitas ini, karena dapat dikonstruksi, dimodelkan, dan dapat dimanipulasi secara

eksperimental serta dapat dianalisis dengan sumberdaya dan alat yang tersedia (Proux *et al.*, 2005 dalam Verhoef dan Morin, 2010).

Ecological network fokus pada *network* dari interaksi di antara species dalam komunitas ekologis. Dalam *ecological network*, species adalah *nodus* dan interaksi yang terjadi adalah *link*. *Link* dapat dicirikan melalui topologi serta arah dan kekuatan interaksi. Topologi adalah deskripsi dari pola interaksi (siapa berinteraksi dengan siapa). *Food web* adalah contoh dari suatu *ecological network*. *Link* dalam *food web* ditentukan dengan mengamati bukti interaksi konsumen-sumberdaya di antara dua species. Hal ini dapat dilakukan secara kualitatif dengan ada/tidaknya suatu interaksi trofik, atau secara kuantitatif melalui *feeding rate*, *predation rate*, atau efisiensi konversi (Verhoef dan Morin, 2010). Dalam hal interaksi serangga herbivora-gulma, sebagai sumberdaya adalah gulma dan serangga herbivora adalah konsumen.

Kegiatan pertanian mempengaruhi kuantitas dan tipe interaksi yang terjadi di antara organisme, karena secara umum mengurangi komposisi dan diversitas spesies, sehingga interaksi yang terjadi lebih terbatas daripada ekosistem alami (Abrahamson 1989). Pola interaksi dapat ditunjukkan dengan analisis *food web*. Modifikasi habitat dan aplikasi insektisida pada ekosistem pertanian berpengaruh terhadap struktur food web (Schoenly *et al.* 1996, Van Veen *et al.* 2008, Tylanakakis *et al.* 2007, Macfayden *et al.* 2009). Aspek biodiversitas, yaitu *richness* dan *evenness*, digunakan dalam analisis struktur *food web* (Crowder *et al.* 2010). *Richness* adalah jumlah atau kekayaan spesies, sedangkan *evenness* adalah kelimpahan relatif dari spesies. Indeks diversitas menggabungkan *richness* dan *evenness* menjadi satu harga (Ludwig dan Reynolds, 1988). Praktek pertanian organik (tanpa aplikasi pestida) dapat meningkatkan *evenness* dan pengendalian hama secara alami (Crowder *et al.* 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur *food web* dari interaksi serangga herbivora-gulma pada ekosistem sawah surjan dengan pengelolaan secara organik dan konvensional dalam dua musim tanam. Sawah surjan menarik untuk diteliti karena ekosistemnya yang khas karena dalam satu sistem mempunyai 2 subsistem yang berbeda, yaitu subsistem akuatik yang merupakan bagian alur dengan tanaman budidaya padi, dan subsistem terestrial yang merupakan bagian guludan dengan tanaman budidaya palawija atau sayuran.

METODE

Lokasi penelitian adalah di Desa Pleret, Kecamatan Panjatan, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, lebih tepatnya pada posisi 07°56' S, 110°09' E. Pengamatan dilakukan pada 6 petak sawah surjan dengan luas masing-masing $\pm 500 \text{ m}^2$, yang terdiri atas 3 petak yang dikelola secara organik dan 3 petak yang dikelola secara konvensional. Lokasi keenam petak adalah tersebar dengan jarak antar petak $\pm 100 \text{ m}$.

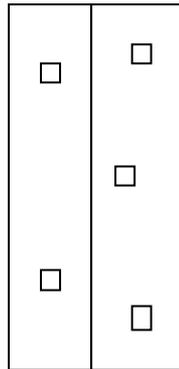
Sawah surjan adalah model pertanian polikultur yang terdiri atas dua subsistem, yaitu bagian alur yang lebih rendah bersifat akuatik, dan bagian guludan yang lebih tinggi bersifat terestrial. Bagian alur ditanami padi sepanjang tahun, sedangkan bagian guludan dalam penelitian ini ditanami cesim (*Brassica rapa*) pada musim tanam I dan cabai hijau (*Capsicum annum*) pada

musim tanam II. Adanya dua subsistem ini merupakan adaptasi petani turun-temurun terhadap kondisi drainase yang buruk karena daerah penelitian yang termasuk wilayah pesisir Kabupaten Kulon Progo ini dahulunya adalah laguna yang menjadi daratan karena proses sedimentasi (Marwasta and Priyono 2007). Musim tanam pertama adalah pada bulan Desember 2009 – Maret 2010 (musim hujan) dan musim tanam II pada bulan April – Juli 2010 (musim kemarau).

Tiap petak penelitian diberi kode, yaitu S1A, S2A, S3A untuk 3 petak organik, dan S1B, S2B, S3B untuk 3 petak konvensional. Setiap petak ditempatkan 5 plot dengan luas $1 \times 1 \text{ m}^2$ secara reguler (Gambar 1).

Bagian alur

Bagian guludan



Gambar 1. Penempatan plot secara reguler mengikuti pola diagonal (Untung, 2006)

Pengelolaan lahan mengikuti standar praktek yang dilakukan oleh petani setempat. Perbedaan antara pengelolaan organik dan konvensional adalah dalam hal pemupukan dan pengendalian hama dan gulma. Pada sawah surjan konvensional ada aplikasi pestisida dan pupuk kimia, sedangkan pada sawah surjan organik tidak ada aplikasi pestisida dan herbisida, serta penggunaan pupuk kimia diganti dengan pupuk organik. Cara pengelolaan untuk 3 petak organik adalah sama, demikian juga untuk 3 petak konvensional. Cara pengelolaan yang sama ini meliputi benih tanaman, jenis, dosis dan frekuensi pemberian pupuk kimia dan pestisida untuk petak-petak konvensional, serta jenis, dosis dan frekuensi pemberian pupuk organik untuk petak-petak organik.

Pengamatan gulma dan serangga herbivora dilakukan pada setiap plot sampling yang posisinya tetap sampai selesai satu musim tanam, dilakukan 3 minggu sekali selama satu musim tanam, baik untuk musim tanam I maupun II, yaitu pada minggu ke-1, ke-4, ke-7, ke-10 dan ke-13. Jenis dan jumlah gulma serta jenis dan jumlah serangga herbivora yang ditemukan pada setiap

gulma dan tanaman budidaya dicatat dan dihitung untuk setiap plot dan setiap petak. Jika dalam satu plot ditemukan lebih dari 5 individu dari suatu jenis gulma maka dipilih 5 individu dari jenis tersebut secara proporsional untuk diamati dan dihitung serangganya. Demikian juga untuk pengamatan serangga pada tanaman padi, dipilih 5 rumpun padi saja, yaitu yang terletak di tengah dan keempat sudut plot. Hal demikian juga dilakukan untuk pengamatan serangga pada tanaman cesim pada musim tanam I dan cabai hijau pada musim tanam II. Semua pengamatan dan penghitungan gulma dan serangga dilakukan secara insitu, jadi tidak dibolehkan mengambil sampel gulma dan serangga yang berada di dalam plot pengamatan (*undisturbed*).

Data jenis dan jumlah serangga herbivora dan gulma yang berinteraksi selanjutnya akan dimasukkan dalam program statistik untuk menganalisis struktur interaksi dan *network level*-nya (*higher trophic species, lower trophic species, connectance, shannon diversity* dan *interaction evenness*), yaitu dengan *Bipartite* yang ada dalam program *R statistics 2.12.0*. Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara sawah surjan organik dan konvensional, dan antara musim tanam I dan II maka dilakukan analisis *univariate* menggunakan *General linear Model* dengan program *SPSS statistics 17.0*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identitas Serangga Herbivora dan Gulma yang Berinteraksi

Identitas serangga herbivora dan gulma yang berinteraksi ditampilkan pada Tabel 1. Dalam penelitian ini tidak semua serangga dapat diidentifikasi sampai tingkat spesies, ada beberapa jenis yang hanya dapat diidentifikasi sampai tingkat familia atau genus saja.

Beberapa serangga herbivora pada Tabel 1, yaitu *Nymphula* sp., *Cnaphalocrosis medinalis*, *Scirpophaga innotata*, *Scirpophaga insertulas*, *Chilo suppressalis*, *Sesamia inferens*, *Scotinophora coarctata*, *Nilaparvata lugens*, *Nephotettix nigropictus*, *Sogatella furcifera*, *Recilia dorsalis*, *Leptocorisa oratorius*, dan *Spodoptera* adalah hama utama tanaman padi (Suharto 2007; Pracaya 2008); *Aphid*, *Crociodomia* sp., *Spodoptera*, *Plutella xylostella*, *Phylotreta cruciferae*, *Thrips*, *Bemisia* sp. adalah hama utama tanaman cesim; dan *Bemisia* sp. adalah hama pada tanaman cabai hijau (Pracaya, 2008).

Serangga herbivora ditemukan baik pada tanaman budidaya maupun gulma. Dalam hal ini gulma berperan sebagai tanaman perangkap atau inang alternatif sehingga dapat mengurangi populasi serangga herbivora pada tanaman budidaya (Soegiarto dan Baco, 1993), sebagai contoh gulma *Brachiaria* sp. dan *Ischaemum* sp. adalah inang alternatif bagi *Spodoptera* (Pracaya, 2008). Diperlukan uji khusus untuk memastikan bahwa suatu serangga yang ditemukan pada gulma benar-benar menggunakan gulma tersebut sebagai inang atau pakannya, seperti yang dilakukan oleh Tindall (2004) dengan melakukan percobaan di *greenhouse* untuk mengevaluasi perilaku makan serangga dewasa, kecenderungan meletakkan telur, dan perkembangan larva dari serangga *rice water weevils* pada beberapa gulma yang biasa tumbuh di lahan tanaman padi di Louisiana, USA.

2	Alydidae	<i>Leptocorisa oratorius</i>	Padi, <i>Cyperus difformis</i> , <i>Echinochloa colonum</i> , <i>Fimbristylis miliacea</i> , <i>Paspalum</i> sp., <i>Leptochloa chinensis</i> , <i>Cyperus iria</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Phyllanthus niruri</i>
3	Aleyrodidae	<i>Bemisia</i> sp.	Cesim, kacang tanah
4	Amatidae		<i>Fimbristylis miliacea</i>
5	Aphididae	Aphid	Cabai hijau, <i>Emilia sonchifolia</i> , <i>Portulaca oleracea</i>
6	Cicadellidae	<i>Nephotettix nigropictus</i> <i>Recilia dorsalis</i> <i>Empoasca</i> sp.	<i>Brachiaria</i> sp., <i>Leptochloa chinensis</i> , padi, cesim, <i>Digitaria nuda</i> , <i>Echinochloa colonum</i> , <i>Monochoria vaginalis</i> , <i>Amaranthus</i> spp., <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , kacang tanah, <i>Phyllanthus niruri</i> , cabai hijau Padi, <i>Euphorbia hirta</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , <i>Vernonia cinerea</i> , <i>Phyllanthus niruri</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Amaranthus</i> spp., <i>Leptochloa chinensis</i> , <i>Marsilea crenata</i> , <i>Echinochloa colonum</i> , <i>Cyperus difformis</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i> , cabai hijau, <i>Brachiaria</i> sp., <i>Alternanthera sessilis</i> , kacang tanah <i>Brachiaria</i> sp., <i>Stachytarpheta indica</i> , <i>Phyllanthus niruri</i> , <i>Amaranthus</i> spp., cesim, <i>Echinochloa colonum</i> , kacang tanah, cabai hijau, <i>Acalypha</i> sp., <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Murdania</i> sp., <i>Digitaria sanguinalis</i>
7	Coreidae	<i>Cletus bipunctatus</i>	Cesim, <i>Echinochloa colonum</i> , <i>Echinochloa crusgalli</i> , <i>Brachiaria</i> sp., <i>Amaranthus</i> spp., <i>Portulaca oleracea</i> , padi

15	Gryllidae		Cesim, <i>Alternanthera sessilis</i> , <i>Brachiaria</i> sp., <i>Echinochloa colonum</i> , padi, <i>Cyperus difformis</i> , <i>Marsilea crenata</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , kacang tanah, cabai hijau, <i>Acalypha</i> sp., <i>Centrosema</i> sp., <i>Portulaca oleracea</i>
16	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa</i> sp.	Alga hijau
17	Lygaeidae		<i>Brachiaria</i> sp., <i>Euphorbia hirta</i> , <i>Fimbristylis miliacea</i> , <i>Leptochloa chinensis</i>
18	Miridae		<i>Murdania</i> sp., <i>Echinochloa colonum</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i>
19	Lymantridae	<i>Psalis pennatula</i>	<i>Cyperus difformis</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , padi, <i>Leptochloa chinensis</i>
20	Noctuidae	<i>Spodoptera exigua</i> <i>Spodoptera litura</i> <i>Sesamia inferens</i>	Cesim, <i>Leptochloa chinensis</i> , Padi, <i>Echinochloa colonum</i> , cabai hijau Padi Padi
21	Nymphalidae	<i>Melanitis leda</i>	Padi
22	Pyralidae	<i>Scirpophaga innotata</i> <i>Scirpophaga insertulas</i>	Padi, <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Leptochloa chinensis</i> Padi, <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Echinochloa colonum</i> , <i>Cyperus difformis</i> , <i>Brachiaria</i> sp.
23	Pyrgomorphidae:	<i>Attractomorpha</i> sp.	<i>Cyperus rotundus</i> , <i>Leptochloa chinensis</i> , Cesim, <i>Brachiaria</i> sp., <i>Amaranthus</i> spp., <i>Alternanthera sessilis</i> , <i>Acalypha</i> sp., <i>Echinochloa colonum</i> , <i>Ipomoea triloba</i> , <i>Ischaemum</i> sp.
24	Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i>	Cesim
25	Pentatomidae	<i>Scotinophora coarctata</i>	Padi, <i>Phyllanthus niruri</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , <i>Echinochloa colonum</i> , <i>Fimbristylis miliacea</i> , <i>Leptochloa chinensis</i> , <i>Marsilea crenata</i> , <i>Cyperus difformis</i> , <i>Amaranthus</i> spp.

		<i>Nezara viridula</i>	Padi, <i>Echinochloa colonum</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , <i>Phyllanthus niruri</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Amaranthus</i> spp., cabai hijau
26	Phlaeothripidae	Thrips	Cesim, <i>Amaranthus</i> spp., <i>Phyllanthus niruri</i> , Cabai hijau
27	Tephritidae	<i>Procecidochares connexa</i>	<i>Fimbristylis miliacea</i> , padi
28	Tipulidae	<i>Tipula</i> sp.	Padi, <i>Cyperus difformis</i>
29	Scutelleridae	<i>Chrysocoris</i> sp.	<i>Phyllanthus nirur</i>

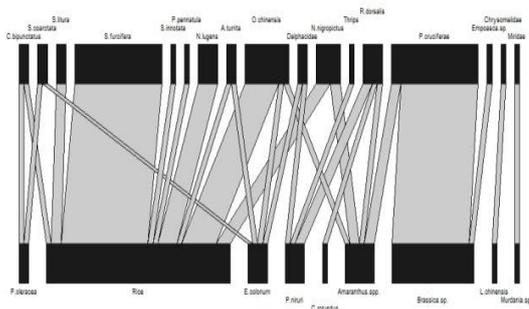
Food web

Food web distruktur untuk menggambarkan interaksi serangga herbivora- gulma/tanaman di setiap petak dan setiap musim tanam (Gambar 2). Dalam menggambar *web* digunakan konvensi yang sama seperti Van Veen *et al.* (2008). Gulma sebagai *host* disusun sebagai suatu seri pada *bar* di bagian bawah. Lebar *bar* tergantung pada kelimpahan kumulatif dalam satu musim tanam. Serangga herbivora disusun di bagian atas sebagai suatu seri pada *bar* yang lebarnya proporsional dengan kelimpahan kumulatif. Lebar batang serangga herbivora akan bertambah sesuai dengan bertambahnya frekuensi kehadiran serangga tersebut pada suatu spesies gulma/tanaman.

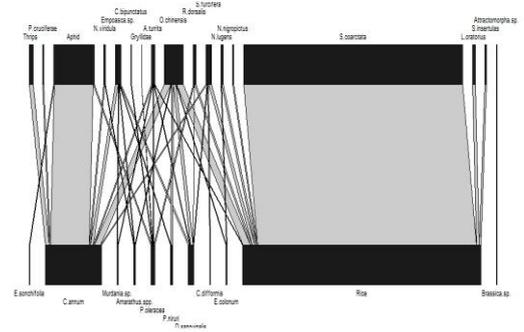
Dari gambaran visual pada Gambar 2 menunjukkan perbedaan jumlah *link* antara musim tanam I dan II, tetapi tidak nampak perbedaan antara sawah surjan organik dan konvensional. Hal ini tidak sesuai dengan hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara sawah surjan organik dan konvensional. Untuk lebih jelasnya, pada Tabel 2 ditampilkan statistik dari *network level* (*number of higher trophic species*, *number of lower trophic species*, *connectance*, *Shannon diversity*, dan *interaction evenness*)

Tabel 2. Statistik dari *network level*

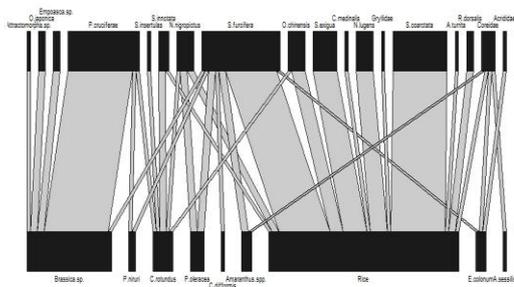
Petak	Parameter dari <i>network level</i>									
	<i>Number of higher trophic species</i>		<i>Number of lower trophic species</i>		<i>Connectance</i>		<i>Shannon diversity</i>		<i>Interaction evenness</i>	
	Musim I	Musim II	Musim I	Musim II	Musim I	Musim II	Musim I	Musim II	Musim I	Musim II
S1A	23	16	17	18	0.1509	0.2153	2.5355	2.5911	0.6218	0.6278
S2A	22	16	11	11	0.1694	0.2273	2.2840	2.3373	0.6150	0.6336
S3A	17	20	13	12	0.1493	0.1625	2.3901	1.6997	0.6836	0.4639
S1B	17	17	9	11	0.1765	0.2085	2.6230	1.3676	0.7959	0.3733
S2B	18	18	9	13	0.2037	0.1795	2.8406	1.2550	0.8120	0.3358
S3B	16	14	10	8	0.1750	0.2500	2.3301	0.6438	0.6993	0.1932



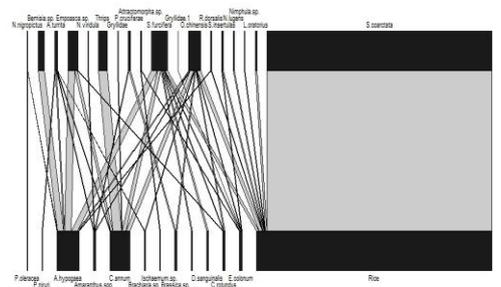
Gb.2.d.1. Struktur *food web* petak S1B musim tanam I



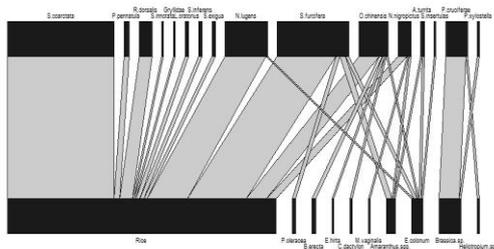
Gb.2.d.2. Struktur *food web* petak S1B musim tanam II



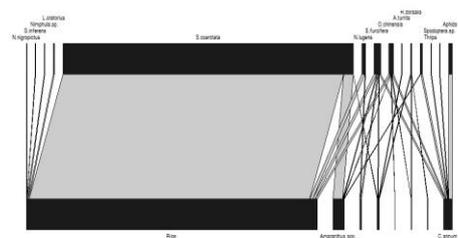
Gb.2.e.1. Struktur *food web* petak S2B musim tanam I



Gb.2.e.2. Struktur *food web* petak S2B musim tanam II



Gb.2.f.1. Struktur *food web* petak S3B musim tanam I



Gb.2.f.2. Struktur *food web* petak S3B musim tanam II

Jumlah *higher* dan *lower trophic species*

Jumlah dari *higher* dan *lower trophic species* menunjukkan kekayaan spesies (*species richness*) yang berinteraksi dalam suatu *food web*. Pertanian organik mempunyai *species richness* yang lebih tinggi pada semua level trofik (Macfayden *et al.* 2009). Dalam penelitian ini, sawah surjan organik cenderung mempunyai *higher trophic species richness* (kekayaan serangga herbivora) lebih tinggi daripada sawah surjan konvensional, meskipun secara statistik perbedaan itu tidak signifikan ($\alpha = 0,05$; sig. 0,116), sedangkan untuk *lower trophic species* (kekayaan gulma) terdapat perbedaan yang signifikan ($\alpha = 0,05$; sig. 0,050). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Gibson *et al.* (2007) yang menemukan bahwa pertanian organik mempunyai kekayaan spesies tumbuhan yang lebih tinggi daripada pertanian konvensional. Tidak adanya aplikasi herbisida dan penyiangan pada sawah surjan organik yang memungkinkannya mempunyai kekayaan spesies gulma yang lebih tinggi daripada sawah surjan konvensional.

Antara musim tanam I dan II tidak ada perbedaan *species richness* yang signifikan pada semua level trofik, tetapi musim tanam ke II cenderung mempunyai kekayaan serangga herbivora lebih rendah daripada musim tanam I. Hal ini dikarenakan pada musim tanam II, serangga herbivora sangat didominasi oleh kepinding tanah (*Scotinophora coarctata*) yang merupakan hama tanaman padi. Perlu dilakukan penelitian tersendiri untuk mengetahui mengapa kepinding tanah dapat sangat dominan di musim tanam II, apakah karena musuh alaminya yang tidak ada atau karena pengaruh iklim.

Diversitas Shannon (*Shannon Diversity*)

Indeks Shannon (H') adalah yang paling sering digunakan dalam ekologi komunitas. Nilai ini akan naik dengan naiknya jumlah spesies dan distribusi individu dari setiap spesies lebih merata (Ludwig dan Reynolds, 1988). Kirwan *et al.* (2009) menunjukkan diversitas berpengaruh terhadap interaksi interspesifik dalam arah dan besarnya.

Dalam penelitian ini ditemukan perbedaan diversitas Shannon yang signifikan antara sawah surjan organik dan konvensional ($\alpha = 0.05$; sig. 0.042) dan antara musim tanam I dan II ($\alpha = 0.05$; sig. 0.002). Interaksi antara pengelolaan dan musim tanam juga menunjukkan perbedaan yang signifikan ($\alpha = 0.05$; sig. 0.009). Sawah surjan organik mempunyai diversitas yang lebih tinggi daripada sawah surjan konvensional, dan musim tanam I lebih tinggi daripada musim tanam II.

Connectance

Dalam *food web* dari S spesies, *connectance* adalah jumlah *link* yang riil (L) dibagi dengan jumlah *link* yang mungkin (S^2 atau $S(S-1)$), yaitu jika semua spesies berinteraksi. *Connectance* mempunyai efek yang kuat terhadap gambaran struktural, seperti distribusi frekuensi dari jumlah *link* per spesies, dan sudah lama diketahui mempengaruhi stabilitas *food web*. *Connectance* akan turun dengan turunnya kekayaan spesies (Verhoef and Morin 2010). Macfayden *et al.* (2009) menemukan perbedaan *connectance* yang signifikan antara pertanian organik dan konvensional.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara sawah surjan organik dan konvensional, tetapi sawah surjan organik cenderung mempunyai *connectance* lebih rendah daripada sawah surjan konvensional. Hal ini didukung dengan data bahwa diversitas

shannon pada sawah organik secara signifikan lebih tinggi. *Connectance* yang lebih rendah menunjukkan kekayaan spesies yang lebih tinggi dan *link* dari interaksi spesies yang lebih banyak (Verhoef and Morin 2010). Tidak signifikannya perbedaan *connectance* antara sawah surjan organik dan konvensional ini diperkirakan karena praktek budidaya organik yang baru dilakukan selama dua musim tanam (6 bulan) sehingga belum banyak perbedaan faktor lingkungan biotik maupun abiotik antara sawah surjan organik dan konvensional. Seringkali penelitian proses ekologis memerlukan waktu yang sangat lama, seperti yang dilakukan oleh Van Veen *et al.* (2008) yang menganalisis *food web* dari interaksi serangga herbivora-serangga musuh alami dengan melakukan observasi selama satu tahun.

Ada perbedaan *connectance* yang signifikan antara musim tanam I dan II ($\alpha = 0,05$; sig. 0,045), yaitu musim tanam I mempunyai *connectance* yang jauh lebih rendah daripada musim tanam II. Hal ini terkait dengan jumlah *higher trophic species* (kekayaan serangga herbivora) dan diversitas shannon pada semua level pada musim tanam I lebih tinggi daripada musim tanam II.

Interaction evenness

Interaction evenness adalah ukuran keseragaman aliran energi dari banyak jalan interaksi yang berbeda-beda. Modifikasi habitat menyebabkan perbedaan besar dalam *interaction evenness* (Tylianakis *et al.* 2007).

Dalam penelitian ini sawah surjan organik cenderung mempunyai *interaction evenness* yang lebih tinggi daripada sawah surjan konvensional, meskipun perbedaan itu secara statistik tidak signifikan. Hal ini didukung dengan data diversitas shannon yang menunjukkan perbedaan signifikan antara sawah surjan organik dan konvensional. Tetapi, interaksi antara pengelolaan (organik atau konvensional) dan musim tanam menunjukkan perbedaan *interaction evenness* yang signifikan ($\alpha = 0.05$; sig. 0.002). Hal ini berarti bahwa terdapat perbedaan antara sawah surjan organik pada musim tanam I dan musim tanam II, serta antara sawah surjan konvensional pada musim tanam I dan musim tanam II. Selain itu, terdapat juga perbedaan yang signifikan ($\alpha = 0.05$; sig. 0.000) antara musim tanam I (musim hujan) dan musim tanam II (musim kemarau). Musim tanam I mempunyai *interaction evenness* lebih tinggi daripada musim tanam II. Hal ini terkait dengan data diversitas dan *connectance* yang menunjukkan bahwa secara signifikan musim tanam I (musim hujan) lebih tinggi daripada musim tanam II (musim kemarau).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis struktur *food web* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam dua musim tanam, struktur *food web* dari interaksi serangga herbivora-gulma antara sawah surjan organik dan konvensional tidak terdapat perbedaan yang signifikan, tetapi ada kecenderungan bahwa sawah surjan organik mempunyai *link* interaksi yang lebih kompleks, terutama dengan melihat signifikansi perbedaan dari *lower trophic species richness* (kekayaan gulma) dan diversitas shannon antara sawah surjan organik dan konvensional

2. Struktur *food web* pada musim tanam I lebih kompleks (lebih banyak interaksi di antara spesies) daripada musim tanam II yang didominasi oleh interaksi spesies tertentu pada *higher trophic species*, yaitu *Scotinophora coarctata*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrahamson, W.G. 1989. Plant-animal interaction. McGraw-Hill Book Company. New York, USA. pp 1-22
- Channa, N.B., Bambaradeniya, Amarasinghe, F.P. 2004. Biodiversity associated with the rice field agro-ecosystem in Asian countries: a brief review. IWMI. Ghana, Pakistan, South Africa, Srilanka, Thailand
- Crowder, D.W., Northfield, T.D., Strand, M.R., Snyder, W.E. 2010. Organic agriculture promotes evenness and natural pest control. *Nature Letters*. Vol. 466/1 July 2010/doi:10.1038/nature09183
- Gibson, R.H., Pearce, S., Morris, R.J., Symondsons, W.O.C., Memmott, J. 2007. Plant diversity and land use under organic and conventional agriculture: a whole-farm approach. *Journal of Applied Ecology* (2007) doi: 10.1111/j.1365-2664.01292.x
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The pests of crops in Indonesia. P.T. Ichtar Baru-Van Hoeve. Jakarta. Indonesia
- Kirwan, L., Connolly, J., Finn, J.A., Brophy, C., Luscher, A., Nyfeler, D., Sebastia, M.T. 2009. Diversity-interaction modeling: estimating contributions of species identities and interactions to ecosystem function. *Ecology* 90(8): 2032-2038
- Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F. 1988. *Statistical ecology, a primer on methods and computing*. John Wiley & Sons, New York, USA. pp. 89-95
- Macfayden, S., Gibson, R., Polaszek, A., Morris, R.J., Craze, P.G., Plangue, R., Symondson, W.O.C., Memmott, J. 2009. Do differences in food web structure between organic and conventional farms affect the ecosystem service of pest control? *Ecology Letters* (2009) 12: 229-238
- Mangoendihardjo, S. 1982. Serangga pemakan tumbuhan pada beberapa jenis gulma air di Indonesia. A dissertation. Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia
- Marwasta, D., Priyono, K.D. 2007. Analisis karakteristik desa-desa pesisir di kabupaten Kulon Progo. *Forum Geografi*, Vol 21 No. 1, Juli 2007: 57-68
- Moenandir, J. 1993. *Persaingan tanaman budidaya dengan gulma (Ilmu gulma-buku III)*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta, Indonesia
- Odum, E.P. 1998. *Dasar-dasar Ekologi*. Edisi ke tiga (translation). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, Indonesia
- Pracaya. 2008. *Pengendalian hama & penyakit tanaman secara organik*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta, Indonesia
- Price, P.W. 1997. *Insect ecology*. Third edition. John Wiley & Sons Inc. New York, USA

- Schoenly, K., Cohen, J.E., Heong, K.L., Litsinger, J.A., Aquino, G.B, Barrion, A.T., Arida, G. 1996. Food web dynamics of irrigated rice fields at five elevations in Luzon, Philippines. *Bulletin of Entomological Research* (1996) 86, 451-466
- Soegiarto and Baco. 1993. Strategi dan program penelitian hama-hama tanaman pangan pada PJP II *in* Pemantapan penelitian hama tanaman pangan. Risalah lokakarya. Balai penelitian tanaman pangan. Sukarami, Sumatera Barat, Indonesia
- Suharto. 2007. Pengenalan dan pengendalian hama tanaman pangan. Penerbit Andi. Yogyakarta, Indonesia
- Tindall, K.V. 2004. Investigation of insect-weed interaction in the rice agroecosystem. *A dissertation*. The Department of Entomology. Louisiana State University, USA
- Tylianakis, J.M., Tscharntke, T., Lewis, O.T. 2007. Habitat modification alters the structure of tropical host-parasitoid food webs. *Nature. Letters*. Vol 445/11 January 2007/doi:10.1038/nature05429. pp. 202-205
- Untung, K. 2006. Pengantar pengelolaan hama terpadu. Edisi ke dua. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, Indonesia
- Van Veen, F.J.F, Muller, C.B., Pell, J.K., Godfray, H.C.J. 2008. Food web structure of three guilds of natural enemies: predators, parasitoids and pathogens of aphids. *Journal of Animal Ecology* 2008, 77, 191-200
- Verhoef, H.A and Morin, P.J. 2010. Community ecology, processes, models, and applications. Oxford university press. Oxford, UK

