

ANALISIS POLA INTERAKSI SERANGGA-GULMA PADA EKOSISTEM SAWAH SURJAN DAN LEMBARAN YANG DIKELOLA SECARA ORGANIK DAN KONVENSIONAL

(Analysis of Insect-Weed Interaction Pattern in Surjan and Lembaran Rice Farm Ecosystems under Organic and Conventional Managements)

Tien Aminatun*, Edhi Martono, Suratman Woro S***, dan S. Djalal Tandjung******

*Program Studi Biologi FMIPA UNY

**Fakultas Pertanian UGM

***Fakultas Geografi UGM

****Fakultas Biologi UGM

e-mail: tienaminatun@yahoo.com

Diterima: 24 Agustus 2012

Disetujui: 3 September 2012

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur *food web* dalam pola interaksi serangga-gulma pada ekosistem sawah surjan dan lembaran yang dikelola secara organik dan konvensional. Penelitian dilakukan pada enam petak sawah surjan dan enam petak sawah lembaran di daerah Kulon Progo dalam dua musim tanam pada bulan Desember 2009 sampai Juli 2010. Baik sawah surjan maupun sawah lembaran, masing-masing dibedakan dalam dua pengelolaan, yaitu pengelolaan organik dan konvensional, dengan ulangan masing-masing tiga petak. Lima plot ukuran 1x1 m ditempatkan pada masing-masing petak yang tidak diubah posisinya sampai berakhir satu musim tanam. Inti dari penelitian lapangan ini adalah menghitung jenis dan kelimpahan gulma setiap tiga minggu sekali untuk setiap petak, demikian juga untuk jenis dan kelimpahan dari serangga herbivora untuk setiap jenis tanaman/gulma pada setiap plot. Analisis data dilakukan dengan program *Bipartite in R statistics 2.12.0*, dan dilakukan uji pengaruh tipe sawah dan cara pengelolaan lahan terhadap struktur dan *network level* (jumlah jenis trofik atas, jumlah jenis trofik bawah, keterhubungan, diversitas Shannon, dan pemerataan interaksi) dengan menggunakan *General Linear Model (GLM)* dalam program SPSS 17.0. Hasil penelitian sawah surjan yang dikelola secara organik mempunyai pola interaksi serangga-gulma yang lebih kompleks dengan lebih banyak *link* interaksi, jumlah jenis trofik atas dan bawah, indeks diversitas Shannon, dan pemerataan interaksi yang lebih tinggi, serta keterhubungan (*connectance*) yang lebih rendah.

Kata kunci: pola interaksi serangga-gulma, ekosistem sawah surjan, ekosistem sawah lembaran, pengelolaan organik, pengelolaan konvensional

Abstract

The aims of this research was to analyse food web structure of insect-weed interaction in surjan and lembaran rice field ecosystems under organic and conventional managements. We observed six rice fields of local farms called "surjan" rice fields, and six rice fields of "lembaran" farms in Kulon Progo District, central Java, in two planting seasons in December 2009 until July 2010. They were divided into two types of managements, i.e. organic and conventional farming. Five 1x1 m plots per field were taken as sampling units and were not changed until the end of the planting season. The type and abundance of each type of weeds were recorded every three weeks, and counted for accordingly. In the similar way, type and abundance of herbivore insects were observed for each weed in each plot. Data analyses were conducted in Bipartite program of R Statistics 2.12.0, and the effect of farm type and management on network level of food web structure (number of higher trophic species, number of lower trophic species, connectane, Shannon diversity index and interaction evenness) was tested per field using General Linear Model (GLM) with SPSS Statistics 17.0. The result of this research is that organic surjan rice farm had more much links in food web structure, more number of higher and lower trophic species, Shannon diversity and interaction evenness, and less connectance.

Keywords: insect-weed interaction pattern, surjan rice farm ecosystem, lembaran rice farm ecosystem, organic management, conventional management

PENDAHULUAN

Serangga dan gulma merupakan komponen penting pada ekosistem sawah. Serangga herbivora dapat menjadi hama bagi tanaman budidaya maupun gulma (Kalshoven, 1981; Mangoendihardjo, 1982), sedangkan gulma, sebagai tumbuhan liar yang tidak dibudidayakan, dapat berkompetisi dengan tanaman budidaya untuk memperebutkan cahaya matahari, air dan zat hara (Moenandir, 1993). Di sisi lain, gulma juga dapat berfungsi sebagai tanaman perangkap, yaitu sebagai inang alternatif bagi serangga hama, dan penyedia makanan bagi serangga musuh alami dewasa karena gulma tersebut menyediakan polen bagi parasitoid dewasa (Soegiarto dan Baco, 1993). Dengan demikian, ada interaksi serangga-gulma yang berpengaruh pada ekosistem sawah

Interaksi terjadi pada level komunitas, banyak terdapat variasi pada setiap level organisasi (individu, populasi, spesies) dan mereka saling berinteraksi dengan banyak cara, sehingga interaksi yang terjadi sangat rumit dan kompleks (Verhoef dan Morin, 2010). Kegiatan pertanian mempengaruhi kuantitas dan tipe interaksi di antara organisme karena kegiatan pertanian tersebut pada umumnya mengurangi komposisi dan diversitas spesies (Abrahamson, 1989). Pola interaksi dapat ditunjukkan dengan analisis *food web*. Modifikasi habitat dan aplikasi pestisida pada ekosistem pertanian berpengaruh terhadap struktur *food web* (Schoenly *et al.* 1996; Tylianakis *et al.* 2007; Van Veen *et al.* 2008; Macfayden *et al.* 2009). Aspek biodiversitas, yaitu *richness* (kekayaan jenis) dan *evenness* (kemerataan jenis) dapat digunakan untuk menganalisis struktur *food web*. Pertanian organik (tanpa aplikasi pestisida dan pupuk kimia) dapat meningkatkan *richness* dan *evenness* serta pengendalian hama secara alami (Crowder *et al.*, 2010).

Mengingat dampak negatif dari aplikasi pestisida dalam kegiatan pertanian terhadap lingkungan, maka dewasa ini mulai digalakkan pengendalian alami atau hayati dalam pengendalian hama. Oleh karena itu, sawah organik yang menghindari pemakaian bahan-bahan kimia, seperti pestisida untuk pengendalian hama, mulai banyak dikembangkan. Menurut Untung (2006), pengendalian hayati pada ekosistem sawah pada prinsipnya adalah pengaturan populasi organisme oleh mekanisme saling keterkaitan

(interaksi) antar anggota suatu komunitas sawah pada jenjang tertentu.

Dari uraian di atas maka diperlukan penelitian yang mendalam tentang pola interaksi serangga-gulma pada ekosistem sawah dalam rangka upaya pengendalian hama secara alami atau hayati. Di daerah pesisir Kulon Progo terdapat ekosistem sawah yang khas dan menarik untuk diteliti dengan adanya modifikasi habitat, yaitu sawah surjan. Menurut Marwasta dan Priyono (2007), sistem surjan yang diterapkan sepanjang tahun di pesisir Kulon progo merupakan bentuk adaptasi petani terhadap kondisi geografis wilayah yang bertopografi rendah dan mudah tergenang air. Wilayah pesisir secara geomorfologis merupakan satuan dataran fluviomarin yang terbentuk sebagai hasil kerjasama aktivitas sedimentasi, yang dimanfaatkan untuk pertanian lahan basah (sawah). Mengingat satuan lahan ini secara genesis bekas laguna yang dulunya tergenang sepanjang tahun, maka drainase permukaannya buruk.

Sawah surjan disebut demikian karena morfologi dari lahan sawah ini jika dilihat dari atas tampak bergaris-garis seperti baju surjan yang biasa dipakai orang Jawa tempo dulu. Tampak bergaris-garis karena terdiri atas alur-alur tinggi dan rendah. Alur yang rendah (bagian bawah) ditanami padi, sedangkan bagian alur yang tinggi (guludan) ditanami palawija. Dengan demikian, ekosistem sawah surjan memiliki lingkungan pertanian yang khas. Morfologi sawah surjan yang demikian itu kemungkinan berpengaruh terhadap komposisi serangga dan gulma yang menyusun komunitas sawah, termasuk juga interaksi serangga-gulma yang terjadi di dalamnya.

Berdasar latar belakang di atas, maka permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimanakah pola (*main pattern*) dari interaksi serangga-gulma pada ekosistem sawah surjan dan lembaran yang dikelola secara organik dan konvensional, sehingga tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis struktur *food web* dalam pola interaksi serangga-gulma pada ekosistem sawah surjan dan lembaran yang dikelola secara organik dan konvensional.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian adalah pada lahan sawah surjan dan sawah lembaran di Desa Pleret,

Kecamatan Panjatan, Kabupaten Kulon Progo yang merupakan wilayah pesisir. Objek material dari penelitian meliputi 12 petak sawah dengan luas masing-masing $\pm 500 \text{ m}^2$, dengan perincian sebagai berikut (Gambar 1.):

a. Tiga (3) petak sawah surjan dengan kode S1A, S2A dan S3A, serta tiga (3) petak sawah lembaran dengan kode NS1A, NS2A, dan NS3A, yang pengelolaannya diarahkan oleh peneliti (secara organik)

b. Tiga (3) petak sawah surjan dengan kode S1B, S2B, dan S3B, serta tiga (3) petak sawah lembaran dengan kode NS1B, NS2B, dan NS3B, yang pengelolaannya diserahkan kepada petani (secara konvensional).

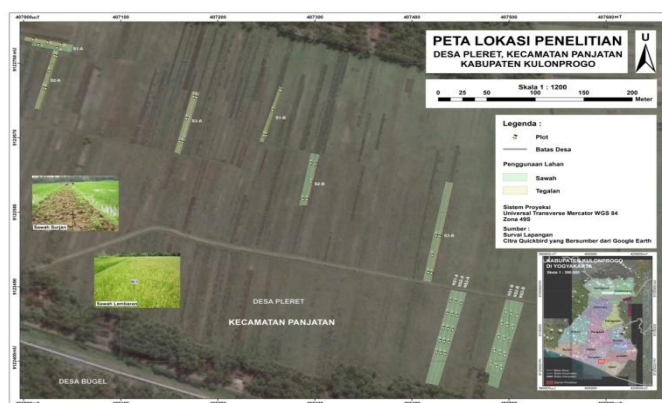
Penelitian ini menggunakan pendekatan ekosistem. Objek formal dalam penelitian ini adalah komponen-komponen penyusun ekosistem sawah, yaitu populasi serangga dan gulma yang berinteraksi dalam ekosistem sawah tersebut. Sebagai variabel bebas dalam penelitian eksperimental ini adalah tipe sawah dan cara pengelolaan lahan. Tipe sawah meliputi dua variabel, yaitu sawah surjan dan sawah lembaran. Cara pengelolaan lahan meliputi dua variabel, yaitu cara organik dan cara konvensional. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah struktur *food web* 2 trofik tanaman-serangga herbivora.

Bahan yang digunakan adalah serangga dan gulma yang diamati secara *insitu* pada petak-petak penelitian, sedangkan alat-alat yang digunakan adalah: tali rafia, patok, buku identifikasi gulma, buku identifikasi serangga, alat tulis dan kamera. Penelitian dilakukan selama dua kali musim tanam padi. Jadwal penelitian mengikuti musim tanam (MT) padi yang dilakukan secara serempak di lokasi penelitian, yaitu; MT1 bulan Desember 2009 – Maret 2010; dan MT2 bulan April – Juli 2010.

Lahan sawah dibedakan atas lahan yang pengelolaannya dilakukan oleh petani lokal pada umumnya dan lahan yang pengelolaannya dilakukan dengan pengarahannya dari peneliti. Untuk sawah surjan, pada bagian alur ditanami padi baik pada musim tanam I (MT I) maupun MT II, sedangkan di bagian guludan ditanami cesim (*Brassica rapa*) pada MT I dan cabai merah (*Capsicum annum*) pada MT II. Untuk sawah lembaran semua lahan hanya ditanami padi baik pada MT I maupun MT II. Jenis padi yang ditanam adalah varietas IR 64 karena jenis ini yang paling banyak ditanam oleh petani di lokasi penelitian.

Untuk pengelolaan lahan yang diarahkan oleh peneliti, cara pengolahan tanah dan penyemaian bibit padi dilakukan sama dengan yang dilakukan oleh petani di lokasi penelitian pada umumnya. Perbedaan terletak pada pemupukan (penggunaan pupuk organik) serta pengendalian hama dan gulma (tanpa aplikasi pestisida dan herbisida). Gulma pada lahan ini dibiarkan tumbuh tanpa gangguan. Jika ada penyiangan yang dilakukan oleh petani, maka penyiangan dilakukan dengan sangat terbatas, yaitu hanya dengan mencabut gulma yang tampak tumbuh tinggi saja, dan terbatas hanya pada gulma yang berada di luar plot-plot sampling. Plot-plot sampling tetap dibiarkan tanpa gangguan sama sekali (*undisturbed*). Pemupukan tanaman padi yang dilakukan dengan arahan dari peneliti sesuai dengan Andoko (2008).

Langkah selanjutnya setelah ditetapkan petak-petak penelitian adalah membuat plot sampling sebanyak 5 plot di setiap petak lahan penelitian dengan luas masing-masing plot adalah $1 \times 1 \text{ m}^2$. Penempatan plot pada tiap petak lahan dilakukan secara reguler/sistematik (Untung, 2006).



Gambar 1. Peta lokasi petak-petak penelitian

Pencatatan jenis-jenis dan jumlah gulma yang terdapat pada setiap plot di setiap petak penelitian dilakukan secara periodik 3 minggu sekali, yaitu pada minggu pertama, ke-4, ke-7, ke-10 dan ke-13 setelah tanam padi, dilakukan baik pada MT I maupun MT II, bersamaan dengan pengamatan serangga dilakukan secara *insitu* pada setiap plot pengamatan. Serangga yang diamati terbatas untuk serangga yang aktif pada siang hari saja, dibedakan atas serangga hama (herbivora), serangga predator dan parasitoid (musuh alami) dan serangga saprofit (netral). Identifikasi jenis serangga dilakukan secara *insitu*, jika ada jenis yang belum dapat diketahui secara *insitu* maka diambil sampel dari luar plot pengamatan untuk diidentifikasi di Laboratorium Entomologi Fakultas Pertanian UGM. Identifikasi dilakukan sampai tingkat familia, untuk serangga yang familiar identifikasi dapat dilakukan sampai tingkat genus atau bahkan sampai tingkat spesies.

Analisis data dilakukan dari hasil pengamatan dan penghitungan populasi serangga dan gulma. Struktur *food web* dianalisis dengan program *bipartite* dalam program *R-statistics*, dengan melihat gambar *food web* dan *network level*-nya. Dilakukan uji pengaruh tipe sawah dan cara pengelolaan lahan terhadap struktur dan *network level* (jumlah jenis trofik atas, jumlah jenis trofik bawah, keterhubungan, diversitas Shannon, dan pemerataan interaksi) dengan menggunakan *General Linear Model (GLM)* dalam program SPSS 17.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Ekosistem Sawah di Daerah Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Desa Pleret, Kecamatan Panjatan, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, lebih tepatnya pada posisi 07° 56' LS dan 110° 09' BT. Kondisi

iklim makro berdasarkan kriteria Schmidt dan Ferguson adalah tipe D, sedangkan berdasar kriteria Oldeman adalah tipe E. Secara geomorfologi, daerah penelitian mempunyai bentuklahan pesisir yang berupa dataran fluviomarin. Jenis tanah daerah ini adalah aluvial, yang tersusun atas lempung debu (lanau) dan bahan organik sisa rumput dan tumbuhan rawa, serta sedikit pasir halus yang merupakan endapan fluviomarin.

Keadaan hidrologi daerah penelitian dicirikan dengan kondisi drainase yang buruk, mudah tergenang air, sehingga sawah surjan menjadi bentuk adaptasi petani terhadap kondisi hidrologis ini. Sumber irigasi untuk mengairi sawah di daerah penelitian berasal dari Sungai Serang (Bendungan Pekik Jamal). Di daerah ini juga terdapat Sungai Bugel yang berfungsi sebagai saluran drainase yang bermuara ke Sungai Progo.

Di lokasi penelitian, lahan sawah dibedakan menjadi sawah surjan dan sawah lembaran. Sawah surjan terdiri atas alur dan guludan yang ditanami dengan jenis tanaman budidaya bermacam sayuran dan palawija yang ditanam secara tumpang sari dan tumpanggilir, sedangkan sawah lembaran seperti sawah pada umumnya yang hanya ditanami padi tanpa ada bagian guludan yang kering (Gambar 2.).

Cara budidaya petani di daerah penelitian pada umumnya adalah cara konvensional (ada aplikasi pestisida dan pupuk kimia), tetapi sebagian petani khususnya petani sawah surjan biasa menambahkan pupuk organik (kompos dan pupuk kandang) sebagai pupuk dasar di bagian guludan. Khusus untuk penelitian ini maka diadakan budidaya cara organik (tanpa aplikasi pestisida dan pupuk kimia) untuk membandingkan antara ekosistem sawah organik dan konvensional, dengan cara pengolahan tanah yang sama dengan yang biasa dilakukan oleh petani lokal pada umumnya.



Gambar 2. Sawah lembaran (kiri) dan sawah surjan (kanan)

Perbedaan terletak pada macam, dosis dan frekuensi pemberian pupuk, sedangkan pada pertanian organik populasi serangga hama tidak dikendalikan secara kimia dengan pestisida tetapi dibiarkan *undisturbed* agar mekanisme pengendalian alami dapat terjadi.

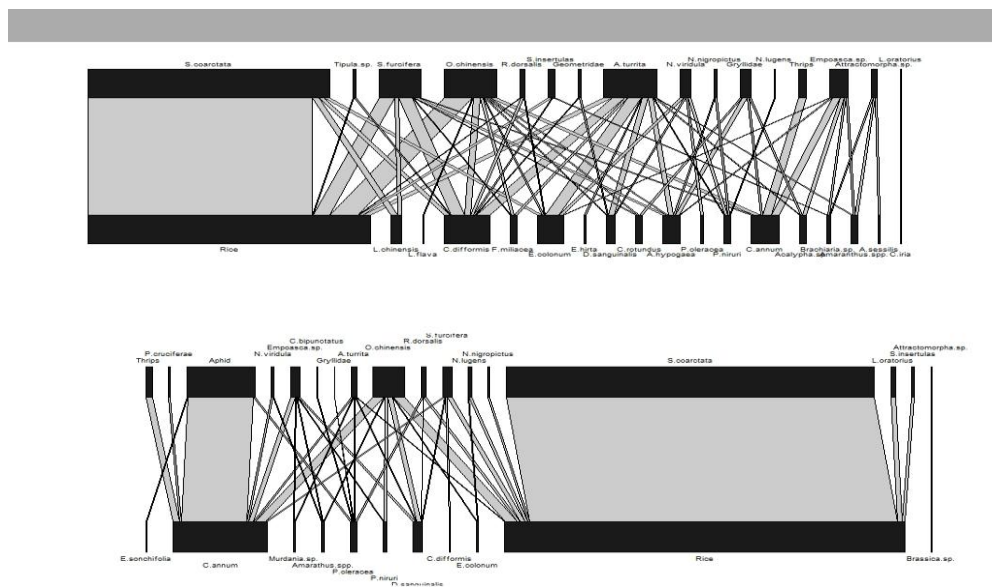
Analisis Pola Interaksi Serangga-Gulma

Berbagai hasil kajian menyatakan bahwa pola interaksi dapat dilihat dengan analisis struktur *food web*, sehingga memerlukan analisis *richness* dan *evenness* yang merupakan unsur biodiversitas, sedangkan kegiatan pertanian organik dapat meningkatkan *richness* dan *evenness* serta pengendalian hama secara alami/hayati (Schoenly *et al.*, 1996; Gibson *et al.*, 2007; Tylianakis *et al.* 2007; Van Veen *et al.*, 2008; Macfayden *et al.*, 2009; Crowder *et al.*, 2010). Hasil penelitian di dataran fluvio-marine Kulon Progo ini menunjukkan bahwa ekosistem sawah surjan dengan pengelolaan organik menghasilkan pola interaksi serangga-gulma yang paling kompleks dengan banyak link interaksi, yang berarti mempunyai *richness* dan *evenness* yang paling tinggi.

Dalam penelitian ini *food web* distruktur untuk menggambarkan interaksi *bipartite* dua trofik antara serangga herbivora dan tanaman/gulma.

Dalam menggambar *web* digunakan konvensi yang sama seperti Van Veen *et al.* (2008). Tanaman/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 bar serangga herbivora akan bertambah sesuai dengan bertambahnya frekuensi kehadiran serangga tersebut pada suatu jenis tanaman/gulma.

Struktur *food web* digambarkan untuk setiap petak penelitian pada setiap musim tanam. Jadi, dalam hal ini terdapat 12 gambar visual untuk setiap musim tanam. Gambar 3 dan 4 mewakili gambaran visual struktur *food web* dari interaksi serangga-gulma. Dari Gambar 3 tampak sekali perbedaan antara sawah surjan organik dan konvensional, yaitu sawah surjan organik mempunyai jumlah *link* (interaksi) lebih banyak daripada sawah surjan konvensional, tetapi antara sawah lembaran organik dan konvensional (Gambar 4.) tidak tampak perbedaan yang berarti. Perbedaan tampak jelas juga antara sawah surjan dan sawah lembaran, yaitu sawah surjan mempunyai *link* (interaksi) lebih rumit dibandingkan sawah lembaran.



Gambar 3. Struktur *food web* dari interaksi serangga-gulma pada MT II pada sawah surjan organik petak S1A (atas) dan pada sawah surjan konvensional petak S1B (bawah).



Gambar 4. Struktur *food web* dari interaksi serangga-gulma pada MT II pada sawah lembaran organik petak NS1A (atas) pada sawah lembaran konvensional petak NS2B (bawah)

Untuk melihat tingkat interaksi (*network level*), dilakukan analisis statistik dengan program *bipartite in R statistics*. Tabel 1. menampilkan statistik dari *network level* yang meliputi jumlah jenis trofik atas (*number of higher trophic species*), jumlah jenis trofik bawah (*number of lower trophic species*), keterhubungan (*connectance*), diversitas Shannon (*shannon diversity*), dan pemerataan interaksi (*interaction evenness*). Dalam hal ini, *number of higher trophic species* menunjukkan kekayaan jenis serangga herbivora yang berinteraksi dengan tanaman/gulma, sedangkan *number of lower trophic species* menunjukkan kekayaan jenis tanaman/gulma yang berinteraksi dengan serangga herbivora.

Pertanian organik mempunyai kekayaan jenis (*species richness*) yang lebih tinggi pada semua level trofik (Macfayden *et al.* 2009). Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah jenis trofik bawah (kekayaan jenis tanaman/gulma) pada sawah yang dikelola secara organik lebih tinggi

daripada sawah yang dikelola secara konvensional ($\alpha = 0,05$; sig. = 0,035), dan jumlah jenis trofik atas (kekayaan jenis serangga herbivora) juga cenderung lebih tinggi meskipun secara statistik tidak signifikan ($\alpha = 0,05$; sig. = 0,351). Selain itu, sawah surjan mempunyai kekayaan serangga herbivora dan tanaman/gulma secara signifikan lebih tinggi daripada sawah lembaran ($\alpha = 0,05$; sig. = 0,002 untuk kekayaan jenis serangga herbivora dan sig. 0,000 untuk kekayaan jenis tanaman/gulma). Perbedaan musim tanam juga menunjukkan perbedaan yang signifikan dari kekayaan jenis serangga herbivora, tetapi perbedaan kekayaan jenis tanaman/gulma tidak signifikan antara MT I dan MT II. Pada MT II kekayaan jenis serangga herbivora secara signifikan lebih rendah daripada MT I ($\alpha = 0,05$; sig. = 0,001), karena ada dominasi oleh hama padi *Scotinophora coarctata* Fab. (keping tanah).

Tabel 1. Hasil analisis *network level* dengan program *bipartite in R statistics*

Petak	Parameter dari <i>network level</i>									
	Jumlah jenis trofik atas		Jumlah jenis trofik bawah		Keterhubungan		Diversitas Shannon		Kemerataan interaksi	
	MT I	MT II	MT I	MT II	MT I	MT II	MT I	MT II	MT I	MT 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
NS1A	17	12	5	2	0.2941	0.5417	1.9875	0.1358	0.6175	0.0529
NS2A	21	11	7	1	0.1905	1	2.2778	0.1676	0.6836	0.0699
NS3A	16	7	5	1	0.2625	1	2.3926	0.0846	0.7859	0.0435
NS1B	14	13	6	1	0.2857	1	1.4130	0.1960	0.4446	0.0764
NS2B	16	11	5	2	0.3375	0.5454	1.8921	0.1243	0.5741	0.0500
NS3B	19	14	4	2	0.3421	0.5357	1.2150	0.2015	0.3729	0.0744

Dalam *food web* dari S spesies, keterhubungan (*connectance*) adalah jumlah *link* yang riil (L) dibagi dengan jumlah *link* yang mungkin (S^2 atau $S(S-1)$ jika tidak memasukkan *link* kanibalistik), 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 naiknya kekayaan spesies (Verhoef dan Morin, 2010). Macfayden *et al.* (2009) menemukan perbedaan *connectance* yang signifikan antara pertanian organik dan konvensional. Tabel 1 menunjukkan bahwa *connectance* pada sawah dengan pengelolaan organik cenderung lebih rendah daripada sawah dengan pengelolaan konvensional, meskipun perbedaannya secara statistik tidak signifikan ($\alpha = 0,05$; sig. = 0,652), tetapi ada perbedaan yang signifikan antara sawah surjan dan lembaran ($\alpha = 0,05$; sig. = 0,001) dan antara MT I dan MT II ($\alpha = 0,05$; sig. = 0,003). Sawah lembaran mempunyai *connectance* yang lebih tinggi daripada sawah surjan, dan MT II lebih tinggi daripada MT I.

Indeks Shannon (H') atau *Shannon diversity* 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. Hasil uji statistik dari Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan diversitas Shannon yang signifikan antara sawah dengan pengelolaan organik dan konvensional ($\alpha = 0,05$; sig. = 0,003), antara sawah surjan dan lembaran ($\alpha = 0,05$; sig. = 0,000), dan antara MT I dan MT II ($\alpha = 0,05$; sig. = 0,000). Diversitas Shannon pada sawah dengan pengelolaan organik, sawah surjan dan MT I lebih tinggi daripada sawah dengan pengelolaan konvensional, sawah lembaran dan MT II.

Kemerataan interaksi (*interaction evenness*) adalah ukuran keseragaman aliran energi dari banyak jalan interaksi yang berbeda-beda. Modifikasi habitat menyebabkan perbedaan besar dalam kemerataan interaksi (Tylianakis *et al.* 2007). Hasil uji statistik dari Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan kemerataan interaksi yang signifikan antara sawah dengan pengelolaan organik dan konvensional ($\alpha = 0,05$; sig. = 0,014), antara sawah surjan dan lembaran ($\alpha = 0,05$; sig. = 0,000), dan antara MT I dan MT II ($\alpha = 0,05$; sig. = 0,000). Kemerataan interaksi pada sawah dengan pengelolaan organik, sawah surjan dan MT I lebih tinggi daripada sawah dengan pengelolaan

konvensional, sawah lembaran dan MT II.

Dari hasil analisis pada Tabel 1 di atas dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara sawah surjan dan sawah lembaran yang menyebabkan perbedaan struktur *food web* antara kedua tipe sawah tersebut, yaitu sawah surjan mempunyai level biodiversitas yang lebih tinggi dalam hal kekayaan spesies maupun interaksi spesies, baik pada MT I maupun MT II. Perbedaan struktur *food web* tersebut ditunjukkan dengan perbedaan jumlah jenis trofik bawah, jumlah jenis trofik atas, keterhubungan (*connectance*), diversitas shannon dan pemerataan interaksi. Belum ada referensi atau penelitian terdahulu yang membandingkan struktur *food web* antara sawah surjan dan lembaran, tetapi dapat dijelaskan bahwa pola tanam polikultur yang menyebabkan sawah surjan mempunyai kekayaan spesies yang lebih tinggi pada semua level trofik. Beets (1982) telah menjelaskan bahwa pola tanam polikultur meningkatkan biodiversitas dan kesempatan interaksi spesies.

Selain hal di atas, ekosistem sawah surjan juga terdiri dari dua subsistem yang berbeda, yaitu terestrial pada bagian guludan dan akuatik pada bagian alur. Hal itu dapat menyebabkan perbedaan kekayaan jenis antara sawah surjan dan sawah lembaran yang hanya mempunyai sistem akuatik saja. Tylianakis *et al.* (2007) telah menemukan bahwa modifikasi habitat dapat mengubah struktur *food web*.

Dalam hal perbandingan antara pengelolaan organik dan konvensional, Macfayden *et al.* (2009) menemukan bahwa pertanian organik meningkatkan level biodiversitas dalam hal kekayaan dan interaksi spesies. Gibson *et al.* (2007) juga menemukan bahwa lahan pertanian organik mempunyai kekayaan jenis tumbuhan lebih tinggi daripada lahan pertanian konvensional. Pada Tabel 1 hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa kekayaan jenis tumbuhan (gulma) pada sawah organik secara signifikan lebih tinggi daripada sawah konvensional. Hal ini dikarenakan pada sawah organik tidak dilakukan penyiangan dan aplikasi herbisida seperti yang dilakukan pada sawah konvensional.

Sawah organik cenderung mempunyai kekayaan serangga herbivora lebih tinggi daripada sawah konvensional, meskipun secara statistik tidak signifikan. Demikian juga halnya dengan *connectance*, sawah organik cenderung mempunyai *connectance* yang lebih rendah daripada sawah konvensional, meskipun

perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. *Connectance* yang lebih rendah ini menunjukkan kekayaan spesies yang lebih tinggi dan lebih banyak *link* atau spesies yang berinteraksi (Verhoef dan Morin, 2010). Diperkirakan bahwa perbedaan kekayaan spesies serangga herbivora dan *connectance* antara sawah organik dan konvensional akan signifikan dengan waktu pengamatan yang lebih lama (lebih dari 2 musim tanam), mengingat bahwa praktek pertanian organik ini baru dilakukan selama dua musim tanam (sekitar 6 bulan). Seperti halnya yang dilakukan oleh Van Veen *et al.* (2008) yang melakukan analisis struktur *food web* pada interaksi serangga herbivora dan musuh alamnya yang membutuhkan waktu pengamatan 1 tahun. Akan tetapi, hasil uji statistik dari Tabel 1 menunjukkan bahwa secara signifikan diversitas Shannon dan pemerataan interaksi pada sawah organik lebih tinggi daripada sawah konvensional, baik pada MT I maupun MT II.

Struktur *food web* antara MT I dan MT II berbeda secara signifikan pada semua parameter, yaitu kekayaan jenis serangga herbivora yang terlibat interaksi, *connectance*, *Shannon diversity*, dan *interaction evenness*, kecuali pada kekayaan jenis tanaman/gulma yang terlibat interaksi. Hal ini karena jenis-jenis gulma yang berinteraksi dengan serangga herbivora antara MT I dan MT II tidak berbeda, artinya jenis-jenis gulma itulah yang selalu eksis pada setiap musim tanam dan selalu berinteraksi dengan serangga herbivora.

Pada MT II, khususnya pada sawah lembaran, hama padi *Scotinophora coarctata* Fab. (kepinding tanah) sangat dominan dan berinteraksi baik dengan tanaman padi maupun gulma, dan terdapat 3 petak sawah penelitian (petak NS2A, NS3A dan NS3B) yang tidak dapat divisualisasikan struktur *food web*-nya karena hanya terdapat satu jenis yang berinteraksi pada trofik bawah, yaitu tanaman padi, yang berinteraksi dengan serangga herbivora dengan jenis *Scotinophora coarctata* Fab. yang dominan. Pada MT II ini, kedalaman genangan air yang tinggi pada awal musim tanam dan cenderung kering pada pertengahan sampai akhir musim tanam menyebabkan hanya sedikit jenis gulma saja yang dapat hidup. Hal ini dapat dibandingkan dengan penelitian disertasi Tindall (2004) bahwa perendaman lahan sawah lebih awal (pada saat tanaman padi tahap 2-3 daun) dapat mengontrol gulma padi *red rice* (*Oryza sativa* L), tetapi dapat

mempercepat pertumbuhan populasi serangga hama *rice water weevil* (*Lissoroptus oryzophilus* Kuschel), karena serangga tersebut dapat lebih mudah meletakkan telurnya pada daun tanaman padi yang terendam air.

Kepinding tanah (*Scotinophora coarctata*) betina juga meletakkan telurnya pada bagian bawah daun atau bagian bawah tanaman dekat permukaan air. Perkembangan nimfa menjadi dewasa lebih lama pada musim kering atau kemarau sehingga menyebabkan serangan terhadap tanaman padi lebih parah (Cuaterno, 2006), sedangkan kondisi lingkungan pada MT II (musim kemarau) mendukung untuk perkembangbiakan hama kepinding tanah tersebut.

KESIMPULAN

Sawah surjan yang dikelola secara organik mempunyai pola interaksi serangga-gulma yang paling kompleks dengan lebih banyak *link* interaksi, jumlah jenis trofik atas dan bawah, diversitas Shannon, dan pemerataan interaksi yang lebih tinggi, serta keterhubungan (*connectance*) yang lebih rendah.

SARAN

Untuk mendapatkan signifikansi dari keunggulan pola interaksi serangga-gulma pada sawah yang dikelola secara organik untuk mendukung pengendalian hayati, perlu dilakukan observasi yang lebih panjang, seperti halnya yang dilakukan oleh Van Veen *et al.* (2010) yang memerlukan waktu lebih dari satu tahun untuk menganalisis struktur *food web* dari proses pemangsaan serangga herbivora oleh serangga predator (karnivora). Selain itu, perlu dilakukan penelitian juga pada bermacam tipe sawah dengan kondisi lingkungan fisik yang berbeda tetapi sama-sama dikelola secara organik.

DAFTAR PUSTAKA

Abrahamson, W.G. 1989. *Plant-Animal Interaction*. McGraw-Hill Book Company. Toronto. pp: 1-22

Andoko, A. 2008. *Budidaya Padi Secara Organik*. Penebar Swadaya. Depok

Beets, W.C. 1982. *Multiple Cropping and Tropical Farming System*. Gower Publ Co. Ltd. Hampshire.

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

Cuaterno, W.R. 2006. *Management of Malayan Rice Blackbug (Scotinophora coarctata) Using Biological Control Agent in The Island Provinces of The Philippines*. Crop Protection Division Bureau of Plant Industry. Department of Agriculture. Philippines.

Gibson, R.H., Pearce, S., Morris, R.J., Symondson, 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. Ichtiar 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*. *Disertasi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta

Marwasta, D. dan 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.

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 dan Baco. 1993. Strategi dan Program

- Penelitian Hama-hama Tanaman Pangan pada PJP II dalam Pemantapan Penelitian Hama Tanaman Pangan. *Risalah Lokakarya*. Balai Penelitian Tanaman Pangan. Sukarami. Sumatera Barat.
- Tindall, K.V. 2004. Investigation of Insect-Weed Interaction in The Rice Agroecosystem. *A Dissertation*. The Department of Entomology. Louisiana State University.
- 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. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- 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 dan Morin, P.J. 2010. *Community Ecology, Processes, Models, and Applications*. Oxford University Press.