

BIODIVERSITAS ARTROPODA

Pada Pertanaman Padi Organik Dan Non Organik

MOHAMAD LIHAWA



IP.061.12.2016

BIODIVERSITAS ARTROPODA
Pada Pertanaman Padi Organik Dan Non Organik
MOHAMAD LIHAWA

Pertama kali diterbitkan dalam bahasa Indonesia
oleh **Ideas Publishing**, Desember 2016

Alamat: Jalan Gelatik No. 24 Kota Gorontalo
Telp/Faks. 0435 830476
e-mail: infoideaspublishing@gmail.com
Anggota Ikapi, Februari 2014 No. 001/GORONTALO/14

ISBN : 978-602-088990-0

Penata Letak: Dede Yusuf
Ilustrasi dan Sampul: Andri Pahudin

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang
dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian
atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta

Lingkup Hak Cipta

Pasal 2

1. Hak cipta merupakan hak eksklusif bagi Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak Ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan peundang-undangan yang berlaku.

Ketentuan Pidana

Pasal 72

1. Barangsiapa dengan sengaja atau tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat satu bulan dan atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan atau denda paling banak Rp5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah)
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memarkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Tekait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan atau denda paling banak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warohmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, karena dengan ridho dan rahmat-Nyalah penulis dapat menyelesaikan buku ini.

Ekosistem adalah suatu sistem yang terbentuk karena adanya interaksi dinamik antara komponen-komponen biotik dan abiotik (Pedigo, 1996; Price, 1997; Speight, *et al.*, 1999; Untung, 2003). Ekosistem dibedakan atas dua yaitu, ekosistem alamiah (hutan tropik) dan ekosistem pertanian (Oka, 1995). Ekosistem alamiah lebih stabil karena memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi (Tarumingkeng, 1994). Stabilitas ini terbentuk dan terjaga karena adanya dua unsur penting yang bekerja, yaitu mekanisme umpan balik negatif dan mekanisme pengendalian populasi dalam ekosistem. (Untung, 2003).

Ekosistem pertanian tidak stabil karena keragaman hayati yang ada rendah akibat adanya campur tangan manusia dalam pengelolaan untuk memenuhi kebutuhannya (Oka, 1995; Pedigo, 1996; Untung, 2003). Manusia telah memasukkan berbagai macam teknologi baik benih, pupuk kimia dan pestisida kimia sehingga telah mempengaruhi biodiversitas artropoda. Pengaruh tersebut terlihat dari rendahnya diversitas artropoda yang ada. Aplikasi pupuk dan pestisida kimia, menyebabkan matinya beberapa jenis artropoda dan merangsang meningkatnya jenis tertentu (Kumar, 1986; Untung, 2003).

Buku ini bertujuan untuk mempelajari biodiversitas artropoda pada ekosistem padi organik dan non organik. Padi organik dibudidayakan dengan pupuk organik kotoran sapi dan kotoran burung puyuh dan tanpa penyemprotan insektisida kimia sintetik sedangkan padi non organik diberi pupuk kimia sintetik N, P dan K dan disemprot insektisida BPMC sejak tanaman berumur 14 hst sebanyak 5 kali dengan interval 14 hari. Varietas padi yang digunakan adalah varietas lokal Pandan Wangi.

Buku ini ditulis atas permintaan banyak pihak dan penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Ideas Publishing yang telah membantu untuk menerbitkan buku ini. Akhirnya, atas segala kekurangan dan bantuan yang telah diberikan oleh berbagai pihak, semoga mendapatkan imbalan yang setimpal dari Allah Swt. dan senantiasa mendapatkan berkah serta karuniaNya. Amin Yaa Rabbal Alamin. *Wasalamualaikum Warohmatullahi Wabarakatuh.*

Gorontalo, Desember 2016

Penulis

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II METODE PENELITIAN BUKU INI	9
BAB III PERTANIAN ORGANIK	19
BAB IV ARTROPODA	25
BAB V BIODIVERSITAS	27
BAB VI EKOSISTEM	37
BAB VII FAKTOR <i>DENSITY DEPENDENT</i> DAN <i>DENSITY INDEPENDENT</i> DALAM EKOSISTEM	43
BAB VIII POPULASI ARTROPODA	57
BAB IX BIODIVERSITAS ARTROPODA	69
BAB X INTERAKSI ANTAR KELOMPOK ARTROPODA	73
BAB XI PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI PADI	77
BAB XII KESIMPULAN DAN SARAN	81
DAFTAR PUSTAKA	83

BAB I

PENDAHULUAN

Ekosistem adalah suatu sistem yang terbentuk karena adanya interaksi dinamik antara komponen-komponen biotik dan abiotik atau interaksi organisme hidup yang satu dengan organisme hidup lain dengan lingkungan fisiknya (Pedigo, 1996; Price, 1997; Speight, *et al.*,1999;. Untung, 2003). Ekosistem dibedakan atas dua yaitu, ekosistem alamiah (hutan tropik) dan ekosistem pertanian (Oka, 1995).

Ekosistem alamiah (hutan tropik) merupakan ekosistem yang stabil dibandingkan dengan ekosistem pertanian karena memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi (Tarumingkeng, 1994). Stabilitas ini terbentuk dan terjaga karena adanya dua unsur penting yang bekerja, yaitu mekanisme umpan balik negatif dan mekanisme pengendalian populasi dalam ekosistem. Mekanisme umpan balik negatif adalah mekanisme yang membawa sistem menuju ke keadaan ideal. Mekanisme pengendalian populasi dalam

ekosistem adalah mekanisme pengendalian yang mengatur naik turunnya populasi, dimana ada dua kekuatan yang mengaturnya yaitu kemampuan hayati (potensi biotik) dan hambatan lingkungan (Untung, 2003).

Ekosistem pertanian tidak stabil karena keragaman hayati yang ada rendah akibat adanya campur tangan manusia dalam pengelolaan untuk memenuhi kebutuhannya (Oka, 1995; Pedigo, 1996; Untung, 2003). Manusia (petani) telah memasukkan berbagai macam teknologi baik benih, pupuk kimia dan pestisida kimia sehingga telah mempengaruhi biodiversitas artropoda. Pengaruh tersebut terlihat dari rendahnya diversitas artropoda yang ada. Biodiversitas artropoda adalah gambaran keanekaragaman hayati artropoda yang menempati tempat dan ruang dalam suatu komunitas. Biasanya dalam komunitas terdapat suatu aliran energi berupa jaring-jaring makanan yang satu sama lain saling berinteraksi secara dinamis membentuk suatu ekosistem (Price, 1997). Aplikasi pupuk dan pestisida kimia, menyebabkan matinya

beberapa jenis artropoda dan merangsang meningkatnya jenis artropoda tertentu. Hal ini terlihat dari adanya salah satu jenis yang dominan sehingga mempengaruhi produktifitas tanaman padi di lahan non organik (Kumar, 1986; Mahrub, 1998; Untung, 2003).

Penggunaan pupuk kimia anorganik seperti urea yang berlebihan tidak sesuai dosis anjuran untuk kebutuhan tanaman, telah menyebabkan pertumbuhan vegetatif tanaman padi menjadi meningkat. Hal ini dicirikan oleh jaringan tanaman menjadi tipis, sel-sel menjadi panjang akibatnya ketahanan tanaman menurun terhadap serangan hama dan penyakit (Siregar, 1981).

Untuk mencegah hal ini terus berlanjut, maka penerapan program Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) perlu dilakukan. PHT bertujuan untuk mempertahankan produksi tanaman pada taraf yang tinggi, menguntungkan petani, aman bagi konsumen

dan terutama aman bagi lingkungan biotik dan abiotik (Untung, 2003).

Salah satu konsep yang sejalan dengan program PHT adalah pertanian organik, karena pada pertanian organik proses produksi lebih banyak memanfaatkan bahan organik yang berasal dari limbah tanaman, hewan dan ternak. Hal ini dipandang aman bagi manusia, lingkungan biotik dan abiotik, sehingga diharapkan produk panen yang dihasilkan aman dari kontaminasi bahan kimia (Sugito *et al.*, 1995; Sutanto, 2002).

Pada pertanian organik populasi artropoda akan berkembang secara dinamis karena tidak ada aplikasi bahan kimia sintetik, sehingga keberadaan serangga tertentu sebagai mangsa bagi musuh alami akan tersedia. Meningkatnya populasi mangsa akan memacu naiknya populasi musuh alami, sebaliknya pada saat populasi mangsa menurun maka akan diikuti oleh menurunnya populasi musuh alami. Kondisi yang dinamis ini secara alamiah akan dikendalikan oleh bekerjanya dua faktor yaitu faktor *density dependent* dan

faktor *density independent*. Kedua faktor ini, akan saling berinteraksi satu sama lain sehingga menjadi faktor pembatas dominasi salah satu jenis, dan populasi akan dipertahankan tetap pada aras keseimbangan. Aras keseimbangan diharapkan berada jauh di bawah ambang pengendalian, ini merupakan salah satu sasaran PHT (Untung, 2003).

Pertanian organik mempunyai beberapa kelemahan seperti, (1) memerlukan pupuk organik dalam jumlah yang banyak; (2) membutuhkan waktu yang lama untuk mendapatkan hasil yang relatif stabil, terutama waktu pemulihan setelah mengalami eksploitasi puluhan tahun oleh bahan kimia sehingga memerlukan kesabaran petani (Sutanto, 2002). Solusi untuk mengeliminir kelemahan pertanian organik adalah mengoptimalkan potensi yang ada, yaitu kontribusinya pada stabilitas keanekaragaman artropoda yang menyusun dan membentuk agroekosistem. Stabilitas ini agar tetap terjaga, maka perlu dilakukan pengelolaan secara tepat dengan

didasari konsep PHT yang berpegang pada pola ekosentrik yang mengakui harkat dan hak-hak semua makhluk di alam ini dengan dilandasi oleh etika lingkungan artinya pengendalian yang dilakukan harus memperhatikan keamanan lingkungan dan kelestariannya (Oka, 1995). Selanjutnya dengan berpegang pada pola tersebut maka artropoda yang ada adalah penting dan perlu dilestarikan terutama musuh alami (Untung, 1997).

Artropoda di dalam ekosistem padi akan berinteraksi satu sama lain, baik hama, predator, parasitoid, artropoda netral lainnya dan tanaman padi. Kondisi ini secara tidak langsung akan mengontrol serangga hama dalam batas tidak merugikan.

Untung dan Sudomo (1997) menyatakan salah satu strategi pengelolaan hama berkelanjutan adalah meningkatkan keanekaragaman hayati dalam ekosistem yang dilandasi teori ekologi tentang diversitas dan stabilitas. Caranya dengan mengurangi risiko peningkatan populasi hama dan meningkatkan potensi musuh alami dalam mengatur populasi hama

sehingga akan terbentuk ekosistem yang mempunyai diversitas tinggi baik dilihat dari komposisi, jenis maupun interaksi tropik.



BAB II

METODE PENELITIAN BUKU INI

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Nopember 2004 sampai Februari 2005, terdiri atas penelitian lapangan yang dilakukan di Kabupaten Bantul, kecamatan Pandak desa Caturharjo (kelompok tani Kerapakan) dan penelitian laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Penelitian ini menggunakan alat penghisap debu yang dimodifikasi seperti *D-Vac Suction Machine* dilengkapi kantong yang terbuat dari kain kasa, karet gelang, Petridis, tabung reaksi (berdiameter 4 cm dan panjang 20 cm), kapas, meteran, termohigrometer, dan alat pengukur curah hujan tipe biasa (manual). Pengamatan dan identifikasi di laboratorium menggunakan alat seperti, mikroskop, kaca pembesar 20 kali, *hand counter*, dan buku identifikasi.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kloroform untuk membunuh artropoda yang

tertangkap dan alkohol 70% untuk koleksi basah. Pupuk organik kotoran sapi dan kotoran burung puyuh serta pupuk anorganik (Urea, TSP dan KCl). Insektisida yang digunakan untuk perlakuan non organik adalah BPMP dengan konsentrasi 2-4 ml/l.

Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan lokasi yang telah menerapkan pertanian organik secara konsisten dan telah berlangsung lima tahun, sejak dari tahun 2000 sampai dengan sekarang. Untuk lahan pertanian non organik dilakukan pada lahan yang masih menggunakan insektisida kimia sintetis dan pupuk kimia anorganik. Jarak lokasi lahan pertanian organik dan lahan pertanian non organik terpisah sejauh 30 m.

Penanaman tanaman padi dilaksanakan pada minggu pertama Nopember 2004. Varietas yang ditanam adalah varietas padi lokal (Pandan Wangi) dengan irigasi teknis terletak di Kabupaten Bantul, kecamatan Pandak. Untuk sawah organik diberi pupuk organik yang berasal dari kotoran sapi 900 kg dan kotoran burung puyuh 300 kg untuk luasan 1100 m²

diberikan satu kali saat tanam. Penyemprotan tidak dilakukan baik itu insektisida nabati maupun insektisida yang berasal dari patogen serangga karena diharapkan yang terjadi adalah pengendalian alami oleh musuh alami.

Sawah non organik diberi pupuk anorganik Urea 30 kg, TSP 25 kg dan KCl 25 kg untuk luasan 1100 m² yang diberikan tiga kali yaitu saat tanaman berumur 14 hari setelah tanam (hst), 30 hst dan 60 hst. Penyemprotan 28 menggunakan insektisida kimia sintetik BPMC 480 g/l yang dilakukan secara terjadwal setiap 2 minggu sekali, mulai saat tanaman berumur 14 hst sampai tanaman berumur 70 hst dengan konsentrasi 2-4 ml/l. Insektisida yang digunakan merupakan racun kontak dan lambung berbentuk pekatan berwarna coklat muda dan diemulsikan dengan sasaran hama penting tanaman padi.

Ploting dilakukan pada petak alami, baik pada lahan pertanian organik maupun pada lahan pertanian non organik. Lahan untuk pertanian organik seluas

1100 m², dan untuk pertanian non organik seluas 1100 m² , sehingga total lahan yang digunakan seluas 2200 m². Masing-masing petak alami dibagi menjadi 24 sub-plot dengan ukuran setiap sub-plot seluas 35 – 45 m² .

Penelitian ini terdiri atas 2 perlakuan yaitu perlakuan organik dan non organik yang diulang 3 kali (sub-plot) dengan unit sampel adalah rumpun (Lampiran 1). Pengamatan dilakukan pada 20 rumpun sebagai unit sampel yang diambil secara acak pada garis diagonal di setiap sub-plot pada masing-masing perlakuan.

Pengamatan ditujukan untuk mengetahui perkembangan populasi artropoda dalam satu musim tanam padi, baik di lahan pertanian organik maupun di lahan pertanian non organik. Parameter yang diamati adalah diversitas dan kelimpahan populasi artropoda, parasitasi dan predasi sedangkan pertumbuhan tanaman padi meliputi jumlah anakan, tinggi tanaman dan produksi untuk iklim terdiri atas suhu, kelembaban dan curah hujan selama penanaman baik di lahan pertanian organik maupun di lahan pertanian

non organik. Pengamatan artropoda dimulai sejak tanaman berumur sepuluh hari setelah pindah tanam dengan interval waktu pengamatan adalah setiap sepuluh hari. Pengamatan selama penelitian dilakukan sebanyak delapan kali pengamatan, yaitu pada saat tanaman berumur 10 hst, 20 hst, 30 hst, 40 hst, 50 hst, 60 hst, 70 hst dan 80 hst.

Pengamatan artropoda dilakukan dengan cara menyedot artropoda yang ada pada setiap rumpun yang menjadi unit sampel dengan menggunakan alat penghisap debu yang dimodifikasi seperti *D-Vac Suction Machine*. Artropoda yang tertangkap dimasukkan ke dalam kantong yang telah disiapkan lalu dibawa ke laboratorium untuk dilakukan identifikasi.

Pengamatan tinggi tanaman dan jumlah anakan dilakukan setiap sepuluh hari. Untuk tinggi tanaman menggunakan alat meteran (cm). Produksi akan dihitung pada waktu dipanen dengan menggunakan sistem ubinan pada saat tanaman berumur 85 hst.

Pengamatan suhu dan kelembaban menggunakan alat *Quartz Hygro-Thermograph* dengan interval pengamatan selama 7 hari. Curah hujan diukur dengan menggunakan alat pengukur curah hujan tipe biasa (manual) yang pencatatannya dilakukan setiap hari pada jam 09.00 pagi.

Metode pengamatan menggunakan metode mutlak, baik di lahan pertanian organik maupun non organik. Setiap kali pengamatan dilakukan pada 3 sub-plot (ulangan). Sub-plot ditentukan berdasarkan pengacakan secara langsung dari 24 sub-plot yang dilakukan dengan cara diundi. Pengamatan selanjutnya, akan berpindah ke 3 sub-plot lain secara acak, berdasarkan hasil undian dan tidak pernah diulang pada sub-plot yang telah diamati. Pada akhir penelitian, sebanyak 8 kali pengamatan dengan interval waktu 10 hari, seluruh sub-plot sejumlah 24 sub-plot pada lahan pertanian organik dan non organik akan teramati semuanya.

Dipilihnya waktu pengamatan dengan interval 10 hari adalah untuk memudahkan pengamatan yang

disesuaikan dengan umur tanaman, untuk efisiensi biaya pengamatan dan tenaga kerja, tanpa mengurangi keakuratan data dalam hubungannya dengan siklus hidup artropoda.

Artropoda yang terkumpul diidentifikasi dengan buku *The Insects of Australia*, (1970); kunci determinasi Borror and White, (1970); Reissig *et al.*, (1986); Borror and Delong, (1974); Borror *et al.* (1992); Huber and Goulet, (1993) yang dilaksanakan di laboratorium hayati Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Identifikasi dilakukan dengan membandingkan artropoda yang tertangkap dengan artropoda yang dikoleksi di museum pada laboratorium Entomologi Dasar di jurusan Ilmu Hama Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.

Artropoda yang terkumpul dipisahkan dan dikelompokkan ke dalam golongan hama, predator, parasitoid dan serangga netral berdasarkan taksonomik (klas, ordo, famili, genus dan spesies, identifikasi

khusus genus dan spesies dilakukan apabila memungkinkan) dari hasil identifikasi di laboratorium jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Struktur tropik dan fungsinya akan dianalisis secara kualitatif dengan melihat peranan masing-masing kelompok dalam rantai makanan.

Pengamatan parasitasi dilakukan apabila ditemukan kelompok telur penggerek batang padi di setiap sub-plot. Pengamatan predasi dilakukan dengan melihat interaksi antara predator dan mangsa dalam bentuk rantai makanan.

Analisis data ditujukan untuk menganalisis data yang diperoleh dari hasil pengamatan populasi artropoda di lahan pertanian organik dan pertanian non organik. Analisis data terdiri atas : 1) indeks diversitas (H') ; 2) pemerataan kelimpahan (E); 3) jumlah jenis (N_0); 4) nilai kelimpahan spesies dalam contoh (N_1); 5) jumlah spesies yang sangat melimpah (N_2); 6) komposisi artropoda (hama, parasit, predator, dekomposer, dan serangga netral); 7) tinggi tanaman ,

jumlah anakan, dan produksi; 8) iklim mikro (suhu, kelembaban dan curah hujan) yang ada di lahan pertanian organik dan di lahan pertanian non organik, kemudian dilanjutkan dengan uji t.



BAB III

PERTANIAN ORGANIK

Pertanian organik adalah suatu sistem produksi pertanian yang menitikberatkan pada input bahan organik baik yang berasal dari makhluk hidup maupun yang sudah mati. Sistem ini merupakan faktor penting yang mendukung suatu proses produksi (Sugito *et al.*, 1995).

Pertanian organik merupakan suatu bentuk pertanian yang bertujuan untuk menghimpun seluruh keinginan petani dan konsumen terhadap keamanan produk panen dari adanya kontaminasi bahan kimia. Tidak adanya aplikasi bahan kimia diharapkan akan mewujudkan suatu lingkungan yang sehat. Ciri-ciri lingkungan yang sehat tergambar dari tingginya diversitas artropoda yang menyusun jaring-jaring makanan dalam agroekosistem (Oka, 1995; Sutanto, 2002).

Sekarang ini perkembangan pertanian organik sangat tergantung pada ketersediaan biomasa yang

berasal dari dalam usahatani. Biomasa tersebut berupa limbah pertanian yang dapat didaur ulang. Kenyataannya limbah yang berasal dari tanaman seperti jerami, sekam padi, batang jagung dan batang kacang-kacangan pemanfaatannya semakin menurun. Hal ini karena dijadikan sebagai pakan ternak, dibakar atau sebagai bahan dasar kertas sehingga tidak ada yang tersisa untuk didaur ulang (Sutanto, 2002).

Menurut Sutanto (2002) *International Federation organic Agriculture Movement* (1990) mempunyai sebelas prinsip yang harus dipertimbangkan dalam mengembangkan pertanian organik. Prinsip-prinsip tersebut diantaranya yaitu ; mendorong dan meningkatkan daur ulang dalam sistem pertanian (usahatani) dengan mengaktifkan kehidupan biologi (flora dan fauna tanah), tanaman dan hewan ; membatasi terjadinya bentuk pencemaran akibat kegiatan pertanian; dan untuk mempertahankan keanekaragaman hayati, termasuk pelestarian habitat tanaman dan hewan.

Pertanian organik secara tidak langsung telah menciptakan kondisi yang cocok untuk kehidupan artropoda seperti *Collembola*, *Diplura*, *Protura*, *Isopoda*, semut, rayap, millipedes, cacing, kumbang tanah, laba-laba karena sumber makanannya tersedia. Makin tinggi kandungan bahan organik di dalam tanah kegiatan fauna tanah dan flora tanah akan meningkat. Adanya berbagai proses pada tanah dan interaksi tanah dan tanaman akan menyebabkan kesuburan tanah tetap terjaga. Keadaan ini akan menunjang produktivitas tanaman serta sekaligus mempertahankan kondisi lahan yang produktif dan berkelanjutan (Reijntjes *et al.*, 1999; Sugito *et al.*, 1995; Sutanto, 2002).

Pertanian organik jika diterapkan secara benar akan berpengaruh pada stabilitas ekosistem. Stabilitas ini terbentuk melalui suatu proses yang panjang yang dikenal dengan suksesi, awal suksesi dimulai dengan munculnya satu spesies dominan yang menempati lahan, adanya spesies pada lahan tersebut telah mengubah stratifikasi ekosistem dan keadaan tanah.

Selanjutnya lingkungan fisik yang ada akan membatasi jumlah tanaman dan binatang termasuk artropoda dalam berkembang biak pada waktu dan tempat tertentu. Kondisi ini akan merangsang kehadiran binatang herbivora dan karnivora baru. Jika ini terjadi secara terus menerus maka struktur dan keadaan ekosistem menjadi semakin stabil dan kompleks (Untung, 2003).

Stabilitas suatu ekosistem dapat dipertahankan apabila interaksi antar komponen penyusun ekosistem dikelola secara tepat dengan memperbaiki sistem budidaya. Pada pertanian yang tidak menggunakan pestisida, jenis dan populasi artropodanya lebih banyak daripada yang diaplikasi pestisida. Kasus ini ternyata tidak hanya pada areal yang ditanami secara serempak tetapi, juga terjadi pada daerah yang ditanami secara tidak serempak (Arifin *et al.* 2000).

Pertanian organik pada masa yang akan datang dianggap akan menjadi pertanian alternatif pada abad ke-21. Secara ekonomis prospeknya cukup baik, hal ini terlihat dari berubahnya pola konsumsi manusia yaitu

lebih memilih makanan yang sehat meskipun harganya mahal. Kecenderungan ini terutama muncul pada negara-negara maju yang menjadi sasaran ekspor produk pertanian negara-negara yang sedang berkembang (Soetrisno, 1998).

Pembangunan pertanian masa mendatang memerlukan sistem dan teknologi produksi pertanian yang sesuai dengan asas lingkungan, yaitu diharapkan dengan menerapkan sistem ini akan menjamin kelestarian dan keberlanjutan pemanfaatan sumber daya alam bagi generasi mendatang. Pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan yang memenuhi kebutuhan masa kini dengan tidak mengorbankan hak pemenuhan kebutuhan generasi yang akan datang, untuk mencapai hal itu usaha yang perlu ditempuh adalah dengan memelihara dan melestarikan sumber daya alam yang digunakan (Mahrub, 2002).



BAB IV ARTROPODA

Artropoda adalah binatang yang mempunyai tubuh beruas-ruas, yang dikenal dengan segmen. Seluruh spesies dari binatang yang telah diketahui berjumlah 957.000 spesies, diantaranya 750.000 spesies termasuk dalam anggota artropoda yang sudah dikenal, serangga sekitar 686.000 atau sekitar 72% dari seluruh spesies dari dunia binatang (Natawigena,1990). Groombridge (1992) mengestimasi proporsi artropoda dari total organisme yang ada yaitu jumlah artropoda sekitar 72% terdiri atas serangga 64,3% dan Arachnida 6%, Crustacea 1,2% dan artropoda lain adalah 0,5% (Speight, *et al.*, 1999).

Artropoda terbagi atas tiga subfilum yaitu, Trilobita, Mandibulata dan Chelicerata. Subfilum Trilobita sudah menjadi fosil, subfilum Mandibulata terdiri atas enam klas, dan klas terbesar adalah *hexapoda* (insekta), subfilum Chelicerata terdiri atas empat klas, dan klas yang terpenting adalah Arachnida. Subfilum

mandibulata dan chelicerata terdapat perbedaan yang memisahkan keduanya yaitu adanya modifikasi embelan seperti tungkai yang ada di samping mulut. Pada subfilum mandibulata tungkai itu berubah bentuk menjadi sepasang alat mulut seperti rahang atau *mandibles*, sedangkan pada chelicerata tungkai itu berubah bentuk menjadi sepasang tungkai seperti alat penjepit (Borrer *and* Delong, 1974; Siwi, 1991; Pedigo, 1996; Wagiman, 2003).



BAB V BIODIVERSITAS

Biodiversitas atau keanekaragaman hayati merupakan keadaan yang menggambarkan tingkat keanekaragaman dari banyaknya jenis organisme yang hidup di dalam suatu komunitas (daratan, hutan, lautan, danau dan sawah). Dalam suatu komunitas sering terjadi interaksi yang penting untuk kelangsungan hidup komunitas itu, yakni dicirikan oleh adanya arus energi dari satu organisme ke organisme lainnya. Arus energi tersebut berlangsung dari tingkat tropik paling rendah ke tingkat tropik paling tinggi dengan membentuk suatu rantai makanan yang saling berhubungan.

Hubungan yang terjadi antara komunitas dan lingkungannya akan membentuk suatu sistem kompleks yang disebut ekosistem. (Krebs, 1985; Harahap, 1994; Oka, 1995; Speight, *et al.* 1999).

Berdasarkan konvensi keanekaragaman hayati yang disahkan dalam UU No.5 1994 tentang

keanekaragaman hayati pertanian meliputi; variasi keanekaragaman hayati binatang, tumbuhan dan mikroorganisme pada aras genetik, spesies dan ekosistem, demi menunjang fungsi utama dalam sistem pertanian, termasuk struktur dan proses yang berlangsung di dalamnya (Untung dan Sosromarsono, 2000).

Menurut Untung dan Sosromarsono (2000), tentang *Convention on Biodiversity* (CBD), keanekaragaman hayati mencakup beberapa hal dalam mendukung keberhasilan pelaksanaan fungsi sistem pertanian. Cakupan keanekaragaman hayati tersebut diantaranya yaitu, (1) sumber genetik untuk pangan dan pertanian yang meliputi sumber daya genetik tanaman, hewan, mikroba. Sumber daya ini merupakan unit produksi utama pertanian termasuk spesies yang dibudidayakan, spesies domestik, dan tumbuhan serta binatang liar yang dikelola; (2) jasa ekologi yang meliputi; daur hara, dekomposisi bahan organik dan mempertahankan kesuburan tanah; mengatur populasi hama dan patogen tanaman termasuk musuh alami; (3)

dimensi sosio-ekonomi dan kultural meliputi; pengetahuan tradisional dan lokal mengenai keanekaragaman hayati pertanian, faktor budaya dan proses partisipatori; pemasaran dan kekayaan intelektual; (4) faktor abiotik yang mempunyai pengaruh menentukan aspek-aspek keanekaragaman hayati.

Keanekaragaman hayati biasanya digunakan untuk menjelaskan jumlah variasi dari organisme hidup dan merupakan salah satu unsur kehidupan yang selalu ada di alam dan merupakan salah satu sifat dari suatu komunitas yang dapat diukur.

Adanya beberapa spesies populasi dalam suatu komunitas merupakan hasil perjalanan suksesi yang cukup panjang sehingga akan menciptakan keanekaragaman hayati yang tinggi dibandingkan dengan komunitas yang terbentuk pada awal suksesi yaitu hanya terdiri atas dua spesies populasi (Untung, 2003). Spesies-spesies ini saling berinteraksi membentuk rantai makanan apabila jumlah rantai

makanan semakin banyak dalam jaring makanan maka ekosistem cenderung stabil (Oka, 1995).

Naiknya populasi suatu organisme misalnya hama pada suatu ekosistem disebabkan oleh keadaan lingkungan yang tidak mendukung dan tidak memberi kesempatan pada musuh alami untuk menjalankan fungsinya. Selain itu, juga dipengaruhi oleh adanya kemampuan hayati (potensi biotik) dan hambatan lingkungan. Kemampuan hayati adalah kemampuan suatu organisme untuk tumbuh berkembang menjadi banyak, sedangkan hambatan lingkungan adalah faktor-faktor biotik dan abiotik yang membatasi pertumbuhan dan perkembangan organisme sesuai dengan potensi biotiknya. Hambatan lingkungan ini terbagi atas dua faktor yaitu ekstrinsik dari luar populasi dan intrinsik dari dalam populasi. Faktor ekstrinsik terbagi atas dua yaitu biotik meliputi keterbatasan makanan, predasi, dan kompetisi, abiotik seperti iklim, tanah dan air. Faktor intrinsik berupa persaingan intraspesifik dalam bentuk teritorialistik dan tekanan sosial. Semua ini dapat mempengaruhi

keanekaragaman hayati dalam suatu komunitas (Untung, 2003).

Oka (1995) dan Price (1997) menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat keragaman suatu komunitas dicirikan oleh semakin banyaknya jumlah spesies yang ditemukan pada suatu areal pertanaman. Komunitas yang memiliki keragaman yang tinggi, maka tidak ada spesies yang menjadi dominan. Sebaliknya dalam komunitas yang keragamannya rendah menyebabkan satu atau dua spesies menjadi dominan.

Keanekaragaman hayati dapat berubah menurut waktu dan ruang, dimana kelimpahan suatu spesies dapat berubah menurut waktu ditunjukkan oleh adanya pengaruh musim. Berdasarkan hasil penelitian Mahrub (1998) tentang struktur komunitas artropoda pada ekosistem padi tanpa perlakuan pestisida pada musim hujan dan musim kemarau yaitu, ternyata diversitas dan kelimpahan spesies artropoda selama musim kemarau rata-rata lebih tinggi dibandingkan pada musim hujan. Perubahan keanekaragaman hayati

karena ruang ditunjukkan oleh adanya keanekaragaman suatu spesies di habitat alami akan tinggi terutama di daerah dengan curah hujan yang tinggi dari pada di daerah kering (Odum, 1971).

Price (1984) menyatakan bahwa dalam ekosistem keanekaragaman hayati mempunyai arti yang penting, karena keanekaragaman hayati dipandang sebagai faktor penentu stabilitas ekosistem. Ekosistem yang stabil terjadi jika kepadatan populasi dari organisme yang ada selalu cenderung menuju ke arah keseimbangannya masing-masing setelah adanya gangguan seperti perubahan iklim yang ekstrim atau karena adanya rekayasa manusia yang telah mengenai populasi tersebut (Krebs, 1985). Ekosistem yang stabil di dalamnya tidak ada satu jenis organisme yang dominan dan populasinya menonjol dari populasi organisme lain (Oka,1995).

Untuk mengetahui nilai Keanekaragaman hayati artropoda maka kita harus mengukur nilai diversitas, pemerataan kelimpahan dan jumlah jenis serta dominansi, dari masing-masing jenis. Ukuran diversitas

dari suatu jenis dalam komunitas biasanya dinyatakan sebagai suatu indeks atau besaran. Indeks yang sering digunakan untuk mengukur diversitas dan kelimpahan adalah indeks diversitas *Shannon-Weaver* (H'). Indeks ini menggabungkan antara jumlah jenis dan pemerataan kelimpahan individu. Pengembangannya didasarkan atas teori informasi yaitu mengukur tingkat keteraturan dan ketidakteraturan atau ketidakpastian dalam suatu sistem (Krebs, 1985).

Diversitas dan kelimpahan jenis adalah dua dari sejumlah atribut khas yang dimiliki oleh suatu komunitas. Diversitas menggambarkan adanya tingkat keanekaragaman, yaitu banyaknya jenis/spesies suatu organisme dalam komunitas, sedangkan kelimpahan jenis menunjukkan banyaknya individu pada masing-masing jenis/spesies (Krebs, 1985; Price, 1984). Nilai diversitas (H') mempunyai dua ukuran yang menggambarkan keanekaragaman jenis yaitu ; (1) apabila (H') = 0 jika hanya terdapat satu jenis di dalam contoh maka keragamannya rendah dan (2) apabila (H')

= 1,10 (maksimum) apabila terdapat lebih dari satu jenis di dalam contoh maka keragamannya semakin tinggi dimana jumlah jenis semakin banyak dengan diwakili oleh setiap individu yang menyebar secara merata dalam kelimpahannya (Ludwig and Reynolds, 1988; Oka, 1995).

Jumlah jenis adalah suatu ukuran yang menggambarkan banyaknya jenis di dalam contoh, masing-masing jenis diukur berdasarkan kelimpahannya. Untuk menghitung jumlah jenis dan kelimpahan dapat menggunakan persamaan (Ludwig and Reynolds, 1988), yaitu :

$$N_0 = S \tag{3a}$$

$$N_1 = \exp. (H') \tag{3b}$$

$$N_2 = 1/\lambda \tag{3c}$$

$N_0 = S =$ Jumlah jenis

$N_1 =$ Nilai (ukuran jumlah) kelimpahan spesies dalam contoh

$N_2 =$ Jumlah spesies yang sangat melimpah

Price (1984) menyatakan suatu komunitas tidak memiliki nilai indeks diversitas yang tinggi apabila dalam komunitas itu terdapat satu atau lebih jenis yang dominansinya jauh di atas sebagian besar jenis lainnya. Dominansi suatu jenis mempunyai hubungan yang erat dengan diversitas jenis organisme di dalam komunitas. Oka (1985) menyatakan keragaman dan dominansi berkorelasi negatif, artinya bila tingkat keragaman tinggi maka tingkat dominansi suatu jenis rendah.

Dominansi suatu jenis dalam komunitas dinyatakan dengan besaran C (Odum, 1971) untuk mengukur nilai dominansi dapat menggunakan persamaan :

$$C = \sum (n_i/N)^2 \quad (4)$$

C = Indeks dominansi jenis (*Simpson*)

Nilai penting untuk tiap spesies (jumlah individu
 n_i = untuk jenis ke- i)

Total nilai penting (jumlah individu
 N = seluruh jenis)

Untuk membandingkan artropoda yang ada di kedua lahan, menggunakan indeks kesamaan dua lahan (C_s) dari *Sorensen* (Southwood, 1971).

$$C_s = \frac{j}{a + b}$$

C_s = Indeks kesamaan (*Sorensen*)

a = Jumlah spesies dalam habitat a

b = Jumlah spesies dalam habitat b

j = Jumlah terkecil spesies yang sama dari kedua habitat

Diversitas dan kelimpahan jenis organisme dalam suatu komunitas adalah tidak konstan, tetapi selalu mengalami perubahan. Perubahan yang terjadi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Price (1984) menyatakan beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya perubahan diversitas dan kelimpahan jenis organisme pada suatu komunitas tersebut meliputi, (1) waktu, (2) heterogenitas spasial, (3) proses pemangsaan, (4) persaingan, (5) stabilitas iklim dan (6) keterbatasan sumber daya.

BAB VI EKOSISTEM

Ekosistem baik ekosistem alamiah maupun ekosistem pertanian terbentuk dan terbangun atas dasar adanya beberapa komponen seperti, (1) adanya individu suatu spesies, (2) tempat dan ruang atau habitat, (3) populasi, (4) komunitas dan (5) biosfir (Pedigo, 1996; Untung, 2003).

Individu adalah organisme hidup dan merupakan komponen utama yang menyusun suatu ekosistem dimana secara genetik adalah unik. Setiap individu berjuang untuk mempertahankan hidup. Individu-individu ini untuk tumbuh dan berkembang dalam rangka untuk mempertahankan hidupnya, akan menempati suatu tempat dan ruang atau habitat (Oka, 1995; Untung, 2003).

Kumpulan individu akan berkembang biak menjadi suatu populasi yang menempati tempat yang sama dalam suatu komunitas. Komunitas ini terdiri atas berbagai jenis organisme yang saling berinteraksi satu sama lain dalam bentuk aliran energi, dengan

memanfaatkan daur biotik (daur biogeokimiawi) dalam bentuk aliran unsur hara dari lingkungan ke organisme dan kembali ke lingkungan. Hal ini akan menuju ke arah perkembangan yang dinamis yang selalu berubah dari keadaan yang sederhana menuju ke arah yang lebih kompleks, perubahan ini dikenal dengan suksesi ekologi yang dipengaruhi oleh lingkungan biotik dan abiotik sebagai bagian dari biosfir (Oka, 1995; Untung, 2003).

Populasi sebagai kelompok organisme yang terdiri atas satu spesies dapat saling membuahi satu sama lain dan menempati suatu tempat tertentu. Populasi memiliki dua atribut yaitu, (1) atribut biologik, adalah atribut yang dimiliki oleh setiap individu dari populasi dan (2) atribut kelompok yaitu atribut yang tidak dimiliki oleh individu. Atribut biologik seperti, sejarah hidup; bertumbuh; berdiferensiasi; mempertahankan dirinya; dan memiliki organisasi tertentu. Atribut kelompok terdiri atas, kepadatan; pertumbuhan dan daya dukung; *natalitas* (angka kelahiran); *mortalitas* (angka kematian); sebaran

umur; potensi biotik; dispersi dan bentuk pertumbuhan (Odum, 1971; Tarumingkeng, 1994; Oka, 1995).

Kumpulan populasi akan membentuk suatu komunitas yang didalamnya terdapat suatu aliran energi yang terjadi akibat adanya suatu interaksi. Interaksi disini adalah hubungan timbal balik antara dua individu dalam satu spesies atau spesies yang berbeda dalam suatu populasi untuk mempertahankan hidupnya dalam mendapatkan makanan, ruang untuk tempat tinggal dan berkembang biak. Interaksi ini terlihat dari hubungan serangga dan tanaman, serangga dengan serangga baik itu sebagai hama, predator, parasitoid, hubungannya dengan artropoda lainnya yang membentuk suatu rantai makanan (Tarumingkeng, 1994; Oka, 1995; Untung, 2003).

Pada rantai makanan tanaman menduduki tingkat tropik pertama, dengan memanfaatkan sinar matahari tanaman akan melakukan proses fotosintesis, mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik, karena itu tanaman termasuk dalam organisme

ototroph. Selanjutnya organisme lain yang mendapatkan energi dari tanaman disebut organisme *heterotroph*, termasuk hama sebagai mangsa/inang dari predator dan parasitoid yang menduduki tingkat tropik kedua (herbivora).

Predator dan parasitoid menduduki tingkat tropik ketiga sebagai pemakan herbivora dan karnivora lainnya (Borror *et al.*,1992; Oka, 1995; Untung, 2003).

Interaksi yang terjadi biasanya bersifat positif yaitu saling menguntungkan kedua belah pihak atau bersifat negatif yaitu ada pihak yang dirugikan atau bersifat netral tidak saling menguntungkan atau merugikan salah satu atau kedua pihak.

Price (1984) membagi enam bentuk interaksi yaitu, (1) persaingan; adalah bentuk interaksi yang terjadi pada individu-individu dalam satu spesies (*intraspesifik*) atau antara spesies-spesies yang berbeda (*interspesifik*) sehingga terjadi persaingan dalam mendapatkan makanan, ruang tempat tinggal, tempat meletakkan telur, cahaya. Akibat persaingan ini, maka ada pihak yang kalah dan ada pihak yang menang.

Pihak yang kalah akan mati atau bermigrasi sedang yang menang akan tetap bertahan;

(2) predasi dan parasitisme; interaksi yang terjadi adalah mangsa dirugikan sedangkan predator dan parasitoid diuntungkan. Predasi ini termasuk juga pemangsaan terhadap spesies yang sama yaitu *kanibalisme*; (3) *mutualisme*; interaksi serangga penyerbuk dan tanaman, disini serangga penyerbuk dan tanaman berada pada posisi diuntungkan; (4) *netralisme*; interaksi yang tidak saling merugikan kedua pihak; (5) *amensalisme*; interaksi yang menyebabkan salah satu pihak dirugikan, pihak lain tidak dirugikan; (6) *komensalisme*; interaksi dimana salah satu pihak diuntungkan sedang pihak lain tidak dirugikan.



BAB VII

FAKTOR *DENSITY DEPENDENT* DAN *DENSITY INDEPENDENT* DALAM EKOSISTEM

Populasi yang menempati suatu komunitas tingkat kepadatannya selalu berubah, pada keadaan tertentu kepadatannya rendah pada saat lain kepadatannya bertambah, keadaan ini dikenal dengan dinamika populasi. Dinamika populasi terjadi akibat adanya faktor-faktor yang mengatur dan membatasi perkembangan populasi, dimana faktor-faktor tersebut berperan dalam pengendalian dan pengaturan populasi organisme (Odum, 1971; Tarumingkeng, 1994; Oka, 1995).

Faktor-faktor tersebut adalah faktor tergantung kepadatan (*dependent*), dan faktor tidak tergantung kepadatan (*independent*). Faktor *dependent* terbagi atas dua yaitu, (1) faktor yang tidak timbal balik, terdiri atas makanan, ruang dan territorial dan (2) faktor yang timbal balik, terdiri atas musuh alami (predator, parasitoid, patogen) dan herbivora. Faktor *independent* terbagi atas, (1) faktor fisik, meliputi tanah, suhu,

kebasahan dan pergerakan air dan (2) faktor biologi terdiri atas, ketersediaan inang, dan kualitas makanan (Untung, 2003).

Faktor tergantung kepadatan

Faktor tergantung kepadatan terdiri atas faktor yang timbal balik, menggambarkan naiknya populasi mangsa akan meningkatkan predasi dan jumlah predator, sebaliknya populasi mangsa menurun maka jumlah predasi akan menurun pula. Hal ini berlaku pula pada parasitoid, yaitu sangat tergantung kepada tersedianya inang (hama) oleh karena itu predator / parasitoid dan hama sebagai mangsa/inang tidak dapat dipisahkan dan merupakan suatu rantai makanan yang sangat penting dalam ekosistem (Mahrub, 1987). Hubungan interaksi ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bentuk mekanisme pengendalian alami (*natural control*).

Faktor yang tidak timbal balik menggambarkan jumlah populasi suatu organisme dipengaruhi oleh jumlah makanan, ruang dan teritorial, tetapi naiknya suatu populasi tidak akan menyebabkan

naiknya jumlah makanan begitu pula sebaliknya turunnya jumlah populasi tidak akan menyebabkan turunnya jumlah makanan (Untung, 2003).

Faktor tidak tergantung kepadatan

Faktor tidak tergantung kepadatan terdiri atas faktor fisik seperti, sinar matahari, temperatur, air/hujan, fotoperiodisme. Faktor fisik ini sangat mempengaruhi pertumbuhan populasi, misalnya fotoperiodisme (Untung, 2003). Odum, (1971), menyatakan fotoperiodisme pada serangga tertentu adalah penting karena sebagai pengendali kelahiran. Hari panjang pada akhir musim semi dan awal musim panas telah merangsang otak (syaraf ganglion) untuk menghasilkan neurohormone yang menyebabkan serangga berdiapause dan jika menghasilkan telur, maka telur akan mengalami *resting* yaitu telur tidak akan menetas sampai musim semi berikutnya. Hal ini adalah untuk mengantisipasi suplai makanan yang berkurang.

Faktor biologi seperti kualitas makanan dan ketersediaan inang sangat mempengaruhi tingkat kepadatan populasi, terutama dalam pertumbuhan dan perkembangan. Kualitas makanan akan mempengaruhi kualitas telur yang dihasilkan, dimana akan berpengaruh terhadap jumlah generasi berikutnya sehingga akan menyebabkan tingkat kepadatannya berkurang. Parasitoid akan berkembang biak secara normal apabila cukup tersedia makanan seperti madu, embun madu, nectar bunga dan benang sari yang dibutuhkan oleh parasitoid dewasa. Sumber makanan ini dapat berasal dari tanaman budidaya maupun tanaman liar termasuk gulma (Mahrub,1987).

Faktor tergantung kepadatan dan faktor tidak tergantung kepadatan sangat berperan dalam mengontrol kepadatan populasi dari suatu spesies. Bekerjanya kedua faktor ini maka kepadatan populasi akan dipertahankan tetap pada aras tidak merugikan tanaman budidaya secara ekonomi. Potensi predator dan parasitoid sebagai agen pengendali hayati tetap dipertahankan dengan menciptakan kondisi alamiah

tanpa adanya aplikasi bahan kimia. Kondisi yang alamiah ini diharapkan akan terus berlanjut dan berjalan secara kontinue sehingga nantinya akan berpengaruh terhadap biodiversitas artropoda, terutama kearah peningkatan biodiversitas. Meningkatnya biodiversitas maka kestabilan suatu ekosistem akan tercapai.

Ekosistem Pertanian

Ekosistem pertanian (agroekosistem) adalah merupakan salah satu bentuk ekosistem binaan manusia yang dikelola semaksimal mungkin untuk memperoleh produksi pertanian dengan kualitas dan kuantitas yang sesuai kebutuhan manusia (Pedigo, 1996). Untuk mencapai tujuan tersebut salah satu usaha yang dilakukan oleh manusia adalah melakukan pengendalian hama. Pengendalian yang dilakukan tersebut sebagai salah satu usaha dari proses produksi pertanian untuk memperoleh hasil yang semaksimal mungkin dari lahan pertanian (Untung, 2003). Pengendalian yang dianggap aman bagi manusia,

tanaman, lingkungan dan hewan bukan sasaran adalah dengan memanfaatkan agensia hayati berupa predator dan parasitoid. Johnson, *et al.* (2004) melaporkan bahwa pengendalian *Tetranychus urticae* dengan acarisida telah menyebabkan diversitas dan kelimpahan artropoda berkurang, sehingga model pengendalian *T. urticae* yang mendukung diversitas dan kelimpahan artropoda adalah pengendalian biologi dengan memasukkan predator atau musuh alami tungau ke dalam lahan yang ditanami. Pemanfaatan agensia hayati berupa musuh alami dalam pengendalian hama merupakan salah satu strategi PHT dalam mengurangi penggunaan pestisida kimia dalam agroekosistem.

Agroekosistem memiliki keanekaragaman biotik dan genetik yang rendah dan cenderung semakin seragam, sehingga memacu terjadinya peningkatan populasi hama. Hal ini karena keadaanya yang tidak stabil dan selalu berubah, tetapi pada kondisi yang demikian itu masih dapat ditemukan suatu jaringan dan aliran makanan yang sangat kompleks dan dinamik. Fenomena ini terlihat dari masih

ditemukannya berbagai jenis musuh alami yang mengendalikan hama-hama pemakan tanaman. Pengetahuan tentang struktur ekosistem seperti jenis tanaman, jenis hama dan musuh alami serta interaksi yang terjadi satu sama lain, perlu diketahui untuk keberhasilan pengendalian hama secara alami (Odum, 1971; Oka, 1995; Untung, 2003).

Agroekosistem dengan komponen utamanya adalah areal persawahan, biasanya diairi atau digenangi air. Genangan air yang ada tersebut juga berperan dalam menyediakan lingkungan yang memiliki diversitas tinggi, hal ini terlihat dari jumlah jenis tumbuhan dan binatang yang semakin meningkat. Banyak dijumpai jenis predator seperti laba-laba, kumbang Coccinelidae, kepik air, yang berperan dalam menstabilkan lingkungan. Adanya tanaman di pematang sawah, di daerah perbatasan desa, di saluran air sangat berperan menjaga eksistensi pengendali alami hama tanaman padi terutama saat di sawah tidak ada tanaman padi, hal ini menggambarkan

agroekosistem dapat dikelola sedemikian rupa sehingga dapat mempertahankan populasi hama dalam aras yang sangat rendah (Untung, 1994).

Agroekosistem merupakan ekosistem yang mendapat campur tangan manusia sehingga bersifat labil karena tingkat heterogenitas dari organisme hidup yang ada di dalamnya rendah. Keseimbangan yang terbentuk rapuh akibatnya jika terjadi sedikit perubahan seperti berkurangnya jumlah herbivora dan musuh alami maka akan terjadi letusan hama. Penyebab utama adalah kebiasaan petani dalam aplikasi pestisida secara tidak bijaksana tanpa memperhatikan keanekaragaman hayati. Akibatnya hasil kurang memuaskan dan keseimbangan alami terganggu serta menurunnya produktivitas agroekosistem (Oka, 1995; Soejitno *et al.* 2000).

Berdasarkan hasil penelitian Mahrub (1999a) tentang kajian keanekaragaman artropoda pada lahan padi sawah, ditemukan bahwa dalam ekosistem padi sawah terdapat empat kelompok artropoda. Masing-masing terdiri atas hama 21,19 %; pemangsa 26,09 %;

parasitoid 0,42 % dan serangga netral adalah 52,30 %. Selanjutnya dari hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa dengan menerapkan pengelolaan ekosistem pertanian yang baik dapat meningkatkan potensi musuh alami secara optimal. Musuh alami (predator dan parasitoid) berperan dalam mengendalikan hama sehingga dapat dimanfaatkan sebagai salah satu komponen utama dalam pengelolaan hama terpadu (PHT).

Aplikasi pestisida kimia pada masa lalu di areal persawahan telah meninggalkan residu di dalam tanah, hal ini telah dilaporkan oleh Ardiwinata, (2000) yang meneliti tentang dampak residu Insektisida Klor-Organik masa lalu terhadap keanekaragaman jenis makrozoobentos di areal persawahan Sukamandi, Subang, Jawa Barat. Ternyata akibat residu tersebut telah berpengaruh terhadap kelimpahan dan keanekaragaman hewan bentos. Indeks keanekaragaman berkisar 0,469-2,689 hal ini menggambarkan perairan sawah tersebut telah

tercemar ringan sampai berat. Kualitas air yang baik memiliki indeks keanekaragaman jenis lebih besar dari 3.

Berdasarkan hasil penelitian Soejitno *et. al.* (2000) ternyata sistem tanam padi mempengaruhi keanekaragaman hayati artropoda. Sistem tanam pindah memiliki keanekaragaman hayati paling tinggi diikuti sistem sebar langsung.

Tabashnik, *et al.* (2004) telah melaporkan bahwa berdasarkan hasil penelitian mereka tentang kelimpahan dan diversitas artropoda pada kapas yang mengandung Bt dan non-Bt, adalah telah terjadi pengurangan kelimpahan artropoda pada plot Bt dibandingkan dengan plot non-Bt dan plot (in-field refuges) IFR. Dilaporkan pula bahwa tidak ditemukan perbedaan kelimpahan artropoda pada tanaman Bt dan tanaman no-Bt yang diambil dari perlakuan IFR. Hal ini menunjukkan bahwa kelimpahan dan diversitas artropoda dapat ditingkatkan dengan tanaman IFR, tetapi keputusan penggunaan IFR dipengaruhi oleh pertimbangan pengelolaannya. Kesimpulannya

kelimpahan dan diversitas artropoda tergantung pada banyak faktor.

Berdasarkan hasil penelitian Yardim, *et.al.* (2003) ternyata kekayaan spesies dalam suatu komunitas dapat berkurang karena adanya aplikasi insektisida dan penggunaan tanaman kapas transgenik yang mengandung Bt, hal ini terlihat dari berkurangnya keanekaragaman musuh alami.

Di lapangan sering muncul anggapan bahwa adanya salah satu hama pada areal pertanaman padi selalu menimbulkan kerugian sehingga harus dikendalikan dengan pestisida kimia. Anggapan ini benar apabila populasi hama tersebut telah melampaui batas toleransi tanaman. Apabila populasinya belum melampaui batas toleransi tanaman, maka tindakan pengendalian tidak perlu, karena hama belum menimbulkan kerugian yang berarti dari segi ekonomi.

Aplikasi pestisida yang dilakukan dengan tidak bijaksana secara berlebihan dalam jangka waktu yang cukup lama telah memacu munculnya resistensi dan

resurgensi hama tertentu. Akibatnya musuh alami yang ada ikut mati atau akibat penyemprotan itu banyak serangga-serangga yang menjadi makanan musuh alami mati sehingga populasi musuh alami menjadi berkurang.

Untuk menciptakan keadaan populasi yang stabil di ekosistem pertanian, dapat ditempuh beberapa cara seperti menanam tanaman sehat dan meningkatkan peranan musuh alami. Hal ini hanya akan terlaksana apabila menerapkan pola pertanian organik dengan baik dan kontinue. Harapannya musuh alami yang ada akan mampu mengatur keseimbangan populasi serangga hama pada batas toleransi untuk tidak menimbulkan ledakan yang dapat menurunkan produksi. Serangga dalam ekosistem peranannya bukan hanya sebagai herbivora dan detritivora saja tetapi dapat pula menjaga keseimbangan dan stabilitas ekosistem (Untung, 2003).

Untung (1997) menyatakan ada empat prinsip PHT yang sekarang ini digunakan di Indonesia yaitu, (1) budidaya tanaman sehat, (2) pelestarian musuh

alami, (3) pengamatan mingguan dan (4) petani sebagai ahli PHT pada lahannya. Keempat prinsip ini ternyata cukup sinkron dengan pertanian organik. Disini petani dituntut untuk berpikir bijaksana dalam kegiatan pertaniannya. Kerjasama petani dalam kelompok harus terbina dalam bentuk kegiatan bersama dengan memperhatikan kearifan lokal yang berwawasan lingkungan sehingga stabilitas agroekosistem akan tercapai.

Pengelolaan agroekosistem dengan menerapkan pertanian organik akan menciptakan kondisi yang stabil dengan ciri tingginya keanekaragaman hayati artropoda. Selain itu dengan berjalannya waktu maka proses kearah keseimbangan hayati akan tercapai apabila pertanian organik diterapkan dengan benar, kontinu dan konsisten. Hal ini dicirikan oleh dominasi salah satu spesies pada awal suksesi, dan berangsur berubah sejalan dengan waktu kearah keanekaragaman spesies sehingga akan tercapai stabilitas. Stabilitas ini dicirikan oleh populasi suatu organisme akan berada

dalam keseimbangan dengan populasi organisme lain dalam suatu komunitas. Ukuran yang paling sederhana untuk menyatakan keanekaragaman jenis adalah banyaknya jenis di dalam suatu komunitas, sedangkan kelimpahan jenis menggambarkan banyaknya individu pada masing-masing jenis dalam komunitas. Konsep ini dikenal sebagai kekayaan jenis (*species richness*) dan heterogenitas yang merupakan gabungan antara jumlah jenis dan kelimpahan relatif individu. Ukuran keanekaragaman jenis dalam suatu komunitas dapat dinyatakan dalam suatu besaran atau indeks (H'). Indeks yang digunakan mengukur suatu diversitas adalah indeks *Shannon-Weaver* (H') yaitu menghitung sampel populasi yang diambil secara random. Sampel ini telah mewakili keadaan yang sebenarnya dari populasi. Indeks (H') diukur menggunakan dua parameter yaitu jumlah spesies dan tingkat kerataan kelimpahannya. Makin banyak jumlah spesies dan makin merata pemencaran dalam kelimpahannya, maka makin tinggi keragaman komunitas.

BAB VIII POPULASI ARTROPODA

Artropoda yang ditemukan pada petak organik terdiri atas 15 ordo, 67 famili dan 98 jenis/spesies, sedangkan petak non organik adalah 12 ordo, 50 famili dan 77 jenis/spesies. Untuk jelasnya komposisi populasi artropoda pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi populasi artropoda pada ekosistem padi organik dan non organik.

Kelom pok	Ordo	Famili	Jumlah (ekor/20 rumpun)		
			Organik	Non organik	
Hama	Hemiptera		s.o		
		Pentatomidae	Heteroptera	Alydidae	
			10,7	3,3	
	s.o				
	Homoptera	Delphacidae		137,7	128,3
		Jassidae /			
		Cicadelidae		13,7	10,7
	Lepidoptera	Pyralidae		1,7	0,7
	Orthoptera	Acrididae		2,7	2,3
		Gryllidae		9,3	4,7
	Phasmatodea	Phasmatidae		0,3	0
	Diptera	Cecidomyiidae		0,7	0,3
		Agromyzidae		1,7	0
		Anthomyzidae		1,7	0,7
	Coleoptera	Chrysomelidae		5,0	2,0

		Scarabidae	0	0,6
		Elateridae	46,7	33,0
<hr/>				
	Jumlah			
	Individu		254,0	192,6
<hr/>				
Predat				
or	Hymenoptera	Formicidae	30,0	42,7
		Mutillidae	0,3	0
	Araneae	Lycosidae	125,3	92,0
		Tomicidae	17,0	5,7
		Araneidae	2,7	0,7
		Oxyopidae	4,7	1,7
		Tetragnathidae	2,3	2,3
		Lyniphiidae	2,7	7,0
	Coleoptera	Staphylinidae	73,0	19,7
		Carabidae	145,3	39,3
		Coccinelidae	20,7	16,3
		Hydrophilidae	0,3	0,3
<hr/>				

Berdasarkan data pada Tabel 1 diketahui bahwa secara umum jumlah artropoda yang ada di petak organik lebih banyak dari pada non organik, hal ini karena adanya aplikasi insektisida kimia (BPMC) pada petak non organik sehingga telah menyebabkan kematian pada beberapa jenis artropoda.

Untuk kelompok hama jumlah populasi tertinggi adalah dari ordo Hemiptera s.o Homoptera famili Delphacidae, spesies Nilaparvata sp. (wereng

coklat) sebesar 37,7 ekor/20 rumpun pada petak organik dan 128,3 ekor/20 rumpun di petak non organik. Dinamika hama pada ekosistem padi organik dan non organic.

Dinamika hama wereng coklat selama satu musim tanam (Gambar 1) pada padi organik dan non organik terlihat berfluktuatif hal ini karena kondisi iklim dan pertumbuhan tanaman cukup mendukung keberadaan hama. Keberadaan hama wereng coklat di padi organik terlihat berfluktuatif tetapi peningkatan populasinya tidak terlalu tinggi seperti peningkatan populasi di padi non organik. Hal ini mungkin karena predator dan parasitoid yang ada secara alami telah menekan populasi wereng coklat. Sedangkan di padi non organik walaupun ada penyemprotan insektisida BPMC populasi wereng coklat tetap meningkat. Peningkatan populasi ini terjadi pada umur tanaman 40, 60 dan 70 hst. Hal ini kemungkinan karena tanaman dipupuk dengan pupuk kimia anorganik menyebabkan

pertumbuhan vegetatif meningkat sehingga cukup menyediakan makanan bagi hama wereng coklat.

Selain itu diduga setelah penyemprotan ke-2 pada umur tanaman 28 hst hama wereng coklat generasi ke-1 kemungkinan mati sedangkan telur-telurnya tidak mengalami kematian dan menetas pada pengamatan ke-40 hst sehingga populasinya cukup tinggi, hal ini terlihat dari jumlah nimpha yang tertangkap cukup banyak. Penyemprotan ke-3 saat umur tanaman 42 hst telah membunuh nimpha dan imago wereng coklat generasi ke-2 sehingga pada pengamatan ke-50 hst populasi wereng coklat rendah. Pada pengamatan ke-60 hst populasi wereng coklat cukup tinggi dimana jumlah nimpha yang tertangkap cukup banyak sehingga diduga telur-telur wereng coklat generasi ke-2 menetas setelah penyemprotan ke-4 pada saat umur tanaman 56 hst.

Telur-telur wereng coklat generasi ke-2 yang menetas merupakan generasi ke-3 wereng coklat dengan kondisi vegetatif tanaman yang subur

menyebabkan wereng coklat berkembang cepat dan mencapai puncak pada pengamatan ke-70 hst.

Populasi yang tertangkap bukan merupakan populasi migrasi karena yang tertangkap kebanyakan stadia nimpha, sedikit imago bersayap dan tidak bersayap. Selain itu tingginya populasi wereng coklat pada pengamatan ke-70 hst karena pengamatan dilakukan pagi hari sebelum penyemprotan ke-5 saat umur tanaman 70 hst sehingga pengaruh insektisida tidak ada. Populasi hama wereng coklat yang tertangkap pada pengamatan ke-80 hst rendah dan umumnya imago bersayap. Diduga telah terjadi migrasi karena makanan sudah mulai berkurang dan kemungkinan karena adanya pengaruh insektisida BPMC setelah penyemprotan ke-5 telah membunuh sebagian imago wereng coklat.

Predator pada petak organik didominasi oleh ordo Coleoptera famili Carabidae sebesar 145,3 ekor/20 rumpun sedangkan di petak non organik adalah ordo Araneae famili Lycosidae 92,3 ekor/20 rumpun,

merupakan predator telur, nimpha dan imago hama wereng coklat famili Delphacidae. Keberadaan predator ternyata didukung oleh adanya mangsa yang tersedia baik itu hama wereng coklat maupun serangga lain (Chironomidae) sebagai mangsa alternatif. Pada petak organik terlihat jumlah populasi predator tinggi di atas jumlah populasi hama yaitu pada umur tanaman 10 hst, kemudian menurun pada umur tanaman 20 hst. Pada umur tanaman 30 hst populasi predator meningkat lagi sampai umur tanaman 50 hst sedangkan jumlah hama menurun. Menurunnya populasi hama menyebabkan populasi predator menurun pada umur tanaman 60 hst, menurunnya jumlah populasi predator menyebabkan jumlah populasi hama meningkat lagi pada umur tanaman 70 hst, tingginya populasi hama menyebabkan populasi predator meningkat.

Fenomena ini akan berjalan terus secara alamiah karena ternyata faktor tergantung kepadatan (faktor timbal balik) telah berfungsi. Mahrub (1987) menyatakan kondisi ini berlaku pula pada parasitoid

dan hubungan yang terjadi antara predator, parasitoid dengan mangsa/inang tidak dapat dipisahkan karena merupakan suatu rantai makanan yang sangat penting dalam ekosistem. Hubungan ini dapat dimanfaatkan sebagai mekanisme pengendalian alami (Untung, 2003).

Pada petak non organik fenomena hubungan predator dan hama juga terjadi, tetapi ada sebagian predator yang tidak ditemukan seperti famili Syrphidae dan Gryllidae dan ada famili jumlah populasinya lebih sedikit seperti famili Veliidae, Mesovelidae dan Forficulidae. Hal ini kemungkinan karena adanya pengaruh dari aplikasi insektisida BPMC di petak non organik menyebabkan sebagian predator mati dan sebagian lagi populasinya menurun.

Parasitoid yang ditemukan di petak organik dan non organik merupakan parasitoid nimpha dan imago hama wereng coklat famili Delphacidae. Ada beberapa famili tidak ditemukan di petak non organik seperti famili Dryinidae, Elasmidae, Pipunculidae, Platystomatidae dan Otitidae. Beberapa famili jumlah

populasinya cukup tinggi di petak organik tetapi rendah di petak non organik seperti famili Mymaridae, Braconidae, Eulophidae dan Scelionidae. Hariri (1995) menyatakan akibat aplikasi insektisida Monokrotofos telah mengurangi jumlah jenis dan menurunkan kekayaan jenis serangga. Aplikasi insektisida BPMC di petak non organik diduga telah membunuh sebagian predator dan telah menurunkan jumlah populasi dari sebagian famili parasitoid.

Pengurai umumnya didominasi oleh ordo Collembola famili Isotomidae, untuk petak organik sebesar 199,7 ekor/20 rumpun, sedangkan di petak non organik sebesar 310,7 ekor/20 rumpun. Populasi pengurai pada umur tanaman 70 hst terlihat terjadi peningkatan jumlah populasi, hal ini diduga karena semakin bertambah umur tanaman maka ada anakan yang tidak produktif mati sehingga muncul serangga pengurai yakni dari ordo Collembola famili Isotomidae dan ordo Coleoptera famili Anthicidae, Scydmaenidae dan Lathridiidae yang menguraikan bagian tanaman yang mati tersebut. Tingginya jumlah populasi

pengurai yakni Collembola, setelah penyemprotan ke-5 saat umur tanaman 70 hst diduga insektisida yang disemprotkan tidak mengenai pengurai yang berada pada pangkal batang padi dekat permukaan tanah karena terhalang oleh tajuk tanaman padi yang cukup padat sehingga insektisida BPMC yang disemprotkan tidak berpengaruh menekan jumlah populasinya.

Serangga lain merupakan artropoda lain yang belum diketahui peranannya, selain sebagai mangsa alternatif dari predator. Serangga lain ini keberadaannya tidak mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi. Serangga lain yang ditemukan adalah dari ordo Diptera, Coleoptera, Blattodea dan Thysanura. Serangga lain dengan jumlah populasi tertinggi adalah dari famili Chironomidae ordo Diptera dimana pada padi organik sebesar 150,4 ekor/20 rumpun sedangkan pada padi non organik sebesar 12,3 ekor/20 rumpun. Tingginya populasi serangga lain famili Chironomidae ordo Diptera pada umur tanaman 20 hst, diduga setelah 10 hst terjadi hujan sehingga ada

genangan air pada petak sawah dan ini menjadi tempat imago Chironomidae bertelur.

Kondisi iklim mikro yang mendukung dan pertumbuhan tanaman padi yang belum terlalu padat menyebabkan telur-telur Chironomidae banyak yang menetas pada saat umur tanaman 20 hst sehingga banyak ditemukan Chironomidae. Bertambahnya umur tanaman dengan kondisi anakan semakin banyak menyebabkan pertumbuhan tanaman padi semakin padat dengan iklim mikro yang ada ternyata kondisi ini tidak mendukung untuk perkembangan Chironomidae sehingga populasinya menurun, hal ini terlihat pada pengamatan ke 30 hst sampai pada pengamatan ke 80 hst populasinya menurun.

Dinamika perkembangan artropoda selama satu musim tanam pada ekosistem padi organik dan non organik cukup dinamis seperti pada Gambar 6. Pada ekosistem padi organik perkembangan hama, predator, parasitoid, pengurai dan serangga lain terlihat sangat fluktuatif, diduga kondisi ini disebabkan karena tidak adanya masukan bahan kimia berupa pupuk anorganik

dan insektisida BPMP sehingga yang bekerja adalah faktor tergantung kepadatan. Sedangkan pada ekosistem padi non organik perkembangan hama, predator, parasitoid, pengurai dan serangga lain tidak begitu fluktuatif, kemungkinan karena adanya pengaruh aplikasi insektisida BPMP telah menurunkan jumlah populasi spesies tertentu dan telah membunuh spesies tertentu.

Faktor tidak tergantung kepadatan seperti iklim dengan suhu yang berkisar antara 20-32 °C, kelembaban 33-65 % dan curah hujan 279-358 mm/bulan dan faktor tergantung kepadatan seperti makanan (tanaman padi) ternyata cukup mendukung untuk perkembangan artropoda baik di padi organik maupun non organik. Rendahnya populasi musuh alami dan hilangnya beberapa spesies musuh alami di padi non organik kemungkinan karena akibat pemaparan insektisida BPMP. Witjaksono (2004) menyatakan akibat penggunaan pestisida secara berlebihan ternyata telah berdampak pada kerugian

ekosistem, selain itu muncul fenomena serangga hama menjadi resisten terhadap pestisida karena dihadapkan pada perlakuan yang sama secara terus menerus sehingga individu-individu yang rentan lenyap berganti dengan individu yang secara genetik lebih tahan terhadap pestisida. Selanjutnya Trisyono (2004) menyatakan resistensi merupakan fenomena mikroevolusi sebagai tanggapan balik organisme akibat adanya tekanan seleksi yang terus menerus.

BAB IX BIODIVERSITAS ARTROPODA

Indeks diversitas artropoda terlihat pada Tabel 2 yaitu, jumlah individu (n), indeks diversitas (H'), nilai kelimpahan spesies ($N1$), jumlah spesies sangat melimpah ($N2$) dan indeks pemerataan (E), tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa semua jenis artropoda yang ditemukan di petak organik dan non organik hampir merata. Diduga karena pertumbuhan tanaman padi yang subur telah menyediakan makanan yang cukup, tempat berlindung dan berkembang biak sehingga perkembangan artropoda tetap terjadi. Kondisi ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman padi akan mendukung kehadiran artropoda, baik itu hama maupun musuh alami (Krebs, 1985).

Indeks diversitas (H') artropoda pada petak organik berkisar 1,6 - 3,4, sedangkan pada petak non organik adalah 1,4 - 2,8 (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa walaupun tidak berbeda nyata tetapi nilai

indeks diversitas artropoda di petak organik lebih tinggi dari pada di petak non organik, sehingga keanekaragaman artropodanya lebih tinggi. Tingginya biodiversitas artropoda di petak organik ditunjukkan oleh ditemukannya beberapa famili seperti Agromyzidae, Syrphidae, Drynidae, Pipungculidae, Platystomatidae, Scydmaenidae, Longchaeidae, Simulidae dan Lepismatidae tetapi tidak ditemukan di petak non organik. Ada jenis tertentu di petak non organik seperti famili Alydidae, Carabidae, Staphylinidae, Lycosidae, Veliidae, Braconidae, Scelionidae, Eulophidae dan Chironomidae jumlah populasinya menurun.

Indeks diversitas (H') sangat dipengaruhi oleh jumlah individu dan jumlah jenis. Rendahnya indeks diversitas (H') pada umur tanaman 20 hst ternyata pada saat itu terdapat satu jenis yang mendominasi, populasinya jauh di atas populasi jenis lain yaitu ordo Diptera famili Chironomidae 150,4 ekor/20 rumpun. Price (1984) menyatakan apabila dalam suatu komunitas terdapat dominansi jenis tertentu maka

komunitas tersebut tidak akan memiliki keanekaragaman yang tinggi.

Jumlah jenis (N0) pada petak organik 41,0 berbeda nyata dengan petak non organik 34,3 (Tabel 2), ini berarti jumlah jenis di petak non organik telah berkurang karena ada jenis yang tidak ditemukan dan ada pula jenis jumlah populasinya telah berkurang. Agustina, *et al.* (2002) melaporkan bahwa adanya penggunaan pestisida untuk mengendalikan hama secara langsung telah mengurangi jumlah jenis dan fauna yang ada dan ini terlihat dari keragaman fauna di lahan yang tidak di aplikasi pestisida lebih tinggi daripada lahan yang diaplikasi pestisida. Rendahnya jumlah jenis di petak non organik kemungkinan akibat pemaparan insektisida BPMC secara terjadwal telah membunuh beberapa spesies dan menurunkan jumlah populasi dari spesies-spesies tertentu.



BAB X

INTERAKSI ANTAR KELOMPOK ARTROPODA

Artropoda secara alami di dalam suatu habitat akan saling berinteraksi satu sama lain baik itu hama (fitofag), predator, parasitoid, dekomposer dan serangga lain (tidak berstatus sebagai hama, predator maupun parasitoid, tetapi bisa saja sebagai mangsa alternatif dari musuh alami, atau serangga yang belum diketahui peranannya).

Bentuk interaksi ini terlihat pada jaring makanan sederhana dari hama Delphacidae dengan musuh alaminya, dekomposer dan serangga lain.

Susunan jaring makanan untuk hama wereng coklat (Delphacidae) di ekosistem organik dan non organik susunannya tidak berbeda, tetapi jumlah populasi pada masing - masing kelompok berbeda, yaitu pada ekosistem padi organik jumlah populasinya lebih tinggi dari pada non organik lihat Tabel 1. Rendahnya jumlah populasi di ekosistem padi non organik diduga disebabkan oleh adanya penyemprotan

insektisida yang menyebabkan kematian pada beberapa famili artropoda dan berakibat pada rantai makanan yang terbentuk adalah lebih sederhana.

Jaring makanan ini merupakan susunan rantai makanan sederhana yang menggambarkan hubungan antara hama wereng coklat dengan tanaman padi dan musuh alaminya (predator nimpha dan imago, parasitoid telur) serta dengan serangga lain dan dekomposer yang menjadi mangsa alternatif dari predator.

Mahrub (1999b) menyatakan bahwa interaksi antara masing-masing anggota kelompok artropoda dalam jangka panjang dapat mencapai keseimbangan umum apabila tidak terjadi guncangan ekosistem. Kondisi ini perlu dipertahankan agar tercapai sasaran pengendalian hama secara alami.

Predator yang ada merupakan predator nympha dan imago wereng coklat, sedangkan parasitoid merupakan parasitoid telur wereng coklat. Adanya serangga lain dan dekomposer, merupakan mangsa/inang pengganti yang diharapkan akan

menjaga keberadaan predator dilapangan (Mahrub,1999b).

Parasitasi tidak teramati karena selama penelitian tidak ditemukan kelompok telur penggerek batang padi (PBP). Kurangnya populasi PBP selama penelitian ini diduga dipengaruhi oleh mundurnya waktu penanaman dan pola tanam yang diterapkan oleh petani yaitu, palawija-padi-padi sehingga siklus hidupnya terputus dan ini berakibat pada menurunnya populasi sewaktu tidak ada inang di lapangan.



BAB XI PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI PADI

Tinggi tanaman di petak organik $82,6 \pm 36,3$ cm berbeda nyata dengan tinggi tanaman di petak non organik $77,6 \pm 35,7$ cm (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh pupuk organik yang diberikan di petak organik telah menyebabkan pertumbuhan tanaman padi lebih baik dari pada tanaman padi di petak non organik yang dipupuk anorganik. Parwati (2001) menyatakan bahwa bahan organik yang diberikan sebagai pupuk organik mempunyai kandungan unsur hara yang dibutuhkan tanaman sehingga dapat meningkatkan produksi dan pelestarian tanah. Pupuk organik selain menyuburkan tanaman juga dapat memperbaiki struktur tanah berbeda dengan pupuk anorganik yang hanya menyuburkan tanaman tetapi tidak dapat memperbaiki struktur tanah.

Jumlah anakan merupakan parameter vegetatif dalam komponen produksi. Jumlah anakan padi

Pandan Wangi di petak organik adalah $18,2 \pm 5,1$ sedangkan di petak non organik adalah $17,4 \pm 5,5$ (Tabel 3), ternyata tidak ada perbedaan yang nyata. Ismunadji (1988) menyatakan bahwa anakan maksimal tercapai pada umur tanaman 40 hst kemudian akan menurun, karena sebagian anakan tersebut akan mati dan tidak menghasilkan malai dan hanya anakan yang efektif yang akan menghasilkan malai yaitu anakan primer dan sekunder. Selanjutnya Parwati (2001) menyatakan bahwa kapasitas anakan merupakan salah satu sifat utama yang penting untuk varietas unggul.

Kadarso (2000) menyatakan bahwa bahan organik berperan sebagai perekat butiran lepas dan sumber utama Nitrogen, Fosfat dan Belerang sehingga mempengaruhi sifat tanah dan akan meningkatkan kemampuan tanah untuk mengikat dan menahan air sehingga mampu untuk menyediakan air bagi tanaman. Tersedianya air bagi tanaman pada awal pertumbuhan khususnya tanaman padi sawah, sangat diperlukan untuk pembentukan anakan.

Hasil produksi tanaman padi Pandan Wangi yang diperoleh pada penelitian ini adalah merupakan hasil gabah kering panen pada saat tanaman berumur 85 hst. Hasil yang diperoleh untuk petak organik sebesar 9,9 ton/ha sedangkan di petak non organik 9,6 ton/ha (Gambar 8). Hasil produksi ini ternyata tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan organik dan non organik. Namun dengan pemakaian pupuk organik telah memberikan banyak keuntungan dalam hal memperbaiki kesuburan tanah baik dari segi fisik, kimia dan biologi tanah serta dapat menjaga kelembaban tanah dan sebagai penyangga hara tanaman (Parwati, 2001).

Berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan petani yang telah menerapkan pertanian organik ternyata secara ekonomis pertanian organik lebih menguntungkan daripada pertanian non organik. Hal ini karena pada pertanian organik biaya produksi dapat ditekan sekecil mungkin, terutama biaya pemupukan dan biaya pestisida. Sedangkan harga jual gabah padi

organik cukup tinggi sekitar Rp. 4.000 sampai dengan Rp. 5.000, dibandingkan harga gabah padi non organik hanya sekitar Rp. 1.500 sampai dengan Rp. 2.000.

Pada awal penerapan pertanian organik sangat membutuhkan pupuk organik yang cukup besar untuk mengembalikan kesuburan tanah tetapi setelah itu biaya yang dikeluarkan untuk pembelian pupuk dapat dikurangi karena pupuk organik banyak tersedia dalam bentuk kotoran ternak dan sampah organik. Sedangkan pertanian non organik setiap musim tanam harus mengeluarkan biaya pupuk dan biaya pestisida yang cukup besar.

BAB XII

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Artropoda di ekosistem padi organik total jumlah jenis 98 spesies dengan total individu 1170,4 ekor sedangkan di non organik total jumlah jenis 77 spesies dan total individu 787,6 ekor.
2. Pada ekosistem padi organik ditemukan famili Agromyzidae, Syrphidae, Drynidae, Pipungculidae, Platystomatidae, Scydmaenidae, Longchaeidae, Simulidae dan Lepismatidae, tetapi tidak ditemukan di ekosistem padi non organik.
3. Jumlah populasi dari famili Alydidae Carabidae, Staphylinidae, Lycosidae, Veliidae, Braconidae, Scelionidae, Eulophidae dan Chironomidae di ekosistem padi organik adalah 549 ekor sedangkan di ekosistem padi non organik 175 ekor.
4. Aplikasi insektisida BPMC untuk mengendalikan hama wereng coklat *Nilaparvata* sp. (famili

Delphacidae) di ekosistem padi non organik mengurangi jenis dan populasi musuh alami.

Pengaruh pupuk organik dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan produksi padi ternyata tidak ada perbedaan yang nyata.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian selama beberapa kali musim tanam pada iklim yang berbeda sehingga akan diperoleh gambaran yang jelas tentang biodiversitas artropoda.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, L., Mudjiono, G. dan Suheriyanto, D. 2002. Kajian Komunitas Fauna pada Pertanaman Bawang Merah Dengan Dan Tanpa Aplikasi Pestisida.

Biosain. J. Ilmu-Ilmu Hayati. 2 : 1 - 10.

Anonim, 1970. *The Insects of Australia.* A Textbook for Students and research Workers. Melbourne University Press. 1029 p.

Ardiwinata, A. N. dan Ginoga, L. N. 2000. Dampak Residu Insektisida klor-Organik Masa Lalu terhadap Keanekaragaman Jenis Makrozoobentos di Areal Persawahan Sukamandi, Subang, Jawa Barat. *Prosiding Simposium Keanekaragaman Hayati Artropoda pada Sistem Produksi Pertanian. PEI dan KEHATI.* Cipayung Bogor. 55 - 60.

Arifin, M., Laba, I. W. dan Djatnika, K. 2000. Analisis Keanekaragaman Hayati Musuh Alami Pada Ekosistem Padi Sawah. *Prosiding Simposium Keanekaragaman Hayati Artropoda pada Sistem*

Produksi Pertanian. PEI dan KEHATI.
Cipayung Bogor. 207-216.

Borror, D. J. and White, R. E. 1970. *A Field Guide to the Insects.* Of America North of Mexico. Houghton Mifflin Company Boston. 373 p.

-----, and Delong, D. M. 1974. *An Introduction to the Study of Insects.* 3rd Ed. New York, Chicago, San Francisco, Atlanta, Dallas, Montreal, Toronto, London Sidney. 757 p.

-----., Triplehorn, C. A. dan Johnson, N. F. 1992.

Serangga. 6th Ed. Diterjemahkan Partosoedjono, S. dan disunting Brotowidjoyo, M. D. Gadjah Mada University Press. 1083 p.

Harahap, I. S. 1994. *Hama Palawija.* Seri PHT. Penebar Swadaya. 95 p.

Hariri, A. M. 1995. *Kajian Diversitas dan Kelimpahan Jenis Serangga pada Pertanaman Kedelai dengan Perlakuan Insektisida.* Tesis Program Pasca Sarjana UGM Yogyakarta.

- Huber, J. T. and Goulet, H. 1986. *Hymenoptera of the World. An Identification Guide to Families*. Centre for land and Biological Resources Research Ottawa, Ontario. Research Branch Agriculture Canada. Publication 1894/E. 668 p.
- Ismunadji, M. dan Manurung, S. O. 1988. Morfologi dan Fisiologi Padi. *BALITTAN* Bogor. 55 - 102 pp. Padi Buku 1. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 319 p.
- Johnson, B., Barbour, J. D. and Gardiner, M. M. 2003. Arthropod Diversity and Abundance on Feral and Cultivated *Humulus lupulus* (Urticales: Cannabaceae) in Idaho. *J. Environ. Entomol.* 32 : 564 - 574.
- Kalshoven, L. G. E. 1981. *The Pest of Crops in Indonesia*. Revised and translated by P. A. Van der Laan. P.T. Ichtiar Baru-Van Hoeve. Jakarta. 701 p.
- Kadarso, 2000. Variabilitas Kandungan Bahan Organik dalam Hubungannya dengan Kelengasan Tanah Regosol. *J. Agros.* 2 : 8 - 15 pp.

- Krebs, C. J. 1985. *Ecology : The Analysis of Distribution and Abundance*. 3rd Ed. Harper & Row Publishers. New York. 800 p.
- Kumar, R. 1986. *Insect Pest Control*. With Special Reference To African Agriculture. Printed and Bound in Great Britain at the Camelot Press Ltd. Southampton. 298 p.
- Ludwig, J. A. and Reynolds, J. F. 1988. *Statistical Ecology*. John Wiley & Sons, New York. 337 p.
- Mahrub, E. 1987. *Bioekologi Parasitoid*. Lab. Pengendalian Hayati. Jur. Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta. 18 p.
- , 1998. Struktur Komunitas Artropoda Pada Ekosistem Padi Tanpa Perlakuan Pestisida. *J. Perlin. Tan. Indo*. 4 : 19 - 27.
- , 1999a. Kajian Keanekaragaman Artropoda Pada Lahan Padi Sawah Tanpa Pestisida Dan Manfaatnya Dalam Pengendalian Hama Terpadu. *J. PERLINTAN Indonesia*. 5 : 35 - 41.

-----, 1999b. *Kajian Pengendalian Alami Penggerak Batang Padi Kuning Scirpophaga incertulas (Walker)*. Disertasi. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

-----, 2002. *Potensi Pengendalian Hayati Dalam Pembangunan Pertanian berkelanjutan*. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Natawigena, H. 1990. *Entomologi Pertanian*. Orba Shakti Bandung. 200 p.

Odum, E. P. 1971. *Dasar-Dasar Ekologi*. 3rd Ed. Diterjemahkan oleh T. Samingan, (1998). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 697 p.

Oka, I. N. 1995. *Pengendalian Hama Terpadu Dan Implementasinya Di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. 255

Parwati, D. U. 2001. Efisiensi Pemupukan Organik pada Tanaman Padi Sawah.

Pedigo, L. P. 1996. *Entomology and Pest Management*. 2nd Ed. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ 07458. 679 p.

Price, D. W. 1984. *Insect Ecology*. 2nd Ed. John Wiley & Sons. New York. 607 p.

-----, 1997. *Insect Ecology*. 3rd Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York. Chichester. Weinheim. Brisbane. Singapore. Toronto. 874 p.

Reijntjes, C., B. Haverkort and A. Waters-Bayer, 1999. *Pertanian Masa Depan. Pengantar Untuk Pertanian Berkelanjutan dengan Input Luar Rendah*.

Diterjemahkan oleh Sukoco, Y. ILEIA. Kanisius. Yogyakarta. 270 p.

Reissig, W. H, E. A. Heinrichs, J. A. Litsinger, K. Moody, L. Fiedler, T. W. Mew, and A.T. Barrion, 1986. *Illustrated Guide To Integrated Pest Management In Rice In Tropical Asia*. International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna, Philippines. P.O. Box 933, Manila, Philippines. 411 p.

- Siregar, H. 1981. *Budidaya Tanaman Padi Di Indonesia*. Sastra Hudaya. 320 p.
- Siwi, S. S. 1991. *Kunci Determinasi Serangga*. Program Nasional Pelatihan Dan Pengembangan Pengendalian Hama Terpadu. 223 p.
- Soejitno, J., Trisnaningsih dan Yoyo, 2000. Keanekaragaman Hayati Artropoda pada Berbagai Sistem Tanam Padi. *Prosiding Simposium Keanekaragaman Hayati Artropoda pada Sistem Produksi Pertanian. PEI dan KEHATI. Cipayung Bogor*. 221-228.
- Soetrisno, L. 1998. *Pertanian Abad Ke 21*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan. 104 p.
- Southwood, T. R. E. 1971. *Ecological Methods*. With Particular Reference to The Study Of Insect Populations. Chapman and Hall.. London EC4. 391 p.
- Speight, M. R., Hunter, M. D. and Watt, A. D. 1999. *Ecology of Insects*. Concepts and Applications. Blackwell Science Ltd. 350 p.

- Stiling, P. D. 1992. *Introductory Ecology*. Prentice-Hall International editions. 597 p.
- Sugito, Y., Nuraini, Y., dan Nih ayati, E. 1995. *Sistem Pertanian Organik*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. 84 p.
- Sutanto, R. 2002. *Pertanian Organik*. Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan. Kanisius. 218
- Tabashnik, B. E., Dennehy, T. J., Carriere, Y., Olson, C., Biggs, R.W. and Sisterson, M. S. 2004. Arthropod Abundance and Diversity in Bt and Non-Bt Cotton Fields. *J. Environ. Entomol.* 33 : 921- 929.
- Tarumingkeng, R. C. 1994. *Dinamika Populasi. Kajian Ekologi Kuantitatif*. Pustaka Sinar Harapan dan Universitas Kristen Krida Wacana. Jakarta. 284 p.
- Trisyono, Y. A. 2004. Resistensi Serangga Dan Tungau Terhadap Insektisida Dan Akarisida : Perkembangan dan Mekanismne. *Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Manajemen Resistensi Pestisida Dalam Penerapan*

*Pengelolaan Hama Terpadu 24 - 25 Februari
2004 Yogyakarta.*

Untung, K. 1994. Konsep Strategi Pengendalian Hama Terpadu. *Prosiding Simposium Penerapan Pengendalian Hama Terpadu 3 - 4 September 1992*. Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bandung. 1 - 13.

-----, dan Sudomo, M. 1997. *Pengelolaan Serangga Secara Berkelanjutan*.

Prosiding Kongres Perhimpunan Entomologi Indonesia V Dan Symposium Entomologi. Universitas Padjadjaran Bandung, 24-26 Juni 1997. 36 - 46.

-----, dan Sosromarsono, S. 2000. Keanekaragaman Hayati Artropoda Predator dan Parasitoid di Indonesia serta Pemanfaatannya. *Prosiding Simposium Keanekaragaman Hayati Artropoda pada Sistem Produksi Pertanian. PEI dan KEHATI*. Cipayung Bogor. 33 - 45.

-----, 2003. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 273 p.

- Wagiman, F. X. 2003. *Hama Tanaman : Cemiri, Morfologi, Biologi dan Gejala Serangan*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. 86 p.
- Witjaksono, 2004. Pemanfaatan Senyawa Semiochemical Untuk Pengendalian Serangga Hama. *Makalah Seminar Nasional Pengelolaan Resistensi Pestisida, 24 -25 Februari 2004*.
- Yardim, E. N., Liu, X., Ge, F. and Men, X. 2003. Diversity of Arthropod Communities in Transgenic Bt Cotton and Nontransgenic Cotton Agroecosystems. *J. Environ. Entomol.* 32 : 270 - 275.

