

BOTTOM-UP DAN TOP-DOWN EFFECT TERHADAP POLA INTERAKSI ANTARA POPULASI SERANGGA HAMA DAN MUSUH ALAMINYA PADA LAHAN PERTANIAN TANAMAN PADI

Tien Aminatun*, Djuwanto*, Nugroho Susetya Putra**

**Staf Pengajar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta*

***Staf Pengajar Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada*

Korespondensi: tien_aminatun@uny.ac.id

Abstract

The limited field research was conducted to determine; the interaction pattern between pest insects and their natural enemies populations with bottom-up effect mechanisms; and the interaction pattern between pest insects and their natural enemies populations with top-down effect mechanisms. The study was conducted with 72 plots which each plot had 2x2 m² width and 1 m spacing among plots. The treatments included three factors, i.e. nitrogen level (nitrogen addition, without manipulation, and nitrogen reduction), density level of rice clump (without manipulation, 25 % reduction of clumps , and 50 % reduction of clumps), and predation rate factor (without manipulation and predator population reduction). Nitrogen of plant treatment (host plant quality) and rice clump density treatment (the quantity of host plants) were to see the bottom - up effect, while the 2 level predation rate treatment was to see the top - down effect. All treatments were done randomly with 4 replications per treatment combination. The study took place in one growing season. On every treatment combination we observed populations of pest insects and their natural enemies monthly from the beginning of the growing season until the harvest, then we analyzed the data to see the pattern differences of interaction between pest insects and their natural enemies populations in bottom-up and top-down effect mechanisms. The results of this research were; (1) the interaction pattern between pest insect and natural enemy populations in bottom-up effect mechanism was more varied among 18 treatment combinations, and (2) the interaction pattern between pest insects and their natural enemies populations in top-down mechanism effect, with the predator spider population reduction, showed more complex interaction due to more species involved in the interactions.

Keywords: bottom-up and top-down effects, the interaction pattern between pest insect and natural enemy populations, rice plant

Abstrak

Penelitian lapangan terbatas ini dilakukan untuk mengetahui; pola interaksi antara populasi serangga hama dan musuh alaminya dengan mekanisme *bottom-up effect*; dan pola interaksi antara populasi serangga hama dan musuh alaminya dengan mekanisme *top-down effect*. Penelitian dilakukan dengan membuat 72 plot masing-masing berukuran 2x2 m² dan jarak antar plot 1m. Perlakuan meliputi 3 faktor, yaitu faktor tingkat nitrogen (penambahan nitrogen, tanpa manipulasi, dan pengurangan nitrogen), faktor tingkat densitas rumpun tanaman padi (tanpa manipulasi, pengurangan rumpun 25%, dan pengurangan rumpun 50%), dan faktor tingkat predasi (tanpa manipulasi dan pengurangan populasi predator). Perlakuan nitrogen tanaman (kualitas tanaman inang) dan densitas rumpun tanaman padi (kuantitas

tanaman inang) merupakan perlakuan untuk melihat *bottom-up effect*, sedangkan perlakuan 2 tingkat predasi dilakukan untuk melihat *top-down effect*. Semua perlakuan tersebut dilakukan secara acak dengan faktorial penuh dengan 4 kali plot ulangan per kombinasi perlakuan. Penelitian berlangsung dalam satu musim tanam. Untuk setiap kombinasi perlakuan dilakukan pengamatan populasi serangga hama dan predator (musuh alami) yang dilakukan satu bulan sekali dari awal musim tanam sampai menjelang panen, kemudian data yang diperoleh dilakukan analisis perbedaan pola interaksi antara populasi serangga hama dan populasi musuh alaminya dengan mekanisme *bottom-up* dan *top-down effect*. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: (1) Pola interaksi antara populasi serangga hama dan musuh alaminya dengan mekanisme *bottom-up effect* lebih bervariasi di antara kedelapan belas kombinasi perlakuan; dan (2) Pola interaksi antara populasi serangga hama dan musuh alaminya dengan mekanisme *top-down effect*, pada perlakuan pengurangan predator laba-laba menunjukkan hubungan yang lebih kompleks dengan lebih banyak spesies yang terlibat dalam interaksi.

Kata kunci: *bottom-up* dan *top-down effect*, pola interaksi antara populasi serangga hama dan musuh alaminya, tanaman padi

Pendahuluan

Pemahaman pada dampak faktor *bottom-up*, misalnya nutrisi tanah, dan faktor *top-down* yaitu musuh alami secara berkesinambungan dapat digunakan untuk menyusun strategi pengelolaan organisme serangga herbivora yang merugikan (serangga hama). Kajian-kajian yang telah dilakukan menunjukkan proses sinergistik faktor *bottom-up* dan *top-down* untuk mengatur populasi herbivora (Price *et al.*, 1980; Hunter & Price, 1992), sedangkan kajian lain menunjukkan bahwa kekuatan penekanan oleh predator (dampak *top-down*) pada herbivora tergantung pada faktor *bottom-up*, yaitu kualitas tanaman (Forkner & Hunter, 2000; Denno *et al.*, 2002). Jadi, kualitas tanaman akan berpengaruh langsung pada performa serangga herbivora (serangga hama), kemudian secara tidak langsung menentukan laju konsumsi oleh karnivora atau musuh alaminya (Price *et al.*, 1980; Loader & Damman, 1991; Price, 1992; Moon *et al.*, 2000; Turlings *et al.*, 2002).

Jadi, ada dua teori yang menjelaskan dinamika dampak faktor *bottom-up* dan *top-down* pada pengaturan populasi serangga hama. Pertama, dampak tanaman pada serangga hama dipengaruhi oleh kualitas tanaman itu sendiri akibat pengaruh faktor edafik (tanah), misal kandungan senyawa kimia pada jaringan dan morfologi tanaman (Boege, 2005). Kedua, laju dan kualitas konsumsi karnivora (musuh alami) tergantung pada kualitas mangsa (herbivora atau serangga hama) yang makan pada berbagai tanaman dengan kualitas beragam (Geitzner & Bernays, 1996; Francis *et al.*, 2001). Namun demikian, penelitian tentang dinamika interaksi tri-trofi antara tanaman-herbivora-karnivora pada pertanaman padi lahan

kering dalam skala komunitas belum diteliti. Beberapa penelitian serupa sudah dilakukan pada lahan basah dan berskala populasi, misalnya oleh Gratton dan Denno (2003).

Penelitian lapangan terbatas ini dilakukan untuk mengetahui; pola interaksi antara populasi serangga herbivora (serangga hama) dan musuh alaminya dengan mekanisme *bottom-up effect*; dan pola interaksi antara populasi serangga herbivora dan musuh alaminya dengan mekanisme *top-down effect*. Dengan demikian dapat diketahui model pengelolaan lahan pertanian tanaman padi yang lebih menguntungkan dalam pengendalian serangga hama secara alami, yaitu dengan mekanisme interaksi antara serangga hama dan musuh alaminya.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan langsung pada ekosistem sawah di lahan milik Kebun Pendidikan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (KP4) Universitas Gadjah Mada (UGM) yang terletak di Desa Kalitirto, Kecamatan Berbah Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian dilakukan dengan membuat 72 plot yang masing-masing plot berukuran 2x2 m² dan jarak antar plot 1m. Perlakuan meliputi 3 faktor, yaitu faktor tingkat nitrogen (penambahan nitrogen/ kode N1, tanpa manipulasi/ kode N0, dan pengurangan nitrogen/kode N2), faktor tingkat densitas rumpun tanaman padi (tanpa manipulasi/ kode D0, pengurangan rumpun 25%/ kode D1, dan pengurangan rumpun 50% / kode D2), dan faktor tingkat predasi (tanpa manipulasi/ kode L0, dan pengurangan populasi predator/ kode L1). Perlakuan nitrogen tanaman (kualitas tanaman inang) dan densitas rumpun tanaman padi (kuantitas tanaman inang) merupakan perlakuan untuk melihat *bottom-up effect*, sedangkan perlakuan 2 tingkat predasi dilakukan untuk melihat *top-down effect*. Semua perlakuan tersebut dilakukan secara acak dengan faktorial penuh dengan 4 kali plot ulangan per kombinasi perlakuan.

Manipulasi nitrogen tanaman dilakukan dengan menambahkan pupuk urea sebanyak 0,75kg untuk setiap plot pada awal musim tanam padi, sedangkan pengurangan nitrogen dengan menambahkan gula pasir 2 kg per plot selama satu bulan sekali dari awal musim tanam sampai menjelang panen (modifikasi dari Stiling dan Moon, 2005).

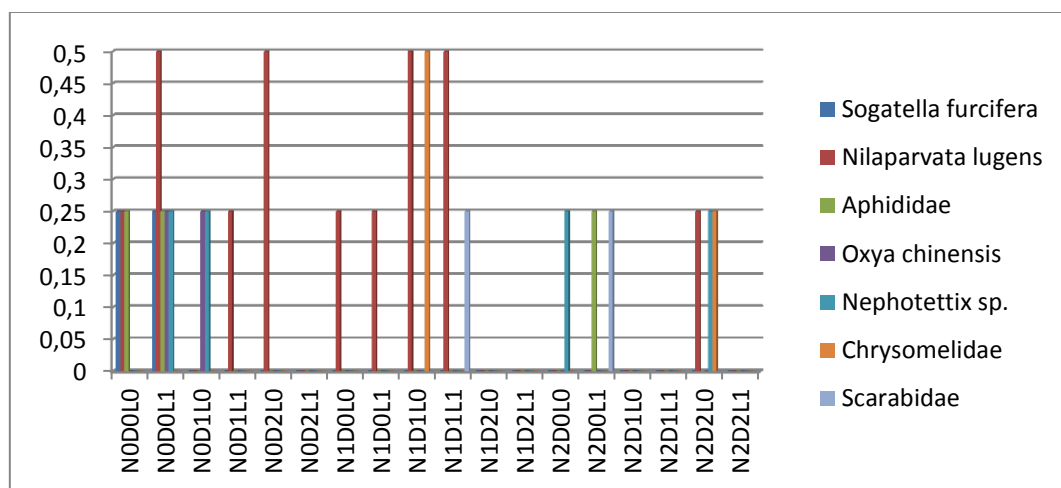
Densitas rumpun tanaman padi dimanipulasi dengan mengurangi rumpun tanaman padi per plot sebanyak 25% dan 50%. Pengaruh *top-down* dilakukan dengan memagari plot dengan plastik untuk mengurangi populasi laba-laba sebagai *generalist predator*, sedangkan pada plot kontrol dibiarkan apa adanya. Hal ini karena tingkat predasi dari kelompok laba-laba terhadap serangga hama padi dapat mencapai 90% dari total predasi ekosistem sawah (Oedenkoven dan Joern, 2000).

Untuk setiap kombinasi perlakuan dilakukan pengamatan populasi serangga herbivora (serangga hama) dan predator (musuh alami hama) yang dilakukan satu bulan sekali dari awal musim tanam sampai menjelang panen, kemudian data yang diperoleh dilakukan analisis pola interaksi antara serangga herbivora (serangga hama) dan musuh alaminya (predator) dengan melihat komposisi dan populasi serangga herbivora maupun predatornya. Penelitian berlangsung selama satu musim tanam.

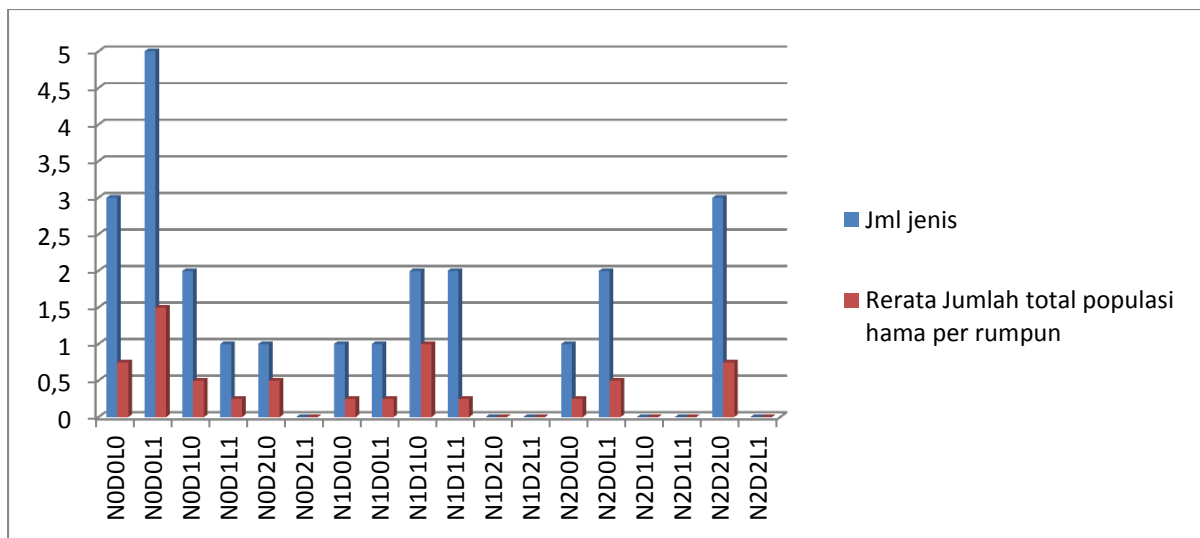
Hasil Penelitian

a. Populasi Serangga Herbivora (Hama)

Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa pada bulan pertama, jenis serangga hama yang mempunyai populasi rerata atau jumlah individu rerata paling tinggi adalah wereng cokelat (*Nilaparvata lugens*). Selain itu, pada Gambar 2 tampak bahwa perlakuan pengurangan nitrogen tanah (kode N2) mempunyai rerata jumlah total individu serangga hama lebih rendah daripada rerata jumlah individu serangga hama pada plot yang diperlakukan urea (kode N1) dan plot kontrol (kode N0). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Chau dan Heong (2005), bahwa tanaman padi yang lebih tinggi kandungannya dengan adanya pemberian pupuk urea akan menaikkan tingkat serangan hama, karena hama lebih menyukai tanaman dengan kandungan nitrogen yang tinggi.



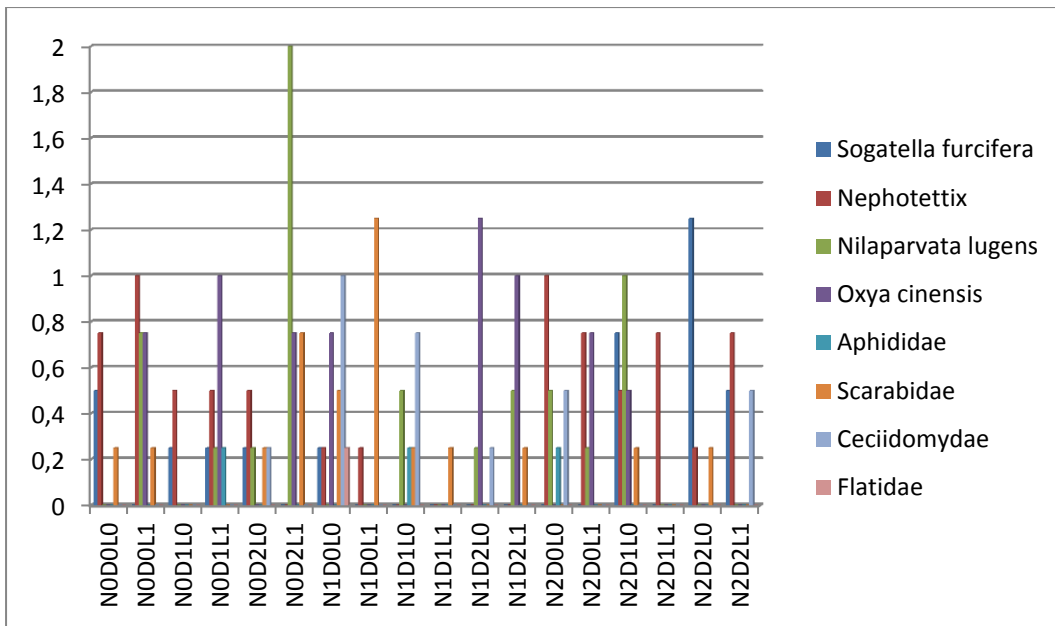
Gambar 1. Rerata jumlah total individu serangga herbivora (hama) per rumpun padi di setiap perlakuan pada bulan pertama



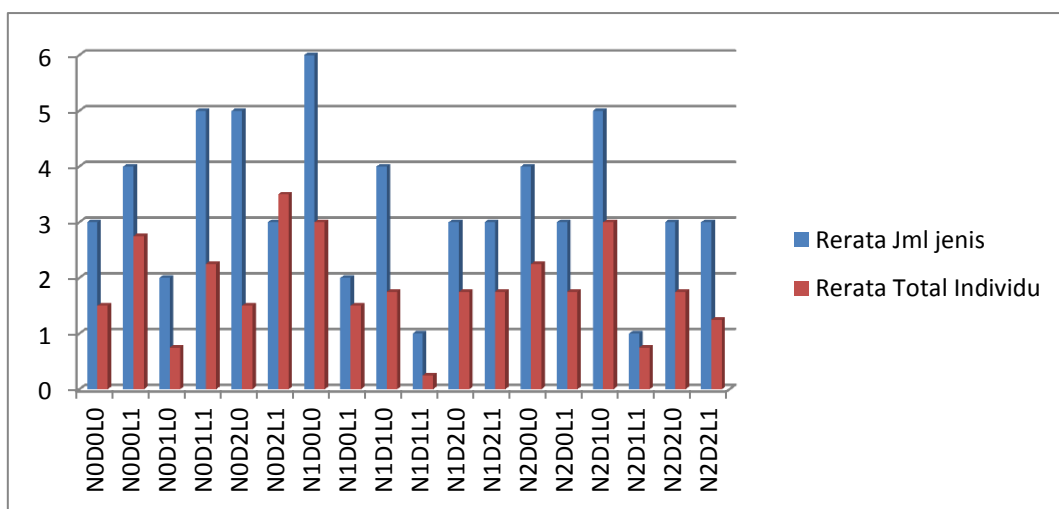
Gambar 2. Rerata total jumlah individu dan jumlah jenis (*richness*) serangga hama di setiap plot perlakuan pada bulan pertama

Dari Gambar 2 diketahui bahwa rerata *richness* dan jumlah total individu serangga hama tertinggi dicapai pada plot dengan kode N0D0L1, yaitu plot tanpa perlakuan manipulasi nitrogen dan densitas tanaman padi, tetapi ada perlakuan pembatasan pengaruh predator (laba-laba) dengan pemberian pagar plastik. Tampak jelas bahwa berkurangnya predator akan menguntungkan serangga hama, yaitu ditunjukkan dengan jumlah jenis dan jumlah total individu yang tinggi.

Pada bulan ke-2, dari Gambar 3 diketahui bahwa jenis-jenis wereng seperti wereng cokelat (*Nilaparvata lugens*) dan wereng punggung putih (*Sogatella furcifera*) mempunyai rerata jumlah individu tertinggi, seperti halnya pada pengamatan bulan pertama, tetapi dilihat dari rerata jumlah jenis dan jumlah total individu tidak menunjukkan pola yang sama dengan kondisi bulan pertama. Rerata *richness* terbesar (= 6) pada plot N1D0L0 (perlakuan dengan nitrogen, 1 plot 64 rumpun padi, tanpa pagar plastik), sedangkan rerata jumlah individu total tertinggi (= 3,5) pada plot N0D2L1 (perlakuan tanpa urea maupun gula, 1 plot ada 32 rumpun padi, dengan pagar plastik)

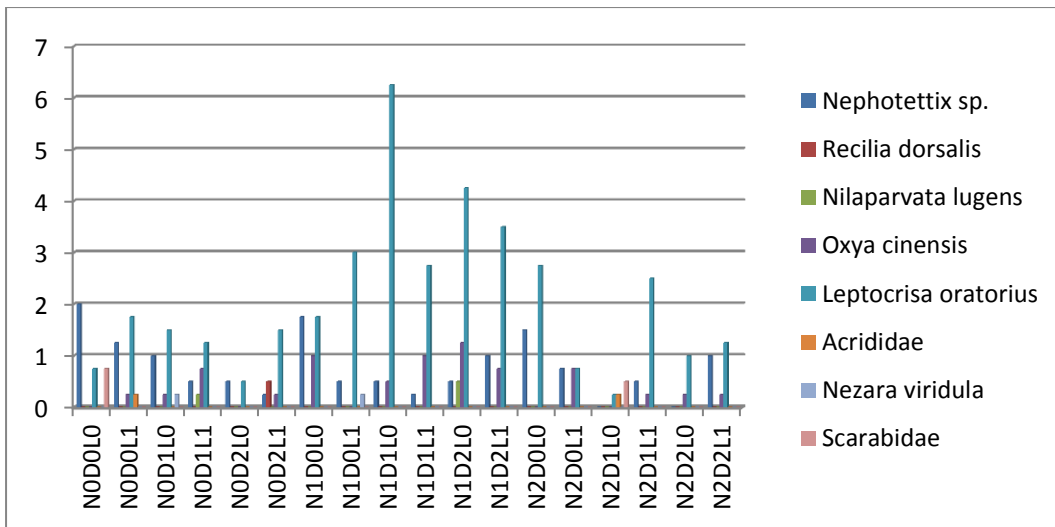


Gambar 3. Rerata jumlah total individu serangga herbivora (hama) per rumpun padi di setiap perlakuan pada bulan ke-2

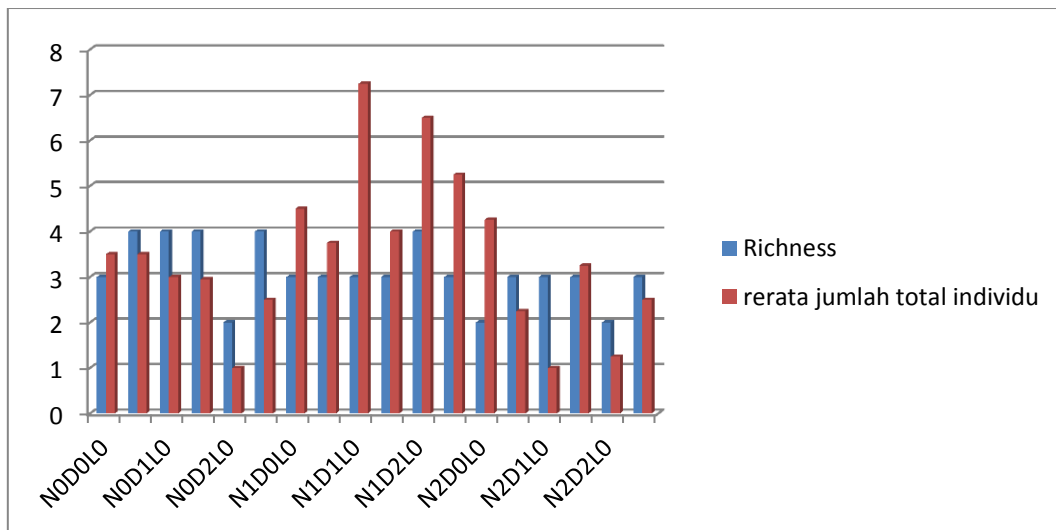


Gambar 4. Rerata total jumlah individu dan jumlah jenis (*richness*) serangga hama di setiap plot perlakuan pada bulan ke-2

Pada bulan ke-3 (Gambar 5 dan 6), rerata *richness* terbesar (= 4) ada pada plot N0D0L1, N0D1L0, N0D1L1, N0D2L1, N1D2L0, sedangkan rerata jumlah individu total tertinggi (=7,25) ada pada plot N1D1L0. Dari bulan ke-2 sampai bulan ke-3 tampak adanya penurunan *richness* serangga herbivora (hama), tetapi ada kenaikan jumlah total serangga herbivora (hama) per rumpun padi.



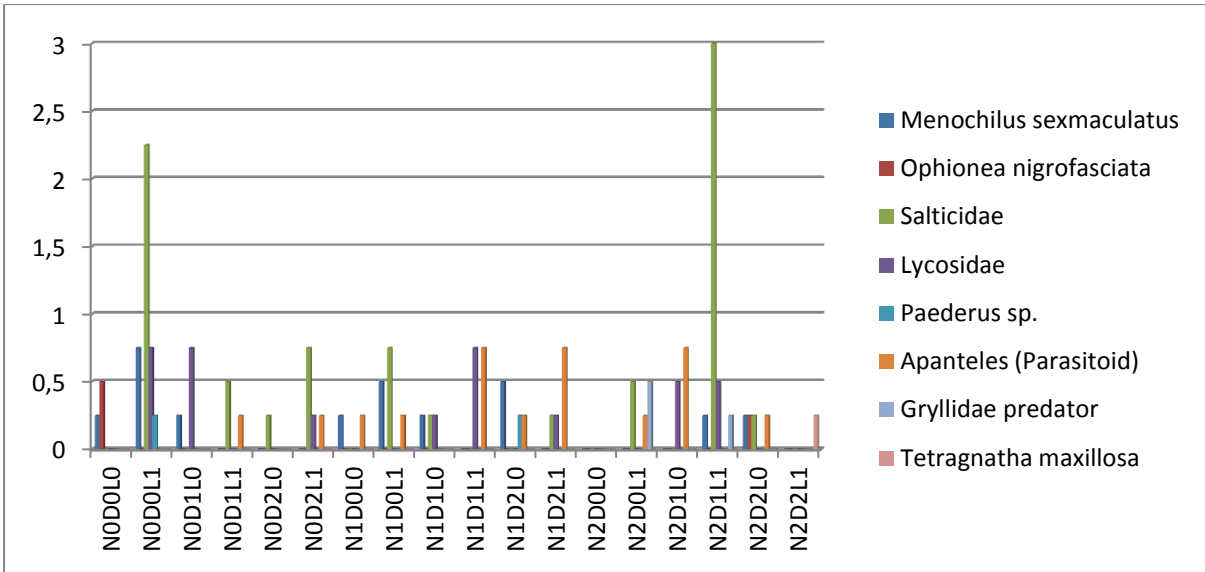
Gambar 5. Rerata jumlah total individu serangga herbivora (hama) per rumpun padi di setiap perlakuan pada bulan ke-3



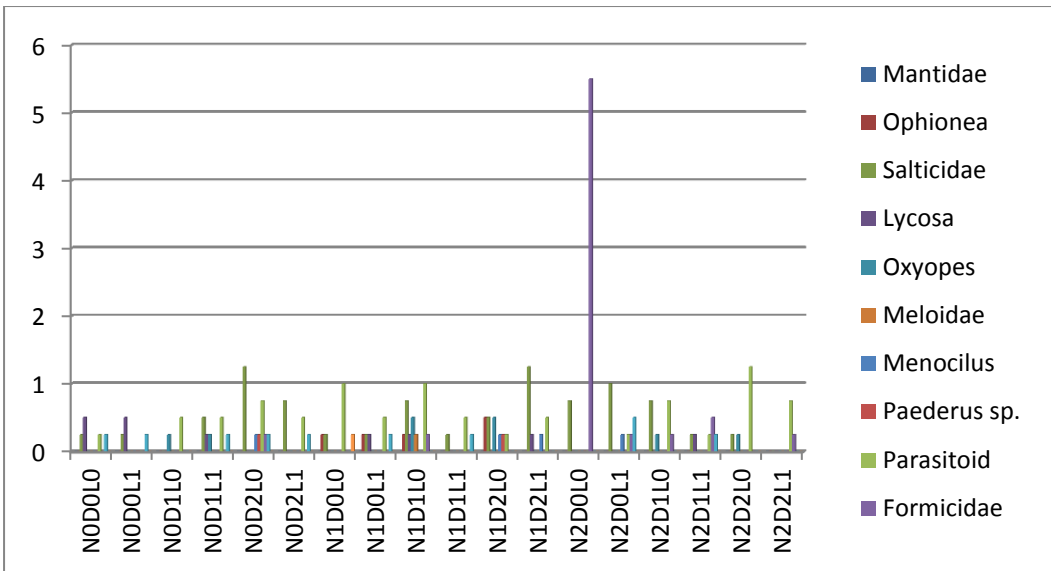
Gambar 6. Rerata total jumlah individu dan jumlah jenis (*richness*) serangga hama di setiap plot perlakuan pada bulan ke-3

b. Populasi Predator (Musuh Alami)

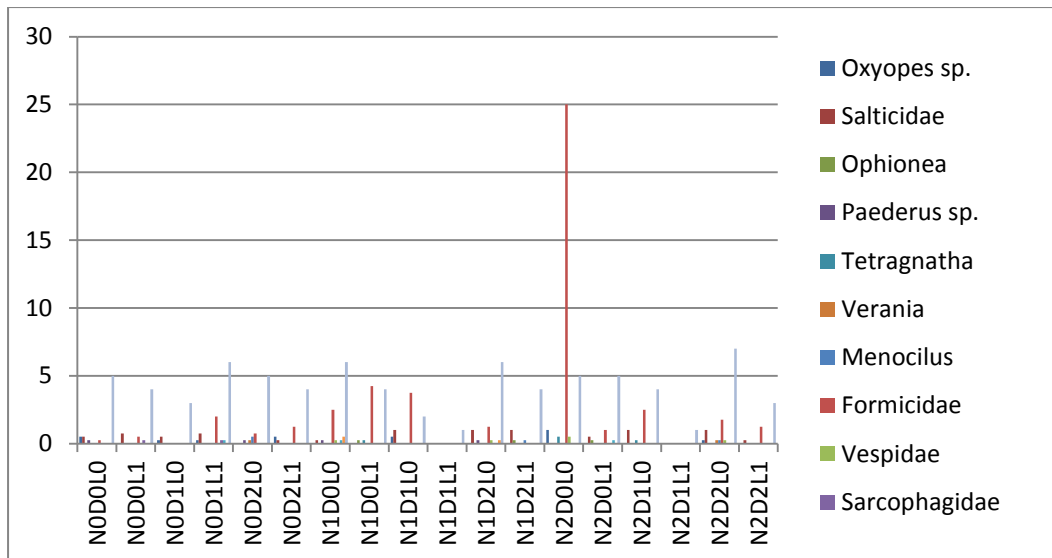
Dinamika populasi predator digambarkan pada Gambar 7, 8, dan 9 berikut ini.



Gambar 7. Rerata jumlah total individu predator per rumpun padi di setiap perlakuan pada bulan pertama



Gambar 8. Rerata jumlah total individu predator per rumpun padi di setiap perlakuan pada bulan ke-2



Gambar 9. Rerata jumlah total individu predator per rumpun padi di setiap perlakuan pada bulan ke-3

Dari ketiga gambar tersebut dapat dilihat bahwa dari bulan ke-2 sampai ke-3, rerata *richness* serangga predator adalah tetap, tetapi ada kenaikan jumlah total serangga predator per rumpun padi. Pola pada manipulasi nitrogen dan manipulasi densitas rumpun tanaman padi belum tampak jelas tanpa uji statistik, tetapi pola pada manipulasi predator menunjukkan bahwa perlakuan dengan kode L0 meningkatkan *richness* serangga herbivora (serangga hama) maupun predatornya, tetapi menurunkan jumlah total individu serangga herbivora (serangga hama).

Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- 1). Pola interaksi antara populasi serangga herbivora (serangga haam) dan musuh alaminya (predator) dengan mekanisme *bottom-up effect* cenderung lebih bervariasi di antara kedelapan belas kombinasi perlakuan
- 2). Pola interaksi antara populasi serangga herbivora (serangga hama) dan musuh alaminya (predator) dengan mekanisme *top-down effect*, pada perlakuan pengurangan predator laba-laba menunjukkan hubungan yang lebih kompleks dengan lebih banyak spesies yang terlibat dalam interaksi.

Rekomendasi

1. Mekanisme *bottom-up* dengan adanya perlakuan pupuk urea dan pengaturan jarak tanam memberikan banyak pengaruh terhadap pola interaksi antara serangga hama dan musuh alaminya. Hal ini akan sangat mempengaruhi mekanisme pengendalian hama secara alami (*biological control*). Oleh karena itu, pemberian dosis pupuk dan

pengaturan jarak tanam menjadi hal penting dalam pengelolaan lahan pertanian, khususnya pada pertanian tanaman padi.

2. Keberadaan laba-laba yang merupakan *generalist predator* (pemakan apa saja) sangat menguntungkan dalam mekanisme pengendalian hama secara alami, tetapi akan mengurangi *link* interaksi oleh jenis predator lainnya. Meskipun demikian, konservasi laba-laba di lahan pertanian tetap menjadi hal penting dalam mekanisme pengendalian hama secara alami (*biological control*)

Pustaka

- Boege, K. 2005. Herbivore Attack in *Casuarina nitida* Influenced by Plant Ontogenic Variation in Foliage Quality and Plant Architecture. *Oecologia* **143**: 117-125.
- Chau, L.M. dan Heong, K.L. 2005. Effects of Organic Fertilizer on Insect Pest and Disease of Rice. *Monrice* **13**: 26-33 (2005).
- Denno, R.F., C. Gratton, M.A. Peterson, G.A. Langelotto, D. Finke, & A.F. Huberty. 2002. Bottom-up Forces Mediate Natural-Enemy Impact in A Phytophagous Insect Community. *Ecology* **83**: 1443-1458.
- Finke, D.L. & R.F. Denno. 2004. Predator Diversity Dampens Trophic Cascades. *Nature* **429**: 407-410.
- Forkner, R.E. & M.D. Hunter. 2000. What Goes Up Must Come Down? Nutrient Addition and Predation Pressure on Oak Herbivores. *Ecology* **81**: 1588-1600.
- Francis, F., E. Haubruge, P. Hastir, & C. Gaspar. 2001. Effect of Aphid Host Plant on Development and Reproduction of The Third Trophic Level, The Predator of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology* **30**: 947-952.
- Geitznauer, H. & E. Bernays. 1996. Plant effect on prey choice by a vespid wasp, *Polistes arizonensis*. *Ecological Entomology* **21**: 227-234.
- Gratton, C. & R.F. Denno. 2003. Seasonal shift from bottom-up and top-down impact in phytophagous insect populations. *Oecologia* **134**: 487-495.
- Hunter, M.D., & P.W. Price. 1992. Playing chutes and ladders: heterogeneity and the relative roles of bottom-up and top-down forces in natural communities. *Ecology* **73**: 724-732
- Loader, C. & H. Damman. 1991. Nitrogen content of food plants and vulnerability of *Pieris rapae* to natural enemies. *Ecology* **72**: 1586-1590.
- Moon, D.C., A.M. Rossi, & P. Stiling. 2000. The effects of abiotically induced changes in host plant quality (and morphology) on a salt marsh planthopper and its parasitoid. *Ecological Entomology* **25**: 325-331.
- Oedekoven, M.A., and Joern, A. 2000. Plant Quality and Spider Predation Affects Grasshoppers (Acrididae): Food-Quality-Dependent Compensatory Mortality. *Ecology* **81**(1), 2000, pp. 66-77
- Price, P.W. 1992. *Plant resources as the mechanistic basis for insect herbivore population dynamics*. Pages 139-173 In M.D. Hunter, T. Ohgushi, and P.W. Price, editors. *Effects of resource distribution on animal-plant interactions*. Academic Press.
- Price, P.W., C.E. Bouton, P. Gross, B.A. McPherson, J.N. Thompson, & A.E. Weis. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Annual Review of Ecology and Systematics* **11**: 41-65.
- Stiling, P., and Moon, D.C. 2005. Quality or Quantity: the Direct and Indirect Effects of Host Plants on Herbivores and Their Natural Enemies. *Oecologia* **2005**. **142**: 413-420

Turlings, T.C.J., S. Gouinguene, T. Degen, & M.E. Fritzsche-Hoballah. 2002. *The chemical ecology of plant-caterpillar-parasitoid interactions*. Pages 148-173 In T. Tschardtke and B.A. Hawkins, editors. *Multitrophic level interactions*. Cambridge.