

KEANEKARAGAMAN ARTROPODA MUSUH ALAMI PADA PERTANAMAN KAPAS TRANSGENIK *BACILLUS THURINGIENSIS* DI SOPPENG, SULAWESI SELATAN

*Diversity of Natural Enemy in the Bacillus thuringiensis
Transgenic Cotton in Soppeng, South Sulawesi*

Ratriningsih Damayanti¹, Y. Andi Trisyono¹, dan Edhi Martono¹

Program Studi Ilmu Hama Tumbuhan
Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT

The objective of this research was to compare the diversity of natural enemy in the *Bacillus thuringiensis* transgenic cotton (Bollgard) and non-transgenic cotton varieties (Deltapine 5690 and Kanesia 7). The research was conducted in Soppeng, South Sulawesi. Twelve plots of 30x100m² were planted with Bollgard, Deltapine 5690, and Kanesia 7; each treatment was replicated four times. The first observation was started on day 26 after planting, and the next observations were conducted with an interval of 14 days. The observation was terminated on day 138 after planting. Two different observation procedures were employed: direct observation and observation using an insect net. The index diversity of arthropods was analyzed using equation develop by Hill (Cheng, 1995).

The results showed that Bollgard did not affect the diversity compared with those of Deltapine 5690 and Kanesia 7. Eight orders consisting of 29 families and 35 species were found in Bollgard, whereas for Deltapine 5690 there were eight orders consisting of 27 families and 33 species. Eight orders of arthropods were also found in Kanesia 7, which consisted of 29 families and 35 species. Hymenoptera was found most in all three cotton varieties. In addition, Arachnids and Dipterans were abundant predator in all cotton varieties. The diversity index (H'), the number of abundant species in the sample (N_1), the number of very abundant species (N_2), and evenness (E) in Kanesia 7 was the highest, followed by Bollgard and Deltapine 5690.

Keywords: *diversity – natural enemy – transgenic cotton.*

PENGANTAR

Keanekaragaman artropoda merupakan salah satu tolok ukur bagi pengelolaan hama. Dalam ekosistem, keanekaragaman hayati memiliki arti yang sangat penting yaitu sebagai sumber daya dan sebagai pemelihara ekosistem. Keanekaragaman spesies, keanekaragaman aras

^{1) Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta}

trofik, dan interaksi antar spesies perlu diketahui dalam pengelolaan ekosistem, misalnya peranan spesies tersebut dalam ekosistem (Subagja, 1996; Speight et al., 1998).

Tanaman transgenik yang mengekspresikan protein *Bacillus thuringiensis* (Bt) berkembang karena adanya beberapa pertimbangan di antaranya adalah timbulnya kesadaran manusia akan bahaya pestisida bagi kesehatan dan lingkungan. Tanaman kapas Bt Bollgard yang dikembangkan oleh Monsanto sangat efektif untuk mengendalikan hama utama Lepidoptera yaitu *Heliothis virescens*, *Helicoverpa armigera*, dan *Pectinophora gossypiella*, karena tanaman tersebut mengandung gen *Bt cry1Ac* yang menghasilkan senyawa toksik bagi sebagian spesies hama yang termasuk ordo Lepidoptera (Rissler, 1997; Boucias and Pendland, 1998). Tanaman kapas Bt Bollgard menjadi hal yang penting dalam Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) karena dapat menurunkan penggunaan insektisida. Selain itu dapat meningkatkan keuntungan bagi petani karena penggunaan insektisida berkurang (Carrière et al., 2001).

Beberapa penelitian di laboratorium menyatakan bahwa tanaman transgenik merugikan serangga non-target (Losey et al., 1999 cit Thalmann and Küng, 2000). Penelitian Hilbeck et al., 1998 cit Thalmann and Küng, 2000) menunjukkan bahwa larva predator *C. carnea* mengalami perubahan aktifitas makan setelah diberi pakan ulat yang telah makan daun jagung yang sudah diaplikasikan protein *Cry1Ac*, dan kematian *C. carnea* mencapai 62%, sedangkan yang diberi ulat bebas protein *Cry1Ac* lebih rendah (37%).

Keberadaan musuh alami dipengaruhi oleh populasi mangsanya. Musuh alami mampu mengatur kelimpahan mangsanya, bila populasi musuh alaminya sangat rendah maka yang terjadi adalah ketidakseimbangan ekosistem. Apabila hal ini berlangsung terus menerus, maka rantai makanan akan terputus sehingga mengakibatkan terjadinya ledakan hama. Keanekaragaman artropoda sangat penting dalam pengelolaan hama agar terwujud keseimbangan ekosistem. Oleh karenanya perlu dilakukan kajian keanekaragaman artropoda musuh alami pada pertanaman kapas transgenik. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan keanekaragaman dan kelimpahan artropoda musuh alami pada pertanaman kapas Bt transgenik (Bollgard) dan bukan transgenik (Deltapine 5690 dan Kanesia 7) di Soppeng Sulawesi Selatan.

CARA PENELITIAN

Lahan seluas 37.650 m² dibagi menjadi 12 petak penelitian masing-masing seluas 3.000 m² yang terdiri dari petak perlakuan tanaman kapas Bolgard, Deltapine 5690 dan Kanesia 7. Masing-masing perlakuan mempunyai empat ulangan sesuai dengan rancangan acak lengkap. Jarak antar petak 1,5 m.

Benih kapas ditanam 1-2 biji per lubang dengan jarak tanam (25 x 100) cm². Pemupukan pertama dilakukan pada tujuh hari setelah tanam (hst) dengan dosis 50 kg/ha Urea, 50 kg/ha ZA, 100 kg/ha TSP, dan 50 kg/ha KCl. Pemupukan kedua dilakukan pada 35 hst, yaitu dengan memberikan Urea sebanyak 100 kg/ha. Pemeliharaan meliputi penyulaman, penyiangan gulma, penjarangan tanaman, pendangiran, dan penyiraman. Penyulaman dilakukan 3-4 hst. Penyiangan dilakukan segera mungkin setelah tumbuh gulma dengan cara manual (25-30 hst). Penjarangan tanaman dilaksanakan bila tanaman sudah mencapai tinggi 15-20 cm (umur 30-40 hst). Pendangiran dilakukan untuk menggemburkan tanah sekaligus untuk memberantas gulma dilakukan dua kali, yaitu pada saat tanaman berumur 25-30 hst dan pendangiran kedua dilakukan pada 40-60 hst.

Pengamatan dilakukan sejak tanaman berumur 26 hst sampai 138 hst dengan interval 14 hari. Pengamatan dilakukan dengan dua cara yaitu pengamatan langsung (secara visual) dan pengamatan relatif. Pengamatan langsung dilakukan dengan mengamati 40 tanaman sampel. Unit sampel berupa satu tanaman kapas yang diambil secara acak pada diagonal petak pengamatan. Pengamatan relatif dilakukan dengan menggunakan jaring serangga sebanyak lima ayunan ganda (10 ayunan tunggal) pada diagonal petak perlakuan. Pengamatan ini dilakukan pada dua diagonal setiap petak perlakuan. Sampel yang dikumpulkan diidentifikasi sampai tingkat ordo, famili, dan spesies dengan Borror and White (1970), Borror and DeLong (1974), Kalshoven (1981), Subiyanto dan Sultoni (1991), and Borror et al., (1992).

Analisis keanekaragaman dan kelimpahan artropoda musuh alami dilakukan dengan menggunakan rumus persamaan matematik Cheng (1995). Uji beda nyata antar perlakuan pada semua perhitungan keanekaragaman dan kelimpahan dengan menggunakan Fisher's Protected LSD pada taraf 5%. Artinya uji beda nyata hanya dilakukan apabila uji F (Anova) menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan.

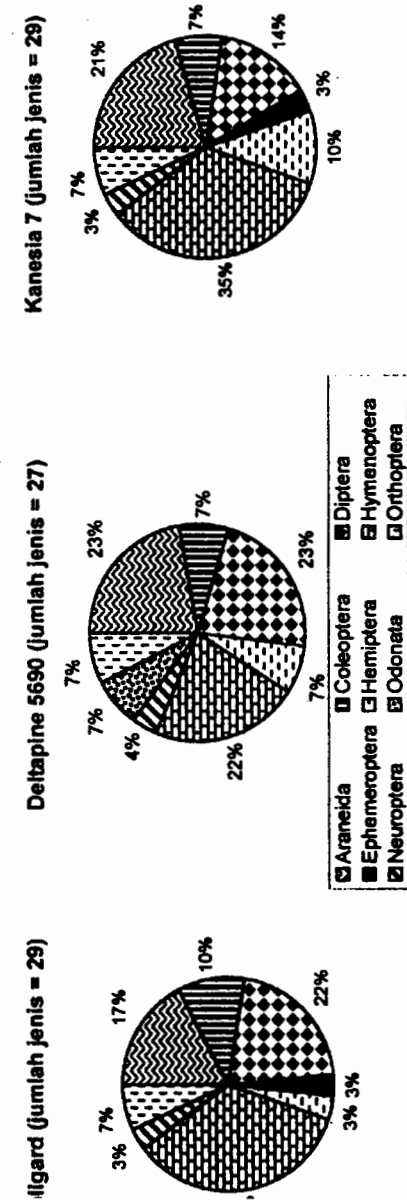
HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi dan Populasi Artropoda Musuh Alami

Tabel 1. Jumlah individu artropoda musuh alami pada pertanaman kapas Bollgard, Deltapine 5690, dan Kanesia 7 selama satu musim tanam

No.	Ordo	Organisme	Peran	Jenis Kapas		
				Bollgard	Deltapine 5690	Kanesia 7
1	Araneida	Araneidae	Predator	44,75	41,25	46,75
2	Araneida	Lycosidae	Predator	0	0,75	1,5
3	Araneida	Oxyopidae	Predator	12	13	18
4	Araneida	Salticidae	Predator	5	3,75	4,75
5	Araneida	Tetragnatidae	Predator	2,5	19,5	5,75
6	Araneida	Thomisidae	Predator	2,75	1,5	3,5
7	Coleoptera	Carabidae	Predator	0,25	0	0
8	Coleoptera	Coccinellidae	Predator	22,75	20	41,5
9	Coleoptera	Staphylinidae	Predator	0,25	1	2,75
10	Diptera	Calliphoridae	Predator	0,25	0,25	0,25
11	Diptera	Ceratopogonidae	Predator	0	0,25	0
12	Diptera	Chamaemyiidae	Predator	0,25	0,25	0,25
13	Diptera	Chloropidae	Predator	3	2	2,5
14	Diptera	Otitidae	Parasitoid	1,75	1,75	2,75
15	Diptera	Sarcophagidae	Parasitoid	0	0,5	0
16	Diptera	Syrphidae	Predator	0,25	0	0
17	Ephemeroptera	Ephemeridae	Predator	0,25	0	0,25
18	Hemiptera	Coreidae	Predator	0,5	0,5	0
19	Hemiptera	Nabidae	Predator	0	0,25	0,5
20	Hemiptera	Reduviidae	Predator	0	0	0,25
21	Hemiptera	Saldidae	Predator	0	0	0,25
22	Hymenoptera	Braconidae	Parasitoid	0,25	1,25	0,75
23	Hymenoptera	Chalcididae	Parasitoid	1	1	1,75
24	Hymenoptera	Encyrtidae	Parasitoid	0	0,75	0
25	Hymenoptera	Eulophidae	Parasitoid	0,25	0	0,25
26	Hymenoptera	Eupelmidae	Parasitoid	0,75	0	0,5
27	Hymenoptera	Evaniidae	Parasitoid	0,25	0	0
28	Hymenoptera	Formicidae	Predator	662,5	736,25	837,75
29	Hymenoptera	Ichneumonidae	Parasitoid	0	0	0,25
30	Hymenoptera	Mymaridae	Parasitoid	0	0	0,25
31	Hymenoptera	Pteromalidae	Parasitoid	0,25	0	0
32	Hymenoptera	Scelionidae	Parasitoid	0,5	1	0,25
33	Hymenoptera	Tiphiidae	Parasitoid	0	0	0,25
34	Hymenoptera	Trichogrammatidae	Parasitoid	1,5	0,5	1
35	Hymenoptera	Vespidae	Predator	0,25	0	0
36	Neuroptera	Chrysopidae	Predator	2,5	2,75	125,25
37	Odonata	Coenagrionidae	Predator	0	0,5	0
38	Odonata	Libellulidae	Predator	0	0,25	0
39	Orthoptera	Mantidae	Predator	0,75	0,25	1,75
40	Orthoptera	Tettigonidae	Predator	4,25	6	9,75
Total				771,5	857	1111,25

Artropoda musuh alami pada pertanaman ketiga jenis kapas tidak menunjukkan perbedaan nyata. Pada kapas Bollgard terdiri atas delapan ordo meliputi 29 famili dan 35 jenis dengan rerata total individu 771,5 ekor. Pada pertanaman kapas Deltapine 5690 terdiri atas delapan ordo, 27 famili, dan 33 jenis dengan rerata total individu 857 ekor, sedangkan pada kapas Kanesia 7 terdiri atas delapan ordo, 29 famili, 35 jenis, dan rerata total individu 1111,25 ekor (Tabel 1).



Gambar 1. Persentase famili tiap ordo musuh alami pada pertanaman kapas Bollgard, Deltapine 5690, dan Kanesia 7.

Pada pertanaman kapas Bollgard dan Kanesia 7 tidak ditemukan ordo Odonata, sedangkan pada kapas Deltapine 5690 tidak ditemukan ordo Ephemeroptera (Gambar 1). Dari ketiga pertanaman kapas, ordo yang cukup banyak ditemukan adalah ordo Hymenoptera yang berperan sebagai predator maupun parasitoid berbagai hama yang termasuk ordo Lepidoptera. Selain ordo Hymenoptera, juga banyak ditemukan ordo Arachnida dan Diptera yang berperan sebagai predator maupun parasitoid berbagai hama yang termasuk ordo Homoptera.

Keanekaragaman dan Kelimpahan Artropoda Musuh Alami

Hasil penelitian menunjukkan nilai keanekaragaman H' musuh alami selama satu periode tanam kapas Bollgard bervariasi 0,51-1,19, dengan nilai kelimpahan jenis (N_1) tertinggi (3,43 ekor/ 40 tanaman) pada umur tanaman 40 hst. Adapun artropoda musuh alami yang populasinya tinggi pada umur tanaman 40 hst yaitu famili Formicidae, Araneida, Coccinellidae, dan Oxyopidae. Pada kapas Deltapine 5690 H' bervariasi 0,40-1,07, kelimpahan tertinggi (2,97 ekor/ 40 tanaman) pada umur tanaman 52 hst dengan dua jenis artropoda musuh alami yang populasinya tinggi yaitu famili Formicidae dan Araneida. Pada kapas Kanesia 7 H' bervariasi 0,26-1,16, kelimpahan tertinggi (3,19 ekor/ 40 tanaman) pada umur tanaman 52 hst dengan 3 jenis artropoda musuh alami yang populasinya tinggi yaitu famili Formicidae, Chrysopidae, dan Araneida (Tabel 2).

Kapas Bollgard tidak berdampak terhadap keanekaragaman artropoda musuh alami. Kapas Bollgard tidak nyata pengaruhnya terhadap jumlah individu, total jumlah jenis, keanekaragaman, dan kelimpahan Artropoda musuh alami dibandingkan dengan kapas Deltapine 5690 dan Kanesia 7 (Tabel 3). Pada tiap jenis kapas dapat ditemukan jenis artropoda musuh alami (N_0) yang jumlahnya tidak berbeda nyata, yaitu 16,75, 19,00, dan 20,75 berturut-turut pada Bollgard, Deltapine 5690, dan Kanesia 7. Nilai H' , N_1 , jumlah jenis yang sangat melimpah (N_2), dan nilai kemerataan (E) tertinggi yaitu pada Kanesia (0,99; 2,71; 1,75; 0,43), diikuti kapas Bollgard (0,80; 2,23; 1,45; 0,37), dan yang terendah pada kapas Deltapine 5690 (0,78; 2,21; 1,43; 0,35). Semakin tinggi nilai H' , maka semakin beragam artropoda musuh alaminya dan tidak ada jenis yang mendominasi jenis-jenis lainnya. Nilai N_1 pada semua jenis kapas tidak berbeda nyata yaitu antara 1,72-3,43 ekor/ 40 tanaman. Nilai N_2 juga tidak berbeda nyata yaitu berkisar antara 1,72-3,43 ekor/ 40 tanaman, dari nilai N_2 tersebut dapat diketahui jumlah jenis yang sangat melimpah pada semua jenis kapas antara lain Formicidae, Araneidae, Chrysopidae, Coccinellidae, dan Oxyopidae. Nilai kemerataan pada masing-masing jenis kapas tidak berbeda yaitu antara

0,41-4,83. Hal ini menunjukkan bahwa proporsi jumlah jenis yang sangat melimpah dengan kelimpahannya pada masing-masing jenis kapas tidak seimbang atau disebabkan nilai N_2 lebih besar dibandingkan dengan N_1 . Semakin tinggi nilai E, maka semakin baik karena tidak ada jenis yang mendominasi. Nilai E berkisar antara 0-1, adanya nilai $E > 1$ terjadi pada tanaman berumur 26 hst dan 40 hst disebabkan oleh populasi Formicidae yang cukup tinggi, namun mangsanya belum banyak.

Tabel 2. Indeks diversitas dan kelimpahan jenis artropoda musuh alami pada pertanaman kapas Bollgard, Deltapine 5690, dan Kanesia 7

Umur tanaman (HST)	Indeks Diversitas dan Kelimpahan																	
	N_0		H'		N_1		N_2		E									
B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D							
26	2,50	3,25	2,50	1,75	2,75	1,75	0,51	0,89	0,26	1,72	2,69	1,35	3,00	3,00	3,00	2,12	2,25	4,83
40	15,50	14,75	16,75	5,00	5,00	4,50	1,19	1,02	1,06	3,43	2,86	3,09	3,66	2,67	3,49	1,00	1,08	1,07
54	62,67	58,33	39,67	6,67	6,33	7,67	0,79	1,07	1,15	2,38	2,97	3,18	1,81	2,27	2,63	0,51	0,63	0,76
68	61,00	90,25	90,50	6,50	5,50	7,00	0,75	0,40	0,69	2,16	1,52	2,09	1,58	1,22	1,55	0,48	0,42	0,48
82	104,75	122,75	144,75	7,00	7,25	9,50	0,64	0,55	0,64	1,97	1,77	1,91	1,44	1,34	1,42	0,48	0,42	0,46
96	126,00	145,00	218,00	6,75	8,50	8,50	0,56	0,61	0,79	1,77	1,86	2,27	1,32	1,37	1,85	0,43	0,42	0,59
110	182,25	187,25	330,00	7,25	7,25	8,25	0,54	0,44	0,72	1,71	1,56	2,16	1,28	1,22	1,61	0,40	0,38	0,47
124	85,50	111,75	131,25	6,00	8,00	9,00	0,79	0,84	1,06	2,38	2,43	2,93	1,78	1,79	1,93	0,51	0,52	0,49
138	147,00	138,25	152,25	5,25	6,75	8,25	0,57	0,57	0,83	1,85	1,81	2,40	1,55	1,36	1,65	0,54	0,41	0,44

Keterangan : HST : Hari setelah tanam

B : Bollgard

D : Deltapine 5690

K : Kanesia 7

n : Jumlah individu

N_0 : Jumlah jenis

N_1 : Jumlah kelimpahan jenis

N_2 : Jumlah jenis yang populasinya sangat melimpah

Tabel 3. Keanekaragaman dan kelimpahan jenis Artropoda pada pertanaman kapas Bollgard, Deltapine 5690, dan Kanesia 7 selama satu musim tanam

Indeks Keanekaragaman	Perlakuan		
	Bollgard	Deltapine 5690	Kanesia 7
n	777,50a	857,00a	1.116,00a
No	16,75a	19,00a	20,75a
H'	0,80a	0,78a	0,99a
N ₁	2,23a	2,21a	2,71a
N ₂	1,45a	1,43a	1,75a
E	0,37a	0,35a	0,43a

Harga rerata diikuti huruf sama pada tiap indeks keanekaragaman berarti tidak ada beda nyata pada taraf 5%

Stabilitas ekosistem dimiliki oleh ekosistem yang mempunyai keanekaragaman yang tinggi, walaupun hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor. Fluktuasi keanekaragaman yang terjadi pada ketiga pertanaman kapas menunjukkan kondisi ekosistem yang tidak stabil dan mengakibatkan tidak terjadinya pengendalian secara alami.

Jumlah populasi, jumlah jenis, keanekaragaman, dan kelimpahan artropoda musuh alami pada ketiga perlakuan cenderung meningkat dari waktu ke waktu mengikuti pertumbuhan tanaman dan keberadaan mangsanya. Perkembangan tanaman ini akan menyediakan ruang bagi musuh alami dan mangsanya untuk berkembang biak dan kemudian terjadilah interaksi antara keduanya.

KESIMPULAN

Kapas transgenik *Bt* Bollgard tidak nyata pengaruhnya terhadap keanekaragaman Artropoda musuh alami dibandingkan dengan kapas bukan transgenik Deltapine 5690 dan Kanesia 7.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih dan hormat kepada PT. Monagro Kimia yang telah memberikan bantuan biaya penelitian, Muhardo dan M. Salim atas kerjasama dan bantuannya dalam penelitian Analisis Risiko Lingkungan kapas transgenik.

DAFTAR PUSTAKA

- Borror, D. J. and R. E. White. 1970. *A Field Guide to the Insects*. Houghton Mifflin Company: Boston. 404p.
- Borror, D. J. and D. M. DeLong, 1974. *An Introduction to the Study of Insects*. 3rd edition. New York. 757p.
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn, and N. F. Johnson, 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Edisi keenam. Diterjemahkan dan disunting oleh S. Partosoedjono dan M. D. Brotowidjojo. Gadjahmada University Press. Yogyakarta. 1083p.
- Boucias. D. G. and J. C. Pendland. 1998. *Principles of Insect Pathology*. Kluwer Academic Publisher. London. 537p.
- Carrière. Y., T. J. Dennehy, B. Pedersen, S. Haller, C. Elles-Kirk, L. Antilla, Y. Liu, E. Willott, and B. E. Tabasnik. 2001. *Large-Scale Management of Insect Resistance to Transgenic Cotton in Arizona: Can Transgenic Insecticidal Crops be sustained?* J. Econ. Entomol. 94: 315-325.
- Cheng, J. 1995. *Arthropods Community Structures in Rice Ecosystem of China*. Workshop on Sustainable Insect Pest Management in Tropical Rice. Bogor 5-7 December 1995. 14p.
- Kalshoven, L. G. E. 1981. *The Pest of Crops in Indonesia*. Ichtiar Baru – Van Hoeve. Jakarta. 701p.
- Rissler, J. 1997. *Bt Corn-Another Magic Bullet?* available at : <http://www.ucsus.org/food/BT-97.html>.
- Speight. R. M., M. D. Hunter, and A. D. Watt. 1998. *Ecology of Insect. Concepts and Applications*. Blackwell Science Ltd. London. 349p.
- Subagja, J. 1996. *Prinsip Keanekaragaman Hayati dalam Ekosistem*. Proseding Makalah Utama Seminar Nasional Pengendalian Hayati. Pusat Studi Pengendalian hayati. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 29-38p.
- Subiyanto dan A. Sulthoni. 1992. *Kunci Determinasi Serangga*. Kanisius. Yogyakarta. 223p.
- Thalmann, P. and V. Küng. 2000. *Background Paper- Transgenic Cotton: Are There Benefits for Conservation?* Kueng-Biotech and Environment. Bern. 40p.