

TEKNOLOGI PENGENDALIAN HAMA BERBASIS EKOLOGI DALAM Mendukung PENGEMBANGAN KAPAS

Subiyakto

Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Jalan Raya Karangploso km 4, Kotak Pos 199 Malang 65152,
Telp. (0341) 491447, Faks. (0341) 485121, E-mail: balittas@litbang.deptan.go.id

Diajukan: 06 Desember 2010; Diterima: 17 Februari 2011

ABSTRAK

Biaya pengendalian hama pada usaha tani kapas tergolong tinggi, yaitu 41% dari biaya produksi, bahkan sebelumnya mencapai 75%. Tingginya biaya tersebut disebabkan pengendalian hama masih bertumpu pada insektisida kimia. Untuk mengurangi biaya pengendalian hama, upaya yang dapat dilakukan antara lain adalah menerapkan teknologi pengendalian berbasis ekologi, yang meliputi tumpang sari kapas dengan kedelai, perlakuan terhadap benih, budi daya tanpa olah tanah, pemanfaatan jerami padi sebagai mulsa, dan penggunaan pestisida nabati. Teknologi tersebut dapat mengurangi biaya pengendalian hama hingga 57%, meningkatkan hasil kapas 21% dan kedelai 31%, serta menaikkan pendapatan 57%. Pengembangan teknologi pengendalian hama berbasis ekologi untuk mendukung pengembangan kapas memerlukan arah dan strategi. Ke depan, pengembangan teknologi pengendalian hama berbasis ekologi hendaknya tidak sepenuhnya diserahkan kepada petani dan pengelola karena mereka memiliki berbagai keterbatasan. Oleh karena itu, pemerintah berperan sangat penting, terutama dalam sosialisasi dan bantuan teknis. Strategi yang paling efektif untuk mengimplementasikan paradigma pengendalian hama berbasis ekologi adalah melalui sekolah lapang yang didukung oleh pembinaan dan pendampingan teknologi.

Kata kunci: Kapas, pengendalian hama, pengendalian hama berbasis ekologi

ABSTRACT

Pest control technology based on ecology in supporting cotton development

The cost of pest control on cotton crops is high, achieving 41% of the production costs, even before reaching 75%. The high cost is because pest control on cotton still relies on the use of chemical insecticides. Effort to reduce the cost of pest control, among other, is by applying ecologically-based pest control technology. The components of this technology include intercropping cotton with soybean, seed treatment, no soil tillage, using rice straw as mulch, and applying botanical pesticides. Implementation of this technology reduced the cost of pest control by 57%, increased cotton yield by 21% and soybeans 31%, and improved income by 57%. Development of ecologically-based pest control technology to support cotton development needs a direction and strategy. In the future, development of ecologically-based pest control technology is not entirely left to the farmers and managers as they have various limitations. Therefore, the government had an important role, particularly in socialization and technical assistance. The most effective strategy to perform a new paradigm shift in ecologically-based pest control technology is through farmers' field schools supported by assistance.

Keywords: Cotton, pest control, ecologically-based pest control

Tanaman kapas (*Gossypium* sp.) termasuk keluarga Malvaceae, bangsa Malvales (Prentice 1972; Fryxell 1984). Di Indonesia, kapas mulai dibudidayakan secara intensif sejak kedatangan Belanda pada tahun 1596 (Lahiya 1984). Tanaman kapas menghasilkan serat untuk bahan baku tekstil dan produk tekstil serta bidang

kesehatan dan kecantikan. Oleh karena itu, kapas mempunyai peran penting dalam kehidupan dan peradaban manusia.

Pertambahan jumlah penduduk meningkatkan konsumsi serat (Asosiasi Pertekstilan Indonesia 2004). Pada tahun 2004, konsumsi serat mencapai 9,70 kg/kapita dan pada tahun 2010 diperkirakan

naik menjadi 11 kg/kapita. Kebutuhan serat kapas diperkirakan meningkat menjadi 688.000 ton pada tahun 2010 (Djamaludin 2007; Sagala 2007). Ironisnya, 99,50% kebutuhan serat kapas dalam negeri dipenuhi melalui impor (Ditjenbun 2008). Indonesia sebagai negara pengimpor tekstil dan produk

tekstil membutuhkan serat kapas rata-rata 554.000 ton setiap tahun (Rachman 2007).

Untuk mengurangi impor serat kapas, pemerintah melakukan berbagai upaya, antara lain introduksi varietas kapas, penerapan program Intensifikasi Kapas Rakyat (IKR) (Subiyakto 1988; 1989), pengendalian hama terpadu perkebunan rakyat (Subiyakto dan Soebandrijo 2000), pengembangan kapas *boll-gard* bekerja sama dengan swasta (Subiyakto dan Nurindah 2002), serta akselerasi kapas dan impor benih kapas hibrida (Hasnam *et al.* 2007; Balittas 2008). Namun, upaya tersebut belum memberikan hasil seperti yang diharapkan. Produktivitas kapas berbiji di tingkat petani belum dapat ditingkatkan, masih berkisar antara 400–600 kg/ha, jauh dari harapan yaitu 1.500 kg/ha. Pengalaman 30 tahun program IKR menunjukkan, upaya peningkatan produktivitas kapas tidak tercapai terutama karena sulitnya pengendalian hama. Rendahnya produktivitas juga disebabkan kapas dikembangkan di lahan marginal yang daya dukung lahannya kurang optimal. Pada tahun 2009, luas area tanam kapas hanya 12.500 ha, jauh di bawah rata-rata luas area tahun 1978–1983, yaitu 17.119 ha (Direktorat Budidaya Tanaman Semusim 2008).

Produktivitas kapas yang rendah menyebabkan pendapatan petani juga rendah dan tidak tertarik untuk menanam kapas. Salah satu cara menarik minat petani untuk mengembangkan kapas adalah dengan menurunkan biaya produksi, terutama melalui efisiensi pengendalian hama. Biaya pengendalian hama pada tanaman kapas tergolong tinggi, mencapai 41% dari biaya produksi (Basuki *et al.* 2002), bahkan sebelumnya sampai 75% (Wirjosoehardjo dan Tobing 1986). Tingginya biaya pengendalian hama karena tanaman kapas disukai oleh beragam jenis hama.

Ada 28 jenis serangga hama yang menyerang tanaman kapas (Subiyakto 1992; Subiyakto dan Nurindah 2000). Namun, hanya tiga jenis yang dominan, yaitu ulat buah *Helicoverpa armigera* (Hubner), wereng kapas *Amrasca bigutulla* (Ishida), dan penggerek merah jingga *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Kartono *et al.* 1982; Subiyakto 2006).

Wereng kapas menurunkan produksi hingga 65% (Subiyakto 1988; 1990a). Ulat merah jingga menyebabkan kerusakan 40–50% (Subiyakto 1990a; Soe-

bandrijo dan Subiyakto 1992; Subiyakto 1990b, 1994; Rizal dan Subiyakto 1998), dan ulat buah kapas menurunkan produksi 63% (Subiyakto dan Kartono 1986; Subiyakto 1990b). Secara keseluruhan, hama kapas menyebabkan penurunan produksi yang bervariasi, yaitu 63,40% (Kartono *et al.* 1982), 40–50% (Ditjenbun 1998), dan 65% (Subiyakto 2000).

Keberhasilan pengendalian hama memegang peran penting dalam pengembangan kapas. Oleh karena itu, tulisan ini mengulas teknologi pengendalian hama berbasis ekologi agar dapat diadopsi petani dalam mendukung pengembangan kapas.

PENGENDALIAN HAMA BERBASIS EKOLOGI PADA KAPAS TUMPANG SARI KEDELAI

Pengendalian hama berbasis ekologi tidak hanya terbatas sebagai teknologi, tetapi berkembang menjadi suatu konsep mengenai proses penyelesaian masalah ekologi (Kenmore 1996). Pemikiran pengendalian hama berbasis ekologi didorong oleh pengembangan dan penerapan pengendalian hama berdasarkan pengertian ekologi lokal (*in situ*) hama dan pemberdayaan petani. Pengendalian hama berbasis ekologi disesuaikan dengan masalah yang ada di setiap lokasi dan lebih menekankan pada pengelolaan proses dan mekanisme ekologi lokal daripada intervensi teknologi (Untung 2006; Laba 2009).

Pengendalian hama berbasis ekologi pada tanaman kapas meliputi penggunaan benih tanpa kabu-kabu, penanaman varietas toleran hama wereng kapas, penyemprotan insektisida berdasarkan ambang populasi, penggunaan sumber daya lokal, dan melibatkan petani secara langsung dalam sekolah lapang pengendalian hama terpadu (SL-PHT) (Soebandrijo 2000; Subiyakto dan Soebandrijo 2000; Rizal *et al.* 2002). Pada periode ini terjadi perubahan yang mendasar, yaitu pengembangan kapas secara tumpang sari dengan palawija.

Pada tahun 1983, petani telah melakukan penanaman kapas secara tumpang sari dengan palawija, antara lain dengan kedelai, kacang hijau, kacang tanah, dan jagung. Namun, pada saat itu belum diketahui pengaruh tumpang sari terhadap

populasi hama. Berdasarkan hasil penelitian, penanaman kapas secara tumpang sari dengan palawija memberikan pengaruh positif terhadap pengendalian hama (Subiyakto *et al.* 1987; 1988; 1990; Nurindah dan Subiyakto 1992; Subiyakto 2006).

Pengembangan kapas secara tumpang sari harus disesuaikan dengan pola tanam setempat (Kadarwati dan Rahmiana 2006). Di Lamongan, kapas umumnya ditumpangsarikan dengan kedelai, sedangkan di Sulawesi Selatan dan Jawa Tengah dengan tanaman jagung. Pengembangan kapas secara tumpang sari diarahkan pada lahan tadah hujan yang sebelumnya ditanami padi.

Pengendalian hama berbasis ekologi pada kapas tumpang sari kedelai didasarkan pada ekologi lokal hama dan pemberdayaan petani dalam mengelola agroekosistem. Tujuannya adalah agar dalam agroekosistem terjadi keselarasan antara tanah, hara, sinar matahari, kelembapan udara, dan organisme yang ada sehingga menghasilkan pertanian yang sehat dan hasil yang berkelanjutan (Altieri dan Altieri 2004; Nurindah *et al.* 2007; Subiyakto dan Indrayani 2008).

Penanaman kapas secara tumpang sari dengan kedelai akan menambah keragaman tanaman (Gambar 1). Kedelai sebagai tanaman tumpang sari dapat menarik musuh alami (predator dan parasitoid) hama kapas karena adanya nektar pada bunga (Nurindah dan Subiyakto 1992). Kedelai juga dapat menyuburkan tanah karena adanya bintil akar. Penanaman kapas secara tumpang sari dengan kedelai juga dapat mengurangi risiko gagal panen sehingga meningkatkan pendapatan petani (Subiyakto 2006). Pengendalian hama berbasis ekologi pada tanaman kapas tumpang sari kedelai meliputi beberapa komponen sebagai berikut.

Perlakuan Benih

Agar pengendalian hama berbasis ekologi optimal perlu didukung oleh pertumbuhan tanaman yang sehat. Selain dengan menerapkan teknologi budi daya yang tepat, untuk mendapatkan tanaman yang sehat maka benih harus diperlakukan dengan insektisida untuk mengantisipasi serangan wereng kapas (Subiyakto 1988; 1989).

Perlakuan terhadap benih sangat penting karena sampai saat ini belum tersedia



Gambar 1. Penanaman kapas secara tumpang sari dengan kedelai menambah keragaman tanaman (Foto: Subiyakto).

varietas kapas yang toleran terhadap wereng kapas. Varietas kapas yang ada, yaitu Kanesia 1 sampai 15 bersifat moderat tahan terhadap wereng kapas. Perlakuan benih menyebabkan tanaman kapas mengandung insektisida hingga umur 45 hari sehingga terlindung dari serangan wereng kapas (Subiyakto dan Kartono 1988). Keuntungan pengendalian hama dengan perlakuan benih antara lain adalah kompatibel dengan cara pengendalian yang lain, mudah dilaksanakan, dan relatif aman terhadap lingkungan (Subiyakto 1999).

Budi Daya Tanpa Olah Tanah

Pengembangan kapas di lahan sawah tadah hujan, seperti di Lamongan, Jawa Timur dan Blora, Jawa Tengah menerapkan budi daya tanpa olah tanah (Subiyakto *et al.* 2005a). Praktek seperti ini dapat mendorong perkembangan organisme tanah, seperti mikroarthropoda yang merupakan mangsa alternatif predator (Subiyakto *et al.* 2005b; Subiyakto dan Indrayani 2008). Pengolahan tanah secara intensif menurunkan populasi mikroarthropoda tanah (Hendrix *et al.* 1986; Rodrigues *et al.* 1997).

Penggunaan Mulsa Jerami Padi

Di lahan sawah tadah hujan, umumnya jerami padi belum dimanfaatkan secara

optimal. Jerami padi biasanya ditumpuk di tepi lahan, bahkan tidak sedikit yang dibakar (Gambar 2a). Pembakaran jerami padi dapat berpengaruh buruk terhadap keanekaragaman hayati dan menyebabkan biomassa jerami sebagai bahan organik hilang. Pemberian mulsa jerami padi dapat memperbaiki agroekosistem (Gambar 2b) karena menciptakan iklim mikro yang kondusif untuk perkembangan mikroarthropoda tanah dan pertumbuhan tanaman (Subiyakto *et al.* 2005c; Subiyakto dan Indrayani 2008).

Pemberian mulsa jerami padi akan menambah bahan organik ke dalam tanah dan sebagai pemicu utama berfungsinya suatu komponen penyusun habitat (Hattenschwiler *et al.* 2005; Subiyakto *et al.* 2005b). Tanah yang kaya bahan organik memiliki populasi predator dan serangga netral yang lebih tinggi di-

banding tanah yang miskin bahan organik. Pada tanah yang kaya bahan organik, populasi mangsa alternatif arthropoda predator (detritivor) lebih tinggi (Settle *et al.* 1996; Settle dan Whitten 2000; Subiyakto *et al.* 2006a; Subiyakto dan Indrayani 2008).

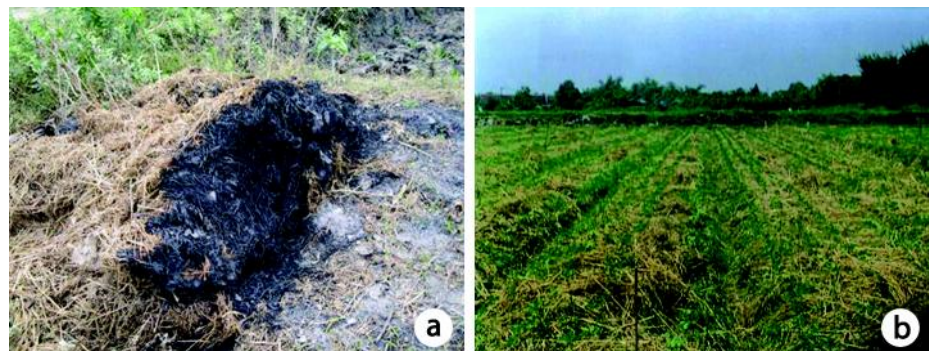
Penggunaan Pestisida Nabati

Krisis moneter pada tahun 1997/1998 menyebabkan harga pestisida kimia naik 2–3 kali lipat. Hal ini mendorong para peneliti untuk mencari pestisida alternatif yang relatif murah tetapi efektif mengendalikan hama dan aman bagi lingkungan (Subiyakto *et al.* 1999). Pestisida alternatif tersebut antara lain berasal dari ekstrak biji mimba.

Penggunaan pestisida nabati dapat mendukung konservasi musuh alami. Pada tanaman kapas, tindakan konservasi musuh alami untuk mengoptimalkan peran musuh alami mempunyai peluang keberhasilan yang tinggi. Keragaman jenis arthropoda pada pertanaman kapas tergolong tinggi, sekitar 301 jenis, terdiri atas 135 jenis hama, 90 jenis predator, 75 jenis parasitoid, dan satu jenis hiperparasitoid (Michel 2001). Komposisi hama sebenarnya lebih rendah, yaitu 45%, sedangkan predator dan parasitoid lebih besar, mencapai 65%.

DAMPAK PENERAPAN PENGENDALIAN HAMA BERBASIS EKOLOGI

Penerapan teknologi pengendalian hama berbasis ekologi pada kapas tumpang sari kedelai mendorong keterpaduan



Gambar 2. Jerami padi yang dibakar (a), dan jerami padi sebagai mulsa (b) (Foto: Subiyakto).

pola pengendalian serangga hama dan budi daya tanaman. Keterpaduan kedua pola tersebut dapat meningkatkan pendapatan petani melalui efisiensi penggunaan insektisida dan peningkatan hasil kapas dan kedelai. Pengendalian hama berbasis ekologi, secara langsung maupun tidak langsung mendukung pengembangan kapas di Indonesia. Keuntungan penerapan teknologi pengendalian hama berbasis ekologi pada kapas tumpang sari kedelai diuraikan berikut ini.

Arthropoda Predator dan Mangsa Alternatif Datang Lebih Awal

Pengendalian hama berbasis ekologi pada kapas tumpang sari dengan kedelai memacu keberadaan arthropoda predator serta mangsa alternatif (mikroarthropoda tanah) datang lebih awal dibanding serangga hama. Hal ini akan memberi peluang bagi arthropoda predator untuk berperan sebagai pengendali hayati untuk menekan populasi hama.

Mahrub (1999) dan Subiyakto (2006) melaporkan bahwa apabila di lapang tidak dijumpai serangga hama, predator akan memangsa serangga netral seperti mikroarthropoda tanah. Populasi mikroarthropoda tanah dipengaruhi oleh perkembangan fenologi tanaman kapas (Subiyakto *et al.* 2005c) dan kelembapan tanah (Borror *et al.* 1996). Fluktuasi populasi mikroarthropoda tanah stabil sepanjang musim karena mikroarthropoda tanah kurang peka terhadap perubahan habitat (Winasa 2001; Subiyakto *et al.* 2005a).

Meningkatkan Pemangsaan Predator

Pengendalian hama berbasis ekologi pada kapas tumpang sari kedelai meningkatkan tingkat pemangsaan predator. Uji pemangsaan ulat pada kanopi tanaman kapas menunjukkan ulat dimangsa oleh kompleks predator rata-rata 74,60% pada PHT, sedangkan pada praktek petani 60,79%. Pada uji pemangsaan di permukaan tanah, ulat dimangsa oleh kompleks predator rata-rata 78,17% pada lahan PHT dan 72,61% pada lahan petani. Predator permukaan tanah yang memangsa ulat antara lain adalah semut, cecopet, dan laba-laba (Brust *et al.* 1986; Subiyakto *et al.* 2006b).

Menurunkan Penggunaan Insektisida

Penerapan pengendalian hama berbasis ekologi pada kapas tumpang sari kedelai mengurangi penggunaan insektisida hingga 57%. Pengendalian hama berbasis ekologi hanya memerlukan dua kali penyemprotan insektisida (0,75 l/ha), sedangkan pada praktek petani empat kali (1,75 l/ha). Rendahnya frekuensi penyemprotan pada pengendalian hama berbasis ekologi disebabkan oleh faktor biotik, yaitu berperannya musuh alami, dan faktor abiotik seperti curah hujan dalam menekan populasi hama (Nurindah *et al.* 2006; Subiyakto 2006).

Meningkatkan Pendapatan Petani

Penerapan teknologi pengendalian hama berbasis ekologi kapas tumpang sari kedelai meningkatkan hasil kapas 21%, dari 1.056 kg/ha menjadi 1.284 kg/ha, dan kedelai 31%, dari 636 kg/ha menjadi 836 kg/ha. Pendapatan meningkat 57% dari Rp2,46 juta menjadi Rp3,28 juta (Subiyakto *et al.* 2006c).

PELUANG PENERAPAN PENGENDALIAN HAMA BERBASIS EKOLOGI

Suatu teknologi akan diadopsi petani jika teknologi tersebut secara ekonomis menguntungkan petani, secara teknis mudah diterapkan, dan secara ekologis aman bagi lingkungan. Teknologi pengendalian hama berbasis ekologi terbukti meningkatkan pendapatan petani, secara teknis mudah diterapkan, dan secara ekologis relatif aman karena lebih menekankan pada rekayasa budi daya dan penggunaan pestisida nabati.

Komponen teknologi pengendalian hama berbasis ekologi pada kapas tumpang sari kedelai sebagian besar sudah diadopsi petani, terutama petani di lahan sawah tadah hujan di Kabupaten Lamongan dan Blora. Di dua daerah terjadi, setiap tahun luas tanamnya bervariasi, masing-masing berkisar antara 700–1.200 ha dan 300–600 ha. Perubahan luas area tanam terjadi karena budi daya kapas sangat berisiko terhadap kekeringan dan serangan hama. Komponen budi daya tanpa olah tanah dan penggunaan mulsa jerami padi sudah

diadopsi petani sepenuhnya, sedangkan perlakuan benih dan penggunaan pestisida nabati belum sepenuhnya diadopsi petani. Oleh karena itu, sangat diperlukan percepatan alih teknologi perlakuan terhadap benih dan penggunaan pestisida nabati.

Area pengembangan kapas dengan teknologi pengendalian hama berbasis ekologi di Kabupaten Lamongan dan Blora belum luas karena lahan sawah tadah hujan yang ditanami kapas berkisar antara 1.500–1.800 ha. Namun, pengembangan kapas di dua kabupaten tersebut dapat menjadi model pengembangan kapas pada lahan sawah tadah hujan di daerah lainnya.

Potensi lahan sawah tadah hujan yang tergolong sangat sesuai untuk ditanami kapas mencapai 206.000 ha (Kadarwati dan Rahmianna 2006). Area tersebut tersebar di Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, dan Nusa Tenggara Barat. Dengan demikian, peluang pengembangan kapas ke lahan sawah tadah hujan dengan sistem tumpang sari dengan kedelai masih sangat terbuka.

KESIMPULAN

Pengendalian hama berbasis ekologi pada kapas dapat dilakukan dengan sistem tumpang sari kapas dengan kedelai, perlakuan benih dengan insektisida, budi daya tanpa olah tanah, penggunaan jerami padi sebagai mulsa, dan penggunaan pestisida nabati. Teknologi pengendalian hama berbasis ekologi pada kapas tumpang sari kedelai telah diadopsi petani, terutama di lahan sawah tadah hujan di Kabupaten Lamongan dan Blora. Pengembangan kapas di kabupaten tersebut dapat menjadi model pengembangan kapas di lahan sawah tadah hujan di daerah lain. Saat ini, potensi lahan sawah tadah hujan di Indonesia yang tergolong sangat sesuai bagi kapas mencapai 206.000 ha.

Teknologi pengendalian hama berbasis ekologi untuk mendukung pengembangan kapas tidak dapat diserahkan kepada petani dan pengelola karena mereka memiliki berbagai keterbatasan. Oleh karena itu, pemerintah berperan sangat penting, terutama dalam proses sosialisasi dan bantuan teknis. Untuk melakukan perubahan paradigma baru pendekatan yang paling efektif adalah melalui sekolah lapang yang didukung oleh pembinaan dan pendampingan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Altieri, N. and M.A. Altieri. 2004. Agroecological bases of ecological engineering for pest management. p. 32–54. In G.M. Gurr, S.D. Wratten, and M.A. Altieri (Eds.). *Ecological Engineering for Pest Management*. Comstock Publ. Associates, New York.
- Asosiasi Perlembagaan Indonesia. 2004. Situasi industri tekstil saat ini dan perkiraan lima tahun mendatang. hlm. 1–5. *Dalam* Soebandrijo, Subiyakto, A.A.A. Gothama, dan Mukani (Ed.). *Prosiding Lokakarya Pengembangan Kapas dalam Rangka Otoda*, Malang, 15 Oktober 2002. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor.
- Balittas (Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat). 2008. Kapas hibrida HSD 51, HSC 138, dan HSC 188: Alternatif varietas unggul mendukung pengembangan kapas nasional. Balittas, Malang. 4 hlm.
- Basuki, T., S. Bambang, dan S.A. Wahyuni. 2002. Sistem usaha tani kapas di Indonesia. *Dalam* Kapas, Buku 1. Monograf Balittas No. 7: hlm. 55–76. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.
- Borror, D.J., C.A. Triplehora, dan N.F. Johnson. 1996. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Edisi ke-6. Penerjemah P. Partosoedjono. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 1083 hlm.
- Brust, G.E., B.R. Stinner, and D.A. McCartney. 1986. Predator activity and predation in corn agroecosystems. *Environ. Entomol.* 15: 1017–1021.
- Direktorat Budidaya Tanaman Semusim. 2008. Rumusan Hasil Pertemuan Evaluasi Pelaksanaan Program Akselerasi Pengembangan Kapas Tahun 2008, Yogyakarta 23–24 Oktober 2008. Direktorat Budidaya Tanaman Semusim, Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta. 8 hlm.
- Ditjenbun (Direktorat Jenderal Perkebunan). 1998. Peluang dan program pengembangan kapas di Indonesia. hlm. 56–73. *Prosiding Diskusi Kapas Nasional*, Jakarta, 26 November 1996. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Ditjenbun (Direktorat Jenderal Perkebunan). 2008. Pembahasan harga kapas berbiji dan rayonisasi pengelolaan kapas tahun 2008. Ditjenbun, Jakarta. 8 hlm.
- Djamaludin, J.C. 2007. Dampak strategis industri TPT nasional menanggapi pencabutan subsidi ekspor kapas negara maju. hlm. 24–32. *Prosiding Lokakarya Nasional Kapas dan Rami*, Surabaya, 15 Maret 2006. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.
- Fryxell, P.A. 1984. Taxonomy and germplasm resources. p. 27–56. In R.J. Kohel and C.F. Lewis (Eds.). *Cotton*. ASA, SCAA, SSSA Inc. Publ., Madison, Winconsin, USA.
- Hasnam, E. Sulistyowati, Nurheru, Sudjindro, dan Rr. S. Hartati. 2007. Peran teknologi dan kelembagaan dalam pengembangan kapas dan rami. hlm. 40–56. *Prosiding Lokakarya Nasional Kapas dan Rami*, Surabaya, 15 Maret 2006. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.
- Hattenschwiler, S., A.V. Tiunov, and S. Scheu. 2005. Biodiversity and litter decomposition in terrestrial ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Evo. Syst.* 36: 191–218.
- Hendrix, P.F., R.W. Parmelee, D.A. Crossley Jr, D.C. Coleman, E.P. Odum, and P.M. Groffman. 1986. Detritus food webs in conventional and no-tillage agroecosystems. *Bio-Science* 36(6): 374–380.
- Kadarwati, F.T. dan A.A. Rahmianna. 2006. Kompatibilitas palawija dengan kapas di lahan tadah hujan. hlm. 1–14. *Lokakarya Revitalisasi Agribisnis Kapas Diintegrasikan dengan Palawija di Lahan Sawah Tadah Hujan*, Lamongan, 8 September 2005. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.
- Kartono, G., A. Sastrosupadi, M. Sahid, Sudjindro, Endarwati, Darmono, Basuki, T., S.A. Wahyuni, Machfudz, dan Soebandrijo. 1982. Status penelitian kapas di Indonesia. *Balai Penelitian Tanaman Industri*, Malang. 113 hlm.
- Kenmore, P.E. 1996. *Integrated Pest Management in Rice*. CAB International, Cambridge. 576 pp.
- Laba, I.W. 2009. Analisis Empiris Penggunaan Insektisida Menuju Pertanian Berkelanjutan. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Bidang Hama Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. 74 hlm.
- Lahiya, A.A. 1984. *Tanaman Kapas (Sejarah Pengembangan dan Pembudidayaannya) di Indonesia*. Bandung. 69 hlm.
- Mahrub, E. 1999. Struktur komunitas arthropoda pada ekosistem padi tanpa perlakuan pestisida. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 4(1): 19–27.
- Michel, B. 2001. Survey of arthropod biodiversity of cotton fields in South-East Asia. p. 119–132. *Proceeding of the Second South-East Asian Cotton Research Consortium Meeting*, Hochiminh City, Vietnam, 20–22 November 2001.
- Nurindah dan Subiyakto. 1992. Pengaruh tumpang sari kapas dengan palawija terhadap populasi predator serangga hama kapas. hlm. 34–40. *Prosiding Diskusi Panel Budi Daya Kapas + Kedelai*, 10 Desember 1992. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.
- Nurindah, D.H. Parmono, dan Sujak. 2006. Faktor mortalitas biotik *Helicoverpa armigera* (Hubner) pada kapas tumpang sari kedelai. hlm. 118–124. *Prosiding Lokakarya Revitalisasi Agribisnis Kapas Diintegrasikan dengan Palawija di Lahan Sawah Tadah Hujan*, Lamongan, 8 September 2005. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.
- Nurindah, T. Basuki, dan M. Sahid. 2007. Penerapan sistem budi daya terpadu dalam pengembangan kapas. hlm. 127–133. *Prosiding Lokakarya Nasional Kapas dan Rami*, Surabaya, 15 Maret 2006. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.
- Prentice, A.N. 1972. *Cotton with Special Reference to Africa*. First Ed. Longman Group Ltd., London. 281 pp.
- Rachman, A.H. 2007. Strategi revitalisasi pengembangan kapas dan rami. hlm. 33–39. *Prosiding Lokakarya Nasional Kapas dan Rami*, Surabaya, 15 Maret 2006. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.
- Rizal, M. dan Subiyakto. 1998. Dinamika populasi ulat buah merah kapas di Asembagus, Jawa Timur. hlm. 67–82. *Prosiding Seminar Nasional PEI dan PHT*. Departemen Pertanian, Bogor.
- Rizal, M., S. Hadiyani, S.A. Wahyuni, B. Sulistiono, dan Soebandrijo. 2002. Pengendalian hama terpadu pada tanaman kapas. *Dalam* Kapas, Buku 2. Monograf Balittas No. 7: 159–172. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.
- Rodrigues, G.S., M.A.V. Ligo, and J.L. de C. Mineiro. 1997. Organic matter decomposition and microarthropod community structure in corn fields under low input and intensive management in Guaira (SP). *Sci. Agric.* 54: 1–2.
- Sagala, A. 2007. Kebijakan sektor industri TPT dalam mendukung pengembangan kapas dan rami pascapencabutan subsidi ekspor negara maju. hlm. 20–23. *Prosiding Lokakarya Nasional Kapas dan Rami*, Surabaya 15 Maret 2006. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.
- Settle, W.H., H. Ariawan, E.T. Astuti, W. Cahyono, A.L. Hikam, D. Hidayana, A.S. Lestari, and Pajarningsih. 1996. Managing tropical rice pest through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *Ecology* 77(7): 1975–1988.
- Settle, W.H. and M.J. Whitten. 2000. The role of small scale farmers in strengthening linkages between biodiversity and sustainable agriculture. p. XLI–XLIX. *In* Abstract, Book I. XXI International Congress of Entomology, Brazil, 20–26 August 2000.
- Soebandrijo dan Subiyakto. 1992. Usaha pencegahan serangan penggerek buah merah jingga kapas *Pectinophora gossypiella*. hlm. 122–127. *Prosiding Diskusi Panel Budi Daya Kapas + Kedelai*, 10 Desember 1992. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang.
- Soebandrijo. 2000. Penerapan teknologi pengendalian hama terpadu pada tanaman kapas. *Buletin Kehutanan dan Perkebunan* 1(2): 35–52.

- Subiyakto dan G. Kartono. 1986. Beberapa aspek biologi ulat buah kapas *Helicoverpa armigera* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). hlm. 78–85. Prosiding Temu Ilmiah Entomologi Perkebunan Indonesia, Medan, 22–24 April 1986.
- Subiyakto, Soebandrijo, dan O.S. Bindra. 1987. Pengaruh tumpang sari kapas-palawija terhadap populasi serangga hama kapas. Seminar on Integrated Cotton Pest Control, Malang, 29–30 Oktober 1987. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang. 9 hlm.
- Subiyakto. 1988. Upaya pengendalian serangga hama kapas secara terpadu. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian VII(4): 109–115.
- Subiyakto dan G. Kartono. 1988. Prospek penggunaan insektisida benih dan tanah sebagai komponen pengendalian serangga hama pengisap pada tanaman kapas. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian VII(2): 43–50.
- Subiyakto, Soebandrijo, dan O.S. Bindra. 1988. Pengendalian serangga hama kapas secara budi daya. Makalah disampaikan pada Lokakarya Penelitian Pengendalian Serangga Hama Kapas secara Terpadu, Malang, 10–11 Agustus 1988. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat, Malang. 11 hlm.
- Subiyakto. 1989. Upaya meningkatkan produktivitas lahan kapas rakyat. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian VIII(2): 40–45.
- Subiyakto. 1990a. Pemanduan hama wereng dan ulat buah kapas. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian IX(1): 1–5.
- Subiyakto. 1990b. Ulat ungu kapas dan strategi pengendaliannya. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian IX(2): 29–31.
- Subiyakto, Soebandrijo, dan M. Sahid. 1990. Pengaruh tumpang sari kapas dengan jagung terhadap pengendalian ulat *Helicoverpa armigera* (Hubner) pada kapas. Pemberitaan Penelitian Tanaman Industri XV(2): 17–25.
- Subiyakto. 1992. Pengendalian Serangga Hama dan Penyakit Kapas. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 76 hlm.
- Subiyakto. 1994. Pengendalian ulat merah jingga kapas *Pectinophora gossypiella* (Saunders) dengan *gossyplure* sebagai *mating disruption*. Makalah Seminar Sehari Sumbangan Entomologi dalam Bidang Pertanian dan Kesehatan, Lembang, 3 Agustus 1994. PEI Cabang Bandung. 11 hlm.
- Subiyakto, G. Dalmadiyo, Supriyono, dan H.P. Diwang. 1999. Pemanfaatan mimba sebagai alternatif pengendalian serangga hama kapas. Warta Penelitian Tanaman Industri IV(4): 2.
- Subiyakto. 1999. Statistika demografi untuk evaluasi ketahanan tanaman terhadap serangga hama. hlm. 419–428. Prosiding Simposium III Hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan, Bogor, 1–2 Desember 1999. Penerapan IPTEK untuk Meningkatkan Daya Saing Industri Perkebunan Menghadapi Millenium III. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan dan APPI, Bogor.
- Subiyakto. 2000. Pemanfaatan insektisida nabati serbuk biji mimba untuk pengendalian pengerek buah kapas *Helicoverpa armigera* (Hubner). Makalah disampaikan pada Workshop Nasional Pengendalian Hayati OPT Tanaman Perkebunan, Bogor, 15–17 Februari 2000. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta. 12 hlm.
- Subiyakto dan Nurindah. 2000. Organisme pengganggu tanaman kapas dan musuh alami serangga hama kapas. Proyek Penelitian PHT Tanaman Perkebunan (IPM-SECP). ADB. 52 hlm.
- Subiyakto and Soebandrijo. 2000. Consultant Report. Integrated Pest Management for Smallholder Estate Crops Project (IPM-SECP). ADB Loan No.1469-INO. 12 pp.
- Subiyakto dan Nurindah. 2002. Tinjauan multi-aspek pengembangan kapas transgenik di Sulawesi Selatan. Makalah Roundtable Discussion di PK-PHT, Institut Pertanian Bogor, 3 Oktober 2002. 8 hlm.
- Subiyakto, S. Rasminah, G. Mudjiono, dan Syekhfani. 2005a. Pengaruh bobot mulsa jerami padi terhadap populasi serangga hama dan hasil kapas. hlm. 110–117. Prosiding Lokakarya Revitalisasi Agribisnis Kapas Diintegrasikan dengan Palawija di Lahan Sawah Tadah Hujan, Lamongan, 8 September 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor.
- Subiyakto, S. Rasminah, G. Mudjiono, and Syekhfani. 2005b. Effect of straw mulching weight on the abundance of predation arthropods on soil surface in cotton intercropped with soybean. The First International Conference on Crop Security, Brawijaya University, Malang, 20–22 September 2005. 10 pp.
- Subiyakto, S. Rasminah, G. Mudjiono, dan Syekhfani. 2005c. Pengaruh bobot mulsa jerami padi terhadap kelimpahan mikroarthropoda tanah pada tumpang sari kapas dan kedelai. hlm. 314–323. Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Biologi XIII dalam rangka Lustrum X Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, 16–17 September 2005.
- Subiyakto. 2006. Peranan Mulsa Jerami Padi terhadap Keanekaragaman Arthropoda Predator dan Manfaatnya dalam Pengendalian Serangga Hama Kapas pada Kapas Tumpang Sari Kedelai. Disertasi Program Pascasarjana Universitas Brawijaya, Malang. 157 hlm.
- Subiyakto, S. Rasminah, G. Mudjiono, dan Syekhfani. 2006a. Peranan mulsa jerami padi dalam pengendalian serangga hama kapas pada tumpang sari kapas dan kedelai. Jurnal Ilmiah Agrivita 28(1): 15–25.
- Subiyakto, S. Rasminah, G. Mudjiono, dan Syekhfani. 2006b. Tekanan pemangsaan kompleks predator terhadap ulat buah pada tumpang sari kapas dan kedelai tanpa dan dengan mulsa jerami padi. Jurnal Ilmiah Habitat XVII(1): 72–82.
- Subiyakto, Dwi Adi Sunarto, Dwi Winarno, dan IG A.A. Indrayani. 2006c. Peranan pengendalian hama terpadu untuk meningkatkan pendapatan petani. Makalah disampaikan dalam Seminar Hasil Penelitian Balittas Malang Tahun 2006. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat. 16 hlm.
- Subiyakto dan I G.A.A. Indrayani. 2008. Pengendalian serangga hama kapas menggunakan mulsa jerami padi. Perspektif 7(2): 55–64.
- Untung, K. 2006. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Edisi-2. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 348 hlm.
- Winasa, I.W. 2001. Arthropoda Predator Penghuni Permukaan Tanah di Pertanaman Kedelai: Kelimpahan, pemangsaan, dan pengaruh praktek budi daya pertanian. Disertasi, Institut Pertanian Bogor. 114 hlm.
- Wirjosoehardjo, S. and H.L. Tobing. 1986. Cotton pest control policy in IKR programme. International Workshop on Cotton Production and Protection, Malang, 13–17 May 1986. 11 pp.