

MANAJEMEN AGROEKOSISTEM UNTUK PENGENDALIAN HAMA YANG BERKELANJUTAN



SHAHABU DDIN
MOHAMMAD YUNUS
ALAM ANSHARY
HASRIYANTY
USMANMADE

MANAJEMEN AGROEKOSISTEM UNTUK PENGENDALIAN HAMA YANG BERKELANJUTAN



SHAHABUDDIN
MOHAMMAD YUNUS
ALAM ANSHARY
HASRIYANTY
USMAN MADE

TADULAKO PUBLISHING

ISBN:9786021900703



@ 2022 by Shahabuddin dkk.

Perpustakaan Nasional RI: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

**MANAJEMEN AGROEKOSISTEM UNTUK PENGENDALIAN HAMA
YANG BERKELANJUTAN**

Penyusun; Shahabuddin, Mohammad Yunus, Alam Anshary,
Hasriyanty, Usman Made
Desain Sampul; Rusli

Diterbitkan pertama kali oleh Tadulako Publishing.

Cetakan pertama, Oktober 2022

viii+ 120

14,8x 21 cm

Cetakan Pertama: Oktober 2022

Tadulako Publishing

- BTN Universitas Tadulako Blok A5 No. 12, Sulawesi Tengah 94118
 - Jln. Monjali No. 65 F, Yogyakarta
- Email: tadulako.pub@yahoo.co.id, HP. 081326145177



**UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 19 TAHUN 2002
TENTANG HAK CIPTA**

**PASAL 72
KETENTUAN PIDANA SA
NKSI PELANGGARAN**

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu Ciptaan atau memberikan izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyerahkan, menyebarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

KATAPENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa mencurahkan rahmat dan petunjuk-Nya, sehingga pembuatan buku referensi ini dapat terwujud. Pengetahuan tentang manajemen agroekosistem sebagai salah satu strategi dalam pengendalian hama sangat penting untuk mendukung program Pengendalian Hama Terpadu dan Sistem Budidaya Pertanian Berkelanjutan sesuai dengan UU No.22 tahun 2019.

Buku ini secara umum membahas peran keanekaragaman hayati dalam agroekosistem, manajemen agroekosistem untuk pengendalian hama, dan strategi menuju agroekosistem yang sehat. Penyusunan buku mengacu pada *textbook*, artikel, dan hasil-hasil penelitian termasuk penelitian penulis yang dibiayai oleh Kemenristek Dikti dan DIPA Universitas Tadulako.

Penulis berharap buku referensi ini dapat memberikan model pengelolaan agroekosistem yang mampu meminimalkan serangan hama sekaligus menjadi salah satu rujukan mata kuliah terkait khususnya Pengendalian Terpadu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki kekurangan sehingga saran dan kritik dari teman sejawat, para ahli serta pihak lain sangat

diharapkan untuk perbaikan buku ini di masa yang akan datang.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada kolega dosen di Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, serta kepada semua pihak yang mendorong dan membantu dalam penulisan buku ini. Semoga buku ini bermanfaat bagi pembaca dan dicatat sebagai amal ibadah di sisi Allah SWT. Amiin.

Palu, Oktober 2022

Prof. Dr. Shahabuddin, M.Si.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Peningkatan Sistem Monokultur	1
1.2. Peningkatan Kompleksitas Permasalahan Hama	6
BAB 2. KEANEKARAGAMAN HAYATI DALAM AGROEKOSISTEM	10
2.1. Keanekaragaman Hayati dan Perannya dalam Agroekosistem	10
2.2. Hubungan Keanekaragaman Tumbuhan dan Serangan hama	13
2.3. Keanekaragaman Hayati dan Pengendalian Hama Terpadu	19
BAB 3. MANAJEMEN AGROEKOSISTEM UNTUK PENGENDALIAN HAMA	23
3.1. Manajemen Lahan Pertanian (<i>On Farm Management</i>)	23
3.2. Manajemen Lanskap Pertanian (<i>Landscape Management</i>).	67
3.3. Contoh Sukses Manajemen Agroekosistem	71
BAB 4. MENUJU AGROEKOSISTEM YANG SEHAT	97
4.1. Intensifikasi Pertanian VS Intensifikasi Ekologis	97
4.2. Desain Agroekosistem Yang Sehat	99
BABS.PENUTUP	104
DAFTAR PUSTAKA	110
INDEKS	120

BAB1

PENDAHULUAN

1.1. Peningkatan Sistem Monokultur

Dalam beberapa dekade terakhir sistem monokultur telah meningkat secara dramatis di seluruh dunia, terutama melalui perluasan lahan yang dikhususkan menanam satu spesies tanaman pada areal yang sama dari tahun ke tahun. Data yang tersedia menunjukkan bahwa keanekaragaman tanaman per unit lahan telah menurun dan bahwa lahan pertanian telah menunjukkan kecenderungan terkonsentrasi ke jenis tanaman tertentu.

Pada awal abad 21, dari 1,5 milyar ha lahan pertanian 91 % diantaranya adalah sistem monokultur yang dialokasikan untuk jagung, kedelai, padi, gandum dan yang lainnya (Altieri, 2009). Sementara itu di Indonesia terdapat sekitar 64 juta ha lahan pertanian yang terdiri atas 8,3 juta ha tanaman padi, 30 juta ha tanaman semusim dan padang rumput, dan 25,5 jt ha tanaman tahunan (Agus & Manikmas 2007). Luas lahan sawah akan terus meningkat. BPS (2008) menyebutkan bahwa hingga tahun 2025 dibutuhkan penambahan baku sawah seluas 2,66 juta Hektar. Sehingga untuk mencapai angka luasan tersebut,

mulai tahun 2013 dibutuhkan perluasan sawah seluas 205.000 Ha/tahun.

Proses penyederhanaan lingkungan menjadi pertanian monokultur telah menyebabkan terjadinya erosi keanekaragaman hayati. Sebanyak 75% keanekaragaman pangan telah hilang sejak tahun 1900, termasuk di dalamnya adalah sebagian besar varietas lokal sehingga pertanian skala besar menjadi lebih seragam. Dalam waktu 80 tahun (1903-1983) terjadi kehilangan varietas kubis dari 544 menjadi 28, selada dari 497 menjadi 36, tomat dari 408 menjadi 79, dan jagung dari 307 menjadi 12 varietas (NGI, 2016). Di Bangladesh promosi beras hasil revolusi hijau menyebabkan kehilangan 7000 varietas padi. Filipina sebagai salah satu produsen beras berproduksi tinggi sudah menggantikan lebih dari 300 varietas padi (Altieri & Nichols 2004). Di Indonesia bahkan terjadi penyusutan yang sangat besar terhadap sumberdaya genetik berupa penyusutan 1500 kultivar padi lokal akibat pemanfaatan teknologi monokultur dengan menggalakkan padi Pelita Baru sejak tahun 1978 (Tobing, 2009). Hal ini terjadi karena kebijakan intensifikasi pertanian menggunakan satu macam kultivar unggul secara nasional, menggiring petani menggunakan hanya satu kultivar tersebut dan mengabaikan

kultivar lokal sehingga kultivar yang telah teradaptasi lama itu tersisihkan dan akhirnya hilang.

Secara ekonomi monokultur untuk sementara waktu mungkin menguntungkan bagi para pelaku di bidang pertanian maupun perkebunan, tetapi dalam jangka waktu panjang tidak demikian adanya. Malahan, penyempitan keragaman tanaman secara drastis mengakibatkan produksi makanan di dunia akan semakin memburuk (Altieri & Nicholls, 2004).

Selain penyederhanaan jenis tanaman, sistem monokultur juga dicirikan oleh tingginya penggunaan pupuk dan pestisida kimia yang sesungguhnya merupakan konsekuensi dari sistem monokultur tersebut. Di Indonesia, jumlah pestisida kimia yang terdaftar terus meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2006 jumlahnya mencapai 1500 dan meningkat lebih dua kali lipat menjadi 3207 pada tahun 2016 dengan 328 jenis bahan aktif yang didaftarkan oleh 343 perusahaan pestisida (Direktorat Pupuk dan Pestisida 2006, 2016). Tidak mengherankan jika jenis pestisida kimia yang beredar terus meningkat karena keuntungan dari bisnis besar pestisida kimia ini sangat menggiurkan. Pada tahun 2005, para petani di wilayah Asia (yang merupakan 43 % dari total pengguna pestisida kimia dunia) diperkirakan menggunakan 500,000 ton senyawa aktif pestisida kimia/tahun dengan nilai transaksi

sekitar US\$8.3 miliar (Whittle, 2010). Di Indonesia penggunaan pestisida kimia terus meningkat dari 10.000 ton pada tahun 1972 menjadi 70.000 ton tahun 1994 (Mangoendihardjo, 2007). Diperkirakan nilai transaksinya sekitar \$654 juta atau Rp. 6 trilyun per tahun yang mencakup 350 merek fungisida, 600 merek herbisida dan 800 merek insektisida. Hal ini belum termasuk transaksi jenis pestisida ilegal yang jumlahnya sekitar 10– 12 % dari total pestisida kimia yang beredar di Indonesia (Jakarta Globe, 2016). Tingkat penggunaan pestisida kimia yang tinggi oleh petani hampir merata di seluruh wilayah Indonesia termasuk di Sulawesi Tengah (BPTP Sulteng 2009). Tidak heran jika Prof. Bosch dari University of California (1980) mengemukakan adanya ***konspirasi pestisida*** dalam skala global dibalik peningkatan penggunaan pestisida kimia di bidang pertanian.

Dengan kuatnya tekanan jaringan bisnis pestisida kimia dan kurangnya pengetahuan petani tentang sistem pertanian yang baik menyebabkan tingginya ketergantungan petani terhadap pestisida kimia. Akibatnya petani mengalami *pesticide treadmill* atau *pesticide trap*, situasi dimana petani sudah mengharuskan dirinya untuk terus menggunakan pestisida kimia secara terjadwal walaupun tidak diperlukan karena dianggap sebagai bagian yang tak terpisahkan dari

usaha budidaya tanaman itu sendiri (lihat Wilson dan Tisdell 2010).

Kita perlu belajar dari sejarah kita sendiri. Dunia semakin sadar akan bahaya atau dampak negatif penggunaan pestisida kimia ketika buku "*Silent Spring*" karya Carson (1962) terbit yang juga melatari lahirnya Badan Perlindungan Lingkungan (EPA, Environmental Protection Agency) di AS. Namun sayangnya pada tahun 1960-an petani di Indonesia diperkenalkan bahkan diwajibkan menggunakan pestisida kimia melalui program Bimbingan Massal (SIMAS) dan Intensifikasi Massal (INMAS) untuk mencapai target swasembada beras. Hasilnya secara jangka pendek memang mampu mendongkrak produksi pertanian tetapi penggunaan pestisida kimia secara tidak terkontrol ini menjadi pemicu utama lahirnya masalah baru yaitu ledakan hama wereng coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) yang menyerang sekitar 50.000 ha. tanaman padi pada awal tahun 1970-an (Seetle dkk. 1996, Mangoendihardjo 2007). Dari pengalaman tersebut pemerintah baru bergerak untuk merintis model pengendalian hama yang tidak tergantung secara mutlak pada pestisida kimia yaitu Sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang mulai diterapkan di beberapa propinsi tahun 1980 (Martono 1986).

1.2. Peningkatan Kompleksitas Permasalahan Barna

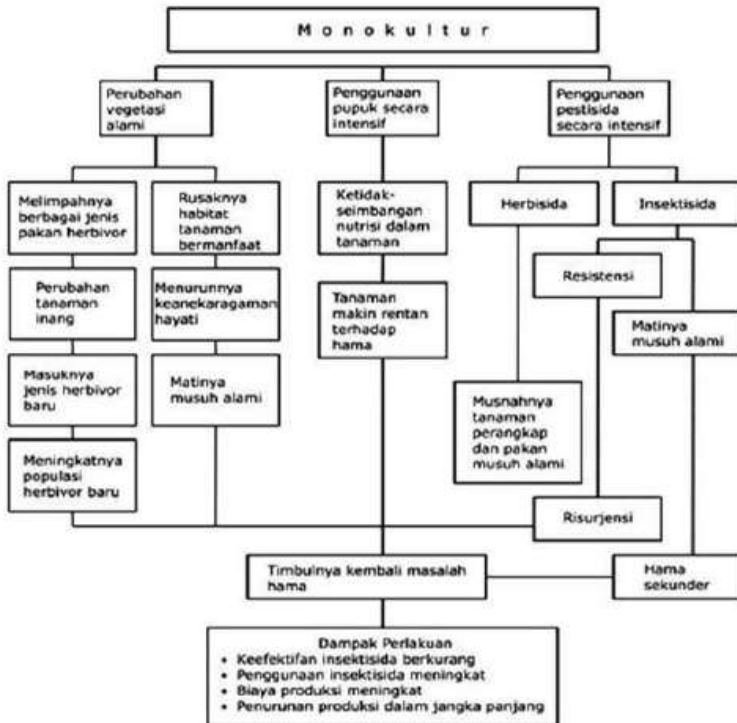
Sistem monokultur yang dicirikan oleh ketiga karakter yang telah dikemukakan diatas telah menyebabkan berbagai dampak negatif dan memicu peningkatan kompleksitas permasalahan hama. Sebagai contoh, sampai pada tahun 1986 akibat penggunaan pestisida kimia dilaporkan sudah 447 jenis serangga yang resisten terhadap hampir semua kelompok insektisida (organoklor, oganofosfat, karbamat, piretroid sintetik, fumigan) termasuk kelompok insektisida hayati seperti Bt (Georghiou,1986). Selain peristiwa resistensi hama, muncul juga masalah peledakan populasi hama segera setelah aplikasi pestisida kimia (peristiwa resurjensi), atau meningkatnya populasi hama yang semula tidak penting (letusan hama sekunder) (Untung, 2006). Sementara itu estimasi biaya lingkungan (dampak terhadap hidupan liar, penyerbuk, musuh alami, ikan, air dan peningkatan resistensi) dan biaya sosial (keracunan, penyakit) akibat penggunaan pestisida kimia hampir mencapai 8 miliar dollar (Pimentel and Lehman, 1993). Biaya ini tentunya terus meningkat seiring dengan peningkatan penggunaan pestisida kimia secara global.

Penggunaan input *agrochemicals* yang tinggi pada sistem monokultur ternyata tidak selamanya diikuti oleh peningkatan produktifitas tanaman. Sejumlah penelitian

mengungkapkan terjadinya penurunan efisiensi penggunaan pupuk kimia yang ditandai oleh hasil panen pada beberapa tanaman budidaya yang tidak mengalami peningkatan. Di beberapa tempat bahkan produksinya menurun. Beberapa kalangan menilai bahwa hal ini terjadi karena potensi hasil maksimal varietas saat ini sedang didekati, dan karena itu rekayasa genetika harus diterapkan untuk menghasikan varietas barn. Di sisi lain, agroekologit percaya bahwa hal ini terjadi akibat praktek-praktek pertanian yang tidak berkelanjutan yang berakar pada sistem monokultur tersebut (Altieri & Nicholls 2004).

Secara ringkas dapat dikemukakan bahwa pada sistem monokultur terjadi penyederhanaan keanekaragaman hayati sehingga dihasilkan ekosistem buatan yang membutuhkan intervensi manusia secara konstan dalam bentuk input agrokimia untuk meningkatkan hasil sementara tetapi mengakibatkan sejumlah biaya sosial dan lingkungan yang tidak diinginkan. Selama sistem monokultur terns dipertahankan sebagai dasar struktural sistem pertanian modern, maka masalah hama akan terns berlanjut sebagai hasil dari *treadmill* negatif yang memperkuat dirinya sendiri. Secara

ringkas dampak negatif dari sistem monokultur dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Konsekuensi ekologi sistem pertanian monokultur dengan penekanan pada masalah hama dan efek senyawa kimia (Altieri & Nichols 2004).

Ibarat manusia, kondisi agroekosistem yang demikian dikategorikan sebagai agroekosistem yang tidak sehat karena kapasitasnya untuk melakukan *selfregulation* telah berkurang atau hilang sama sekali sehingga sangat tergantung pada input eksternal untuk mampu melaksanakan fungsinya dengan baik.

Kondisi agroekosistem yang sakit ini sesungguhnya terjadi akibat berkurang atau hilangnya jasa ekosistem (*ecosystem services*) keanekaragaman hayati yang terdapat dalam agroekosistem (Power 2010, Garbach *et al.*, 2014).

Berdasarkan analisis permasalahan yang diakibatkan oleh sistem pertanian modern yang didominasi oleh monokultur maka diperlukan solusi untuk mengatasinya. Mendesain sistem pertanian yang mampu memaksimalkan jasa yang disediakan oleh agroekosistem (*agroecosystem services*) diyakini merupakan solusi terbaik terhadap masalah tersebut. Buku ini menguraikan secara detail strategi manajemen agroekosistem untuk mencapai tujuan tersebut dengan rincian masalah sebagai berikut :

1. Keanekaragaman hayati apa saja yang terdapat dalam agroekosistem dan apa saja jasa ekosistem yang mereka sediakan? (Bab 2)
2. Bagaiman strategi manajemen agroekosistem yang dapat menekan serangan hama ? (Bab 3)
3. Bagaimana menciptakan agroekosistem yang sehat sebagai pilar dari pertanian berkelanjutan? (Bab 4).

BAB2

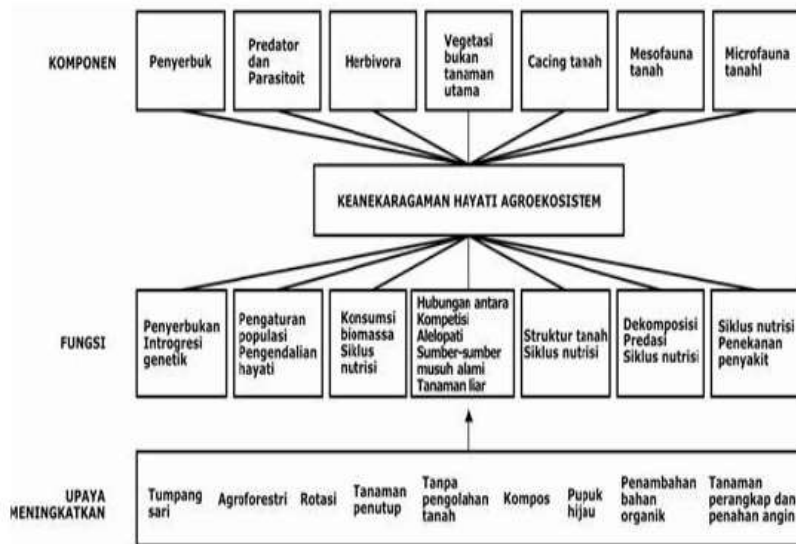
KEANEKARAGAMAN HAYATI DALAM AGROEKOSISTEM

2.1. Keanekaragaman Hayati Dan Perannya Dalam Agroekosistem

Keanekaragaman hayati mengacu pada semua spesies tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme yang ada dan berinteraksi dalam suatu ekosistem, dan yang memainkan fungsi ekologis penting seperti penyerbukan, dekomposisi bahan organik, predasi atau parasitisme organisme yang tidak diinginkan, dan detoksifikasi bahan kimia berbahaya (Gliessman, 1998). Fungsi ekologis atau layanan ekosistem ini pada umumnya merupakan proses biologis, oleh karena itu keberlangsungan layanan ekosistem tersebut tergantung pada tingkat pemeliharaan *agrobiodiversitas* tersebut. Ketika layanan ini alami hilang karena penyederhanaan biologi, maka biaya ekonomi dan ekologi yang diakibatkannya dapat meningkat signifikan. Termasuk dalam hal ini adalah kebutuhan untuk menyediakan input eksternal yang mahal bagi tanaman, karena agroekosistem kehilangan komponen fungsionalnya sehingga tidak mampu secara mandiri melakukan fungsi pemeliharaan kesuburan tanahnya dan

pengaturan hama. Adapun biaya lingkungan yang sering terjadi adalah pengurangan kualitas hidup karena penurunan kualitas tanah, air, dan makanan akibat pencemaran nitrat atau kontaminan lainnya (Conway and Pretty, 1991).

Komponen keanekaragaman hayati agroekosistem dapat diklasifikasikan sesuai dengan peran mereka dalam lahan pertanian. Keanekaragaman hayati pertanian dapat dikelompokkan sebagai berikut (Altieri, 1994; Gliessman, 1998): 1) Biota produktif - tanaman budidaya, pohon, dan hewan yang dipilih oleh petani dan memainkan peran menentukan dalam keragaman dan kompleksitas agroekosistem 2) Biota Sumber Daya -organisma yang berkontribusi terhadap produktivitas melalui penyerbukan, pengendalian biologis, dekomposisi, 3) Biota perusak - gulma, serangga hama, dan mikroba patogen. Altieri dan Nichols (2004) meringkas komponen dan fungsi biodiversitas pada agroekosistem seperti pada Gambar 2 :



Gambar 2. Komponen dan fungsi biodiversitas pada agroekosistem (Altieri & Nichols 2004).

Dari Gambar 2 nampak jelas bagaimana peran keanekaragaman dalam agroekoesistem. Setiap kelompok organisme memiliki fungsi dan perannya masing-masing sehingga kehilangan salah satu komponen tersebut minimal akan menurunkan layanan ekosistem kelompok tersebut yang pada akhirnya menyebabkan suatu agroekosistem menjadi rentan terhadap gangguan biotik dan abiotik. Penghilangan total tanaman gulma (*non crop vegetation*) misalnya tanpa menanam tanaman berbunga berarti menghilangkan habitat

sekaligus sumber nutrisi potensial bagi musuh alami hama. Demikian juga menurunnya keanekaragaman musuh alami (predator dan parasitoid) akibat penggunaan insektisida yang tidak rasional menyebabkan tidak optimalnya atau bahkan hilangnya fungsi musuh alami tersebut dalam mengendalikan populasi hama.

Secara umum, tingkat keanekaragaman hayati pada agroekosistem tergantung pada beberapa karakter dari agroekosistem. Tingkat yang lebih tinggi dari keanekaragaman hayati dapat ditemukan dalam sistem yang : 1) menjaga keanekaragaman vegetasi pada dan di sekitar agroekosistem, 2) menunjukkan adanya variasi tanaman secara temporal dan spasial dari berbagai jenis tanaman dalam agroekosistem, 3) rendah intensitas managemennya, dan 4) tidak terisolasi dari vegetasi alami (Altieri & Nichols 2004).

2.2. Hubungan Keanekaragaman Tumbuhan Dan Serangan Hama

Ada sejumlah hipotesis yang dapat menjelaskan bagaimana penganekaragaman dalam agroekosistem (agroecosystem diversification) dapat membantu dalam mengelola hama pada suatu lahan pertanian.

2.2.1. Hipotesis Resistensi Gabungan (*Associational resistance hypothesis*)

Hipotesis ini mengemukakan bahwa pada agroekosistem polikultur dapat dihasilkan resistensi kolektif sebagai gabungan dari resistensi individual dari setiap tanaman pada sistem tersebut. Secara struktural keberadaan vegetasi lain mampu melindungi tanaman utama dari serangan hama. Dalam hal ini serangan hama akan terhambat dalam menemukan inangnya karena adanya interaksi atau gabungan *semiochemical* antara tanaman inang dan bukan inang pada sistem tersebut yang mampu mengganggu proses penemuan inang oleh serangga hama tersebut. Uvah dan Coaker (1984) mendemonstrasikan hal ini pada sistem polikultur wortel dengan bawang untuk pengendalian lalat wortel. Serangan hama tersebut berkurang ketika daun-daun muda bawang sudah muncul dan efek ini tidak ditemukan lagi ketika bawang sudah memasuki fase pembentukan umbi.

2.2.2. Hipotesis musuh alami (*natural enemy hypothesis*)

Proposisi ini memprediksi bahwa keanekaragaman musuh alami serangga hama pada sistem polikultur akan lebih besar dari pada di monokultur (Root, 1973). Predator cenderung polifagus dan memiliki persyaratan habitat yang luas, sehingga mereka akan diharapkan untuk menghadapi rentang yang lebih besar dari mangsa alternatif dan mikro

habitat dalam lingkungan yang heterogen (Root, 1975). Sistem monokultur tanaman tahunan tidak memberikan alternatif sumber makanan yang memadai (serbuk sari, nektar, mangsa), tempat tinggal, berkembang biak dan bersarang yang mendukung efektivitas kinerja musuh alami (Rabb, Stinner, dan van den Bosch, 1976).

Lebih rinci hipotesis musuh alami dinyatakan sebagai berikut:

1. Keragaman yang lebih besar dari mangsa dan habitat mikro tersedia dalam lingkungan yang kompleks. Akibatnya, populasi predator umum yang relatif stabil dapat bertahan dalam habitat ini karena mereka dapat memanfaatkan berbagai macam herbivora yang tersedia pada waktu yang berbeda atau dalam habitat mikro yang berbeda (Root, 1973).
2. Predator khusus cenderung berfluktuasi secara luas karena perlindungan yang diberikan oleh lingkungan yang kompleks memungkinkan mangsa mereka untuk melarikan diri (Risch, 1981).
3. Habitat yang beragam menyediakan banyak syarat penting bagi predator dewasa dan parasitoid, seperti nektar dan serbuk sari sumber, yang tidak tersedia secara monokultur, sehingga mengurangi probabilitas mereka untuk

meninggalkan habitatnya atau punah secara lokal (Risch, 1981).

2.2.3. Hipotesis sumberdaya yang terkonsentrasi (*resources concentrated hypothesis*)

Hipotesis ini mengemukakan bahwa serangga monofagus atau oligofagus akan lebih mudah menemukan inangnya dan tetap berdiam pada sistem monokultur dibandingkan dengan polikultur. Sistem monokultur memudahkan hama untuk berpindah dari satu tanaman ke tanaman lainnya dibandingkan dengan sistem polikultur.

2.2.4. Hipotesis penampakan tumbuhan (*Plant Appearance hypothesis*)

Hipotesis ini mengemukakan bahwa tanaman yang dibudidayakan secara monokultur secara kimia dan fisik tidak cukup resisten terhadap serangan hama karena lebih nampak atau mudah ditemukan oleh serangga herbivor. Untuk mengurangi penampakan tanaman inang dapat dilakukan sistem *intercropping* dengan tanaman dari famili yang berbeda.

Dari empat hipotesis yang ada, hipotesis musuh alami (predator dan parasitoid lebih efektif pada sistem yang lebih kompleks) dan sumberdaya yang terkonsentrasi (herbivora spesialis lebih mudah menemukan, tinggal dan bereproduksi pada sistem yang lebih sederhana) lebih banyak didukung sejumlah hasil penelitian (Altieri dan Nichols 2004).

2.2.5. Pengaruh *Bottom Up* dan *Top down*

Selain empat hipotesis yang telah dikemukakan, perlu juga dikemukakan hipotesis lainnya yang terkait dengan hal ini yaitu hipotesis "*bottom up and top down effect*".

Menurut hipotesis ini ada dua faktor utama yang mempengaruhi populasi serangga herbivora pada suatu ekosistem, yaitu faktor kualitas dan kuantitas tanaman inang sebagai sumber makanan (*bottom-up effect*) dan faktor musuh alami (*top-down effect*) (Hunter 2001). Berbagai studi menunjukkan adanya variasi pengaruh salah satu dari faktor tersebut terhadap populasi serangga herbivora.

Kualitas tanaman dan bukan kerapatan tanaman mempengaruhi kepadatan populasi serangga herbivora dan penghilangan parasitoid meningkatkan populasi herbivora dengan signifikan (Stiling and Moon 2005). Sementara itu Denno *et al.* (2002) tidak menemukan adanya pengaruh peningkatan biomassa dan nutrisi tanaman terhadap pengaruh *top down* terhadap belalang akan tetapi tanaman yang kaya nitrogen mendukung populasi wolf spider dan predator lainnya. Bruggisser *et al.* (2012) mengungkapkan adanya pengaruh positif struktur dan keragaman vegetasi terhadap kelimpahan laba-laba melalui peningkatan populasi dan ukuran spesies mangsa yang mengunjungi bunga.

Sejalan dengan hipotesis sumberdaya yang terkonsentrasi atau hipotesis musuh alami maka faktor tanaman inang dan musuh alami ini sangat penting untuk menjadi perhatian dalam pengelolaan agroekosistem. Dalam banyak studi ditunjukkan bahwa penganeekaragaman tanaman selain dapat memperkuat pengaruh faktor *bottom up* juga dapat menarik dan melestarikan musuh alami serangga herbivor.

Hasil kajian terhadap 45 artikel dalam 10 tahun terakhir yang menguji apakah penganeekaragaman tumbuhan mampu menurunkan serangan hama dan meningkatkan musuh alami sekaligus menguji sejumlah hipotesis (*associational resistance hypotheses, the enemies hypothesis, dan model attraction and repel/ency*) mendukung aplikasi model agroekologi dengan menggunakan skema intercrop, penambahan tanaman berbunga, tanaman perangkap dan tanaman penolak. Secara umum efek penekanan serangan hama, peningkatan musuh alami, dan pengurangan kerusakan tanaman budidaya secara nyata lebih tinggi pada sistem budidaya tanaman yang lebih beranekaragam (sistem polikultur) dibandingkan dengan monokultur dan hal ini kurang atau tidak dipengaruhi oleh jenis tumbuhan yang ditanam (Letourneau *eta/*. 2011).

2.3. Keanekaragaman Hayati dan Pengendalian Hama Terpadu

Sesuai dengan berbagai hipotesis tentang hubungan keanekaragaman hayati dengan serangan hama, jelas terlihat eratnya hubungan antara keanekaragaman hayati dengan pengendalian hama terpadu (PHT). Keberhasilan PHT banyak ditentukan oleh keanekaragaman tanaman dalam suatu agroekosistem.

Sebagaimana defenisi PHT adalah suatu pendekatan ekologi yang bersifat multidisiplin untuk pengelolaan hama dengan memanfaatkan beranekaragam taktik pengendalian secara kompatibel dalam suatu kesatuan koordinasi pengelolaan (Smith, 1978). Dalam memilih, memadukan dan menerapkan taktik pengendalian tersebut dilakukan perhitungan dan penaksiran konsekuensi-konsekuensi ekonomi, ekologi, dan sosiologi yang mungkin terjadi (Bottrell 1979).

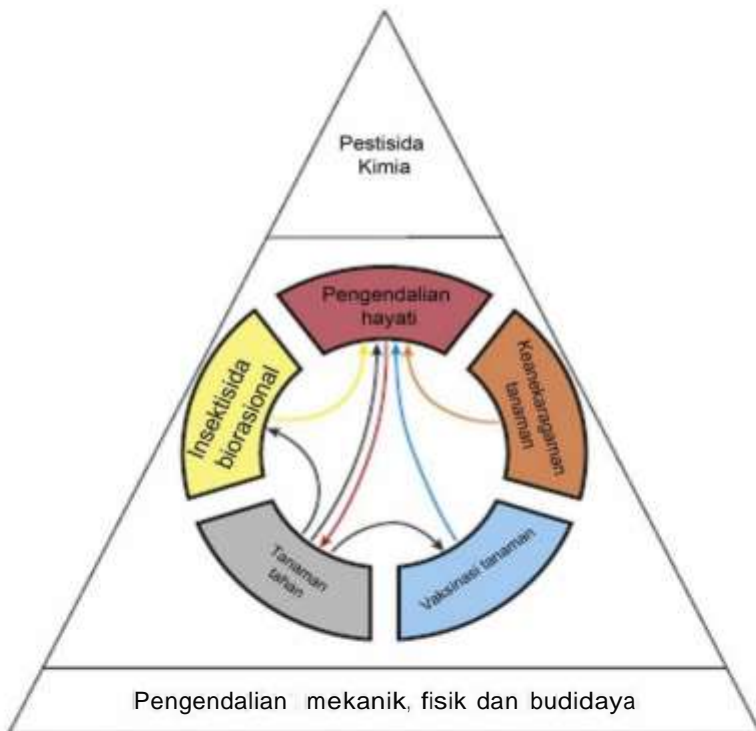
Dalam perkembangannya Stenberg (2017) mengajukan suatu ilmu PHT yang difenisikan sebagai studi sistematis tentang kompatibilitas dan optimalisasi dari taktik pengendalian yang diterapkan bersamaan menggunakan minimal dua teknik pengendalian yang termasuk dalam piramida PHT. Berbagai teknik pengendalian dalam piramida

PHT tersebut memiliki urutan prioritas dalam penerapannya (Gambar 3). Pada piramida tersebut, penganeekaragaman tanaman (*intra and interspecific botanical diversity*) dalam agroekosistem merupakan salah satu komponen penting PHT.

Dalam piramida PHT tersebut strategi pengendalian hama diprioritaskan pada tindakan pre-emptif atau pre-emptif yaitu mencegah kehadiran atau berkembangnya hama dengan pengendalian mekanik, fisik, dan budidaya. Selanjutnya jika ancaman serangan hama cenderung signifikan maka dilakukan pengendalian yang memiliki dampak minimal terhadap lingkungan seperti insektisida biorasional, tanaman tahan, vaksinasi tanaman, penganeekaragaman tanaman, atau pengendalian hayati. Penggunaan insektisida sintetik merupakan puncak dari piramida PHT yang berarti merupakan pilihan terakhir jika teknik pengendalian pada bagian bawah piramida tidak berhasil menekan serangan hama secara signifikan. Hal ini dilakukan jika populasi hama sudah mencapai tingkat ambang ekonomi.

Penganeekaragaman tanaman berarti membangun ketahanan gabungan sesuai dengan hipotesis resistensi gabungan yang dapat mengurangi kemampuan hama menemukan atau menyerang tanaman inangnya (Sternberg 2017). Pengaruh penganeekaragaman tanaman dapat semakin

kuat terhadap penekanan serangan hama jika menggabungkan spesies tumbuhan yang mampu menarik dengan spesies tumbuhan yang menolak kehadiran hama tersebut sesuai dengan strategi *Push and Pull* yang dibahas lebih lanjut pada Bab 3.



Gambar 3. Piramida PHT yang memuat tujuh pengendalian hama. Teknik pengendalian pada bagian dasar piramida dapat diterapkan sebelum atau segera sesudah penanaman sampai panen. Selanjutnya diikuti oleh teknik pengendalian yang

terdapat dalam lingkaran yang merupakan dasar pendekatan ekologis dalam PHT. Penggunaan pestisida kimia diletakkan pada bagian puncak piramida yang merupakan pilihan terakhir jika teknik pengendalian pada dasar dan tengah piramida tidak mampu menekan populasi hama dibawah ambang ekonomi (Diadaptasi dari Stenberg, 2017).

DAFTAR PUSTAKA

- Alquran dan Terjemahannya. Departemen Agama Republik Indonesia. CV. Toha Putra Semarang
- Agus F and Manikmas MOA. 2003. Environmental roles of agriculture in indonesia. Paper presented in roles of agriculture in development symposium at the 25th conference of the international association of agricultural economists, in Durban, South Africa, August 17-22
- Anggara AA , Buchori D, Pudjianto. 2015. Kemapanan parasitoid *telenomus remus* (hymenoptera : scelionidae) pada agroekosistem sederhana dan kompleks. jurnal hpt 3 (3): 111-125
- Anshary A, Pasaru F., and Shahabuddin S. 2014. Biological control of cocoa pod borer (*Conopomorpha cramerella* Snell.) on cacao plantation for maintaining cocoa production in Central Sulawesi, Indonesia. Proceedings of The Malaysian International Cocoa Conference. Malaysian Cocoa Board, Kota Kinabalu, Sabah Malaysia. Hal. 62-68
- Altieri M.A, Nicholls C.I., 2004. Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems. - Haworth Press, New York, 236 pp.
- Altieri, MA 2012. Insect pest management in the agroecosystems of the future. Atti Accademia Nazionale Italiana di Entomologia Anno LX, 137-144
- Baehaki. 2012. Perkembangan Biotipe Hama Wereng Coklat pada Tanaman Padi. Iptek Tanaman Pangan 7 (1): 8-15
- Baehaki S.E, Irianto,N.B.E, dan Widodo, S.E. 2016. Rekayasa Ekologi dalam Perspektif Pengelolaan Tanaman Padi Terpadu. Iptek Tanaman Pangan 11 : 19 -34.

- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tengah (BPTP). 2008. Analisis Kebijakan Pembangunan Pertanian Di Sulawesi Tenga (APBN). <http://sulteng.litbang.deptan.go.id>.
- Bohan DA, Raybould A, Mulder C. dkk. 2013. Networking Agroecology: Integrating the Diversity of Agroecosystem Interactions. *In* Guy Woodward and David A. Bohan, editors: *Advances In Ecological Research*, Vol. 49, Amsterdam, The Netherlands: Academic Press, 2013, pp. 1-67.
- Bommarco, R, Kleijn, D, Potts, SG. 2013. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *TREE* 28: 230-238
- Bosch, R van den. 1980. *The Pesticide Conspiracy*. A Bantam Book, Bantam Publication. NY. 265 p.
- Bruggissera, OT., Sandaun N, Blandenier G *et al.*. 2012. Direct and indirect bottom-up and top-down forces shape the abundance of the orb-web spider *Argiope bruennichi*. *Basic and Applied Ecology* 13: 706-71
- Denno RF, Gratton C, Peterson MA *eta/.*. 2002. Bottom-U Forces Mediate Natural-Enemy Impact In A Phytophagous Insect Community. *Ecology*, 83(5): 1443-1458
- Chowdhury S, Sontakke PP, Boopathi T, Bhattacharjee J, Bhattacharjee, D and Malsawmzuali. 2015. Taxonomic studies on predatory coccinellid beetles and their species composition in rice ecosystem of indobangladesh border. *The Bioscan* 10(1): 229-242.
- Garbaye, J. 1994. Helper bacteria : A New dimension to the mychorriza; symbiosis. *New Phytol.* 128: 197-210.
- Georghiou, G.P. 1986. The Magnitude Of Resistance Problem. In *Pesticide Resistance Strategies And Tactics For Management*. National Academy Press. Washington D. C.

- Grainge, M. & Ahmed, S., 1988. Handbook of Plants with Pest Control Properties, John Wiley & Sons, Inc. Canada.
- Gras P, Tscharrntke T, Maas B, Tjoa A, Hafsa A, Clough Y. 2016. How ants, birds and bats affect crop yield along shade gradients in tropical cacao agroforestry. *Journal of Applied Ecology*. doi: 10.1111/1365-2664.12625
- Gurr, G.M., Lu, Z., Zheng X. et al. 2016. Multi-country evidence that crop diversification promotes ecological intensification of agriculture. *Nature Plants* 2: 16014. DOI: 10.1038/NPLANTS.2016.14
- Kurniawati, N dan Martono, E. 2015. Peran tumbuhan berbunga sebagai media konservasi artropoda musuh alami. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 19(2), 53-59.
- Lu, Z.X., Zhu, P.Y., Gurr, G.M., Zheng,X.S., Chen, G.H. and Heong KL., 2015.Pp 163-180. Chapter 8. In Heong, KL, Cheng, JA and Escalada, MM. (eds) "Rice Planthoppers: Ecology, Management,Socio Economics and Policy" Springer Science+Business Media Dordrecht. DOI 10.1007 /978-94-017-9535-7.
- Hermanto, A., G. Mudjiono, dan A. Afandhi. 2014. "Penerapan PHT Berbasis Rekayasa Ekologi terhadap Wereng Batang Coklat Nilaparvata lugens Stal (Homoptera: Delphacidae) dan Musuh Alami pada Pertanaman Padi." *Jurnal HPT* 2 (2): 79-86
- Hunter MD. 2001. Multiple approaches to estimating the relative importance of top-down and bottom-up forces on insect populations: experiments, life tables, and time-series analysis. *Basic Appl Ecol* 4:293-310
- Jakarta Globe 2016. Pesticide Use on Indonesia Farms 'Alarming': NGO | Jakarta Globe. <http://jakartaglobe.beritasatu.com/archive/pesticide->

- use-on-indonesia-farms-alarming-ngo/ Diakses 8 Mei 2016
- Jung, S.C., Medina, A.M., Racz, J.A.L. and Pozo, M.J. 2012. Mycorrhiza-Induced Resistance and Priming of Plant Defenses. *J Chem Ecol* 38:651–664
- Khan, Z.R., Chiliswa, P., Ampong-Nyarko, K., Smart, L.E., Polaszek, A., Wandera, J. and Mulaa, M.A. 1997. Utilisation of wild gramineous plants for management of cereal stemborers in Africa. *Insect Science and its Application* 17: 143–150.
- Khan, Z.R., James, D.G., Midega, C.A.O., Pickett, J.A., 2000. Chemical ecology and conservation biological control. *Biological Control* 45: 210–224.
- Khater H.F. 2012. *Ecosmart Biorational Insecticides: Alternative Insect Control Strategies*, Insecticides • Advances in Integrated Pest Management, Dr. Farzana Perveen (Ed.), <http://www.intechopen.com/books/insecticides-advances-in-integrated-pestmanagement/ecosmart-biorational-insecticides-alternative-insect-control-strategies>
- Kogan, M. 1999. Integrated Pest Management: Constructive Criticism or Revolutionism? *Phytoparasitica* 27(2): 1-6
- Losey, J.E., Vaughan, M., 2006. The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience* 56: 311–323.
- Letourneau Dk., Armbrecht I., Salguero Rivera B., Montoya Lerma J., Jimenez Carmona E., Daza M.C., Escobar S., Galindo V., Gutierrez C., Duque Lopez S., Lopez Mejia J., Acosta Rangel AM., 2011 - *Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review*. *Ecological Applications*, 21: 9-21.

- Maas, B., Clough, Y. & Tscharntke, T. 2013. Bats and birds increase crop yield in tropical agroforestry landscapes. *Ecology Letters* 16, 1480–1487.
- Maas, B., Tscharntke, T., Shahabuddin S., Dwi-Putra, D. & Clough, Y. 2015. Avian species identity drives predation success in tropical cacao agroforestry. *Journal of Applied Ecology* 52, 735–743. doi:10.1111/1365-2664.1209.
- Mangoendihardjo S. 2007. Pengendalian Hayati Komponen Utama Pengelolaan Jasad Pengganggu. *Dalam* Oka. dkk. Konsep dan Implementasi Pengelolaan Hama dan Penyakit Tanaman hal. 38. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Martono, E. 2007. Pemahaman Pengetahuan Pestisida, Anasir Pertanian Berkelanjutan *Dalam* Oka. dkk. Konsep dan Implementasi Pengelolaan Hama dan Penyakit Tanaman hal. 107-129. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- M~di~ne, S., Valantin-Morison, M., Sarthou, JP. et al. 2011. Agroecosystem management and biotic interactions: a review. *Agronomy Sust. Developm.* 31: 491. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0009-1>
- Matzke I, Tscharntke T, Wanger TC, Klein AM. 2015. Pollination mitigates cucumber yield gaps more than pesticide and fertilizer use in tropical smallholder gardens. *Journal of Applied Ecology* 52: 261–269
- Matzke I, Klein A-M, Shahabuddin S, C. Wanger, Tscharntke T. 2016. Habitat management on multiple spatial scales can enhance bee pollination and crop yield in tropical homegardens *Agriculture, Ecosystems and Environment* 223 :144–151
- Nation! Geografic Indonesia (NGI) 2016. Kehilangan Varietas. *Majalah National Geografic Indonesia*. Edisi Maret.

- Nicholls CI and Altieri AM. 2004. Designing species-rich, pest-suppressive agroecosystems through habitat management. *Agroecosystems Analysis, Agronomy Monograph no. 43.* : 49-61. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 677S. Segoe Rd., Madison, WI 53711, USA
- Nanci, N. dan Muis, A. 2011. Bioekologi Dan Pengendalian Pengorok Daun *Liriomyza chinensis* Kato (Diptera: Agromyzidae) Pada Bawang Merah. *J. Litbang Pertanian*, 30 (4): 148-155
- Nurindah, Sunarto AD, dan Sujak. 2009. Tanaman Perangkap untuk Pengendalian Serangga Hama Tembakau. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri* 1(2): 55-68
- Parolin P, Bresch C, Poncet C, Desneux N. 2012. Functional characteristics of secondary plants for increased pest management. *International Journal of Pest Management* 58 (4): 368-376
- Parolin P, Bresch C, Poncet C, Desneux N. 2014. Introducing the term 'Biocontrol Plants' for integrated pest management *Scientia Agricola* 71 (1): .77-80
- Pinem I. 2005. Beberapa jenis tanaman tumpang sari dalam menekan serangan hama *Liriomyza* pada tanaman kentang. *Skripsi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan. Universitas Suatera Utara. Medan*
- Pasaru F, Anshary A, Kuswinanti T, Mahfudz and Shahabuddin. 2004. Prospective of entomopathogenic fungi associated with *Helopeltis* spp. (Hemipter: Miridae) on cacao plantation. *Int.J.Curr.Res.Aca.Rev.*2(11): 227-234.
- Pedigo LP. 1996. *Entomology and Pest Management.*2. Prentice Hall, Upper Saddle River NJ.677 P.

- Peri~ P, Mar~i~a D, Prijovi~ M, Ogurli~ I and Andri~ G. 2009. Effectiveness of Biorational Pesticides for Controlling Some Vegetable. Pests in Serbia. *Acta Hort.* 830: 531-538
- Pimentel D. and Lehman H. 1993. *The pesticide question.* Chapman and Hall, N.Y.
- Pretty J (ed.). 2005. The pesticide detox,towards a more sustainable agriculture. Earthscan, London, UK. 294 P.
- Rosmini dan Nasir B. 2013. Pemanfaatan jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* lokal Sulawesi Tengah untuk pengendalian *Spodoptera exigua* dan *Lyriomisa chinensis* hama endemik pada bawang merah di Sulawesi Tengah. *J. Agroland* 20 (1) : 37 –45
- Rusch A, Morison MV, Pierre SJ,and Estrade JR. 2010. Biological Control of Insect Pests in Agroecosystems: Effects of Crop Management, Farming Systems, and Seminatural Habitats at the Landscape Scale: A Review. *Advances in Agronomy* 109: 219-258
- Shahabuddin Hidayat P, Noerdjito WA, Manuwoto S., & Schulze, C.H. 2010. Diversity and body size of dung beetles attracted to different dung types along a tropical land-use gradient in Sulawesi, Indonesia. *Journal of Tropical Ecology* 26 (1): 53-65.
- Shahabuddin. 2011. Effect of land use change on ecosystem function of dung beetles: experimenta evidence from Wallacea Region in Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas, Journal of Biological Biodiversity* 12 (3): 177-181
- Shahabuddin dan Anshary. 2010. Uji aktifitas insektisida ekstrak daun serai terhadap ulat daun kubis (*Piute/la xylostella* L.) di laboratorium. *J. Agroland* 17 (3) :178-183
- Shahabudin dan Mahfudz. 2010. Pengaruh aplikasi berbagai jenis insektisida terhadap ulat bawang (*Spodoptera*

- exigua* hubn) dan produksi bawang merah. Jurnal Agroland 17 (2): 115-122
- Shahabuddin, Anshary A, Gellang A. 2012. Tingkat Serangan Dan Jenis Lalat Pengorok Daun Pada Tiga Varietas Bawang Merah Di Sulawesi Tengah. Jurnal Hama dan Penyakit Tanaman Tropika 12 (2): 153-161
- Shahabuddin, Hasriyanty, Pasaru F. 2014. Prospek penggunaan insektisida biorasional untuk pengendalian hama pengorok daun (*Liriomyza chinensis*) dan mempertahankan produksi bawang merah lokal Palu. Makalah dipresentasikan pada Seminar Nasional FKPTPI di Universitas Andalas tanggal 8-10 September 2014.
- Shahabuddin, Yunus M, Hasriyanty, Tambing Y. 2015. The role of trap crops for conserving of natural enemies of leafminer on onion in Central Sulawesi, Indonesia. Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences 2(5):366-370
- Shahabuddin S, Made U, Yunus M, Hasriyanty. 2021. Refuge Plants and Jajar Legowo Systems Increasing the Useful Arthropods Population and the rice yield. Paper presented in the 4th interdisciplinary international conference on green development in tropical region (4th iicgdtr), Graduate program of Andalas University, 7-8 july 2021
- Shahabuddin, Yunus M, Hasriyanty, Made U. Anshary A. 2021. Aplikasi 'Push And Full Strategy' Untuk Pengendalian *Spodoptera Frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) Hama Baru Pada Tanaman Jagung Di Sulawesi Tengah. Laporan Penelitian Unggulan Universitas Tadulako.
- Sharma, E; Anand, G; and Kapoor R. 2017. Terpenoids in plant and arbuscular mycorrhiza-reinforced defence against herbivorous insects. Annals of Botany 119: 791-801

- Shelton AM, Badenes-Perez FR. 2006. Concepts and applications of trap Cropping in pest management. *Annu. Rev. Entomol.* 51:285-308.
- Shrivastava G, Ownley BH, Auge' RM, et al. 2015. Colonization by arbuscular mycorrhizal and endophytic fungi enhanced terpene production in tomato plants and their defense against a herbivorous insect. *Symbiosis* 65: 65-74.
- Stenberg JA. 2007. A Conceptual Framework for Integrated Pest Management. *Trends in Plant Science* 22 (9): 759-268
- Stiling P and Moon DC. 2015. Quality or quantity: the direct and indirect effects of host plants on herbivores and their natural enemies. *Oecologia* 142: 413-420
- Susilawati. 2016. Keanekaragaman dan Kelimpahan Serangga Pengunjung Bunga Mentimun pada Struktur Lanskap Berbeda. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 55 hlmn.
- Thies, C. and Tscharntke, T.1999. Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science* 285: 893-895.
- Tscharntke T, Clough Y, Bhagwat SA, Buchori D, Faust H, Hertel D, Juhbandt J, Kessler M, Perfecto I, Scherber C, Schroth G, Veldkamp E and Wanger TC 2011. Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes - a review. *Journal of Applied Ecology* 2011, 48,619-629
- Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T. C., Jackson, L., Motzke, l., Perfecto, l., Vandermeer, J. & Whitbread, A. 2012. Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation* 151, 53-59.

Indeks

Biotipe	56
<i>Bottom Up</i>	17
Hama sekunder	6
jasa ekosistem	9, 98, 99
Keanekaragaman hayati ...	9,
10, 11, 19	
lanskap	63, 67, 68, 69, 70,
103, 104, 119	
monokultur. 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9,	
14, 15, 16, 18, 66, 71, 77,	
81, 82, 86, 92, 94, 97, 99,	
100, 104	
musuh alami ..	6, 13, 14, 15,
16, 17, 18, 23, 28, 32, 41,	
45, 46, 47, 51, 59, 62, 63,	
65, 66, 67, 69, 70, 74, 76,	
78, 80, 81, 82, 83, 85, 86,	
87, 92, 93, 101, 104	
Parasitisme	10, 46, 48, 71, 74
Parasitoid. 13, 15, 16, 17, 48,	
51, 61, 65, 70, 71, 76, 80,	
82, 86, 92, 93, 94, 95, 119	
Patogen.....	11, 45, 58, 65, 66,
88, 95	
pestisida kimia. 3, 4, 5, 6, 22,	
51, 65, 90, 95, 97, 105	
Predator ..	13, 15, 16, 17, 28,
29, 45, 51, 66, 80, 82, 83,	
88, 92, 95	
<i>Push and Pull</i>	21, 46
refugia	51, 84, 87, 104
Resisten.....	6, 16
resurjensi.....	6
Sanitasi	24, 25
tanaman perangkap	18, 41,
45, 46, 47, 48, 49, 50, 51,	
62, 65, 72, 73, 74, 76, 85,	
90, 92, 93, 94, 105	
<i>Top down</i>	17
Varietas ...	2, 7, 35, 40, 41, 54,
55, 71, 74, 78, 92, 103	



Shahabuddin, dkk.

MANAJEMEN AGROEKOSISTEM UNTUK PENGENDALIAN HAMA YANG BERKELANJUTAN

Penerbit



ISBN 978-602-1900-70-3



9 786021 900703

