

## MANAJEMEN AGROBIODIVERSITAS UNTUK Mendukung Sistem Pertanian Berkelanjutan

Shahabuddin Saleh<sup>\*1</sup>

<sup>1)</sup>Guru Besar Bidang Entomologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Tadulako

<sup>\*)</sup>Email Korespondensi : shahabsaleh@gmail.com

### ABSTRAK

Kehilangan dan kerusakan hutan sebagai ekosistem alami serta konversinya menjadi lahan pertanian merupakan menyebabkan terjadinya erosi keanekaragaman hayati yang signifikan. Lebih parah lagi sistem pertanian pada dekade dua terakhir masih didominasi oleh sistem monokultur yang mereduksi agrobiodiversitas. Akibatnya terjadi penurunan layanan ekosistem dari berbagai jenis spesies flora dan fauna pada agroekosistem sehingga menimbulkan permasalahan baru dan berdampak pada penurunan kualitas kehidupan manusia. Berangkat dari kegagalan sistem intensifikasi yang mereduksi agrobiodiversitas maka akhir-akhir ini telah berkembang sistem intensifikasi yang berkelanjutan yang sejalan dengan sistem pertanian berkelanjutan. Sistem ini terbukti mampu memaksimalkan peran agrobiodiversitas dan tetap mampu memenuhi kebutuhan manusia terhadap komoditas pertanian. Dalam sistem ini pengelolaan keanekaragaman hayati pada tingkat *on farm* dan lanskap (*local and regional biodiversity*) menjadi perhatian untuk mendapatkan layanan ekosistem sumberdaya hayati yang optimal. Beberapa contoh praktek pertanian yang sejalan dengan hal ini seperti agroforestri, sistem tumpang sari, rotasi tanaman, penggunaan tanaman pagar, tanaman penutup dan tanaman perangkap perangkap dibahas dalam makalah ini.

**Kata kunci** : Agrobiodiversitas, layanan ekosistem, intensifikasi berkelanjutan

### PENDAHULUAN

Agroekosistem yang merupakan habitat berbagai jenis flora dan fauna perlu mendapat perhatian dalam pembahasan keanekaragaman hayati (kehati). Paling tidak ada tiga alasan yang menunjukkan pentingnya pengelolaan keanekaragaman hayati pada agroekosistem (agrobiodiversitas). Pertama, luas lahan agroekosistem termasuk tanaman budidaya dan padang rumput menyusun sekitar 40% dari total permukaan bumi yang menunjukkan luasan yang signifikan. Kedua, manajemen agroekosistem yang tidak tepat dan aktivitas manusia lainnya telah menyebabkan terjadinya reduksi sekitar 60% layanan ekosistem misalnya pencemaran lingkungan, peningkatan kompleksitas masalah hama dan penurunan daya dukung lingkungan secara umum. Ketiga, industri pertanian modern bersama dengan aktivitas lainnya telah berkontribusi secara nyata dalam menurunkan daya dukung bumi terhadap kehidupan manusia. Dengan demikian pengelolaan kehati pada agroekosistem (agrobiodiversitas) akan sangat berkontribusi secara nyata terhadap keanekaragaman hayati secara umum (Garbach *et al.* 2014).

### AGROBIODIVERSITAS : PENGERTIAN DAN PERANNYA DALAM EKOSISTEM

Agrobiodiversitas (*Agrobiodiversity*) mencakup seluruh komponen kehati yang terkait dengan pangan dan pertanian. Termasuk didalamnya adalah seluruh jenis tanaman, hewan, dan mikroba pada tingkat gen, spesies, dan ekosistem yang dibutuhkan untuk berlangsungnya fungsi-fungsi utama, struktur dan proses-proses pada agroekosistem. Pengetahuan lokal dan keanekaragaman budaya juga tercakup dalam agrobiodiversitas karena aktivitas manusia dalam pertanian berpengaruh terhadap kelestarian agrobiodiversitas. FAO (1999) mendefinisikan agrobiodiversitas sebagai keragaman dan variabilitas hewan, tumbuhan dan mikroorganisme yang digunakan secara langsung atau tidak langsung untuk pangan dan pertanian, termasuk tanaman, ternak, kehutanan dan perikanan. Tercakup di dalamnya keanekaragaman sumber daya genetik

(varietas, ras, klon) dan spesies yang digunakan untuk makanan, pakan ternak, serat, bahan bakar dan obat-obatan. Ini juga termasuk keanekaragaman spesies yang tidak dibudidayakan yang mendukung produksi (mikroorganisme tanah, predator, penyerbuk), dan seluruh yang berada di lingkungan yang lebih luas yang mendukung agroekosistem (pertanian, pastoral, hutan dan perairan) serta keanekaragaman agroekosistem.

Komponen keanekaragaman hayati agroekosistem dapat diklasifikasikan sesuai dengan peran mereka dalam lahan pertanian. Altieri dan Nichols (2004) menjelaskan bahwa ada dua komponen penting keanekaragaman hayati dalam agroekosistem, yaitu keanekaragaman hayati yang terencana dan keanekaragaman hayati yang berasosiasi dengannya. Keanekaragaman hayati yang terencana, meliputi tanaman dan hewan yang secara sengaja dimasukkan oleh petani ke dalam agroekosistem, variasinya tergantung dari manajemen dan pengaturan tanaman secara sementara. Keanekaragaman hayati yang berasosiasi dengannya, terdiri dari seluruh tumbuhan dan hewan, herbivora, karnivora, pengurai, dan lain-lain, serta dari lingkungan sekitar agroekosistem, yang saling berhubungan atau berinteraksi.

Keberadaan agrobiodiversitas secara langsung menentukan produktivitas, keberlanjutan, dan resiliensi agroekosistem terhadap gangguan biotik dan abiotik. Pengalaman dan penelitian menunjukkan bahwa agrobiodiversitas dapat:

- \* Meningkatkan produktivitas, keamanan pangan, dan peningkatan ekonomi,
- \* Mengurangi tekanan pertanian pada daerah rentan, hutan dan spesies terancam punah,
- \* Membuat sistem pertanian lebih stabil, kuat, dan berkelanjutan,
- \* Berkontribusi pada manajemen hama dan penyakit yang baik,
- \* Konservasi tanah dan meningkatkan kesuburan dan kesehatan tanah,
- \* Berkontribusi pada sistem intensifikasi berkelanjutan,
- \* Diversifikasi produk dan peluang pendapatan/ekonomi,
- \* Mengurangi atau membagi resiko kepada individu dan negara,
- \* Membantu memaksimalkan penggunaan sumber daya dan lingkungan secara efektif,
- \* Mengurangi ketergantungan pada input eksternal,
- \* Meningkatkan nutrisi manusia dan menyediakan begitu banyak obat dan vitamin, dan
- \* Melestarikan struktur ekosistem dan stabilitas keanekaragaman spesies (Thrupp, 1997).

### **ANCAMAN TERHADAP AGROBIODIVERSITAS**

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.

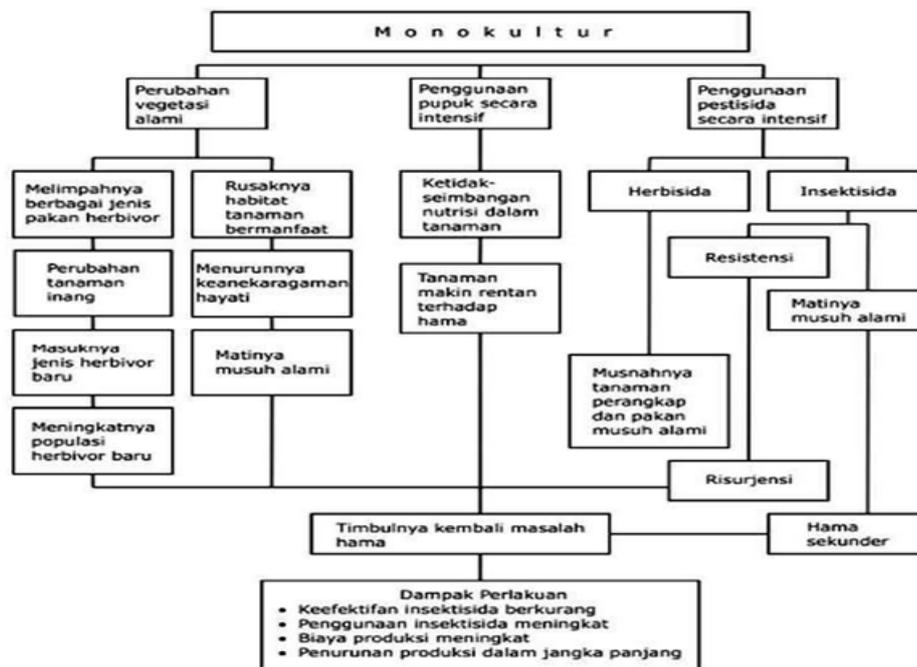
Pada awal abad 21, dari 1,5 milyar ha lahan pertanian 91% diantaranya adalah sistem monokultur yang dialokasikan untuk jagung, kedelai, padi, gandum dan yang lainnya (Altieri, 2009). Sementara itu, di Indonesia terdapat sekitar 64 juta ha lahan pertanian yang terdiri atas 8,3 juta ha tanaman padi, 30 juta ha tanaman semusim dan padang rumput, dan 25,5 juta 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 skala global selama 80 tahun (1903-1983) dunia telah 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 Indonesia bahkan terjadi penyusutan yang sangat besar terhadap sumberdaya genetik berupa penyusutan 1.500 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.

Selain penyederhanaan jenis tanaman, sistem monokultur juga dicirikan oleh tingginya penggunaan pupuk dan pestisida kimia yang sesungguhnya merupakan konsekuensi dari sistem monokultur tersebut yang lebih dikenal dengan intensifikasi pertanian. Di Indonesia, jumlah pestisida yang terdaftar terus meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2006 jumlahnya mencapai 1.500 dan meningkat lebih dua kali lipat menjadi 3.207 pada tahun 2016 dengan 328 jenis bahan aktif yang didaftarkan oleh 343 perusahaan pestisida (Shahabuddin, 2016). Tingkat penggunaan pestisida yang tinggi oleh petani hampir merata di seluruh wilayah Indonesia termasuk di Sulawesi Tengah (BPTP Sulteng, 2009).

Dengan kuatnya tekanan jaringan bisnis pestisida dan kurangnya pengetahuan petani tentang sistem pertanian yang baik menyebabkan tingginya ketergantungan petani terhadap pestisida. Akibatnya petani mengalami *pesticide treadmill* atau *pesticide trap*, situasi di mana petani sudah mengharuskan dirinya untuk terus menggunakan pestisida secara terjadwal walaupun tidak diperlukan karena dianggap sebagai bagian yang tak terpisahkan dari usaha budidaya tanaman itu sendiri (lihat Wilson & Tisdell, 2001).

Konsekuensi dan dampak negatif sistem monokultur dapat dilihat secara skematis pada Gambar 1.



Gambar 1. Dampak ekologis dari monokultur dan perlakuan pestisida terhadap hama dalam agroekosistem (Sumber: Altieri & Nicholls, 2004)

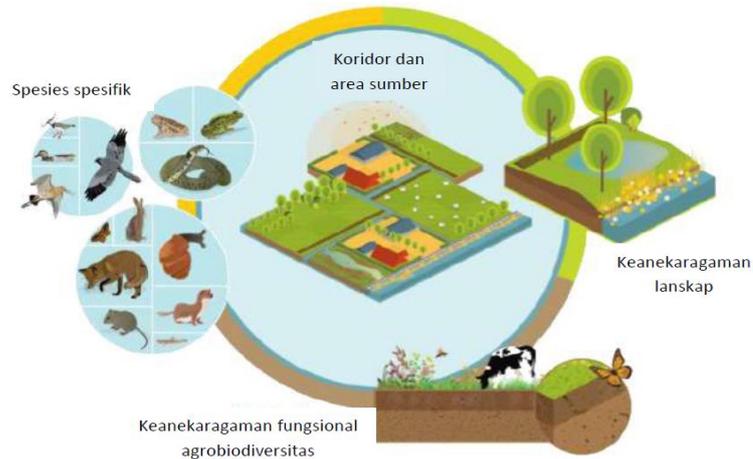
Secara ekonomi, monokultur untuk sementara waktu mungkin menguntungkan bagi para pelaku di bidang pertanian maupun perkebunan, tetapi dalam jangka waktu panjang tidak demikian adanya. Malahan, penyempitan keragaman tanaman secara drastis mengakibatkan produksi makanan di dunia akan semakin memburuk (Altieri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

## PENGELOLAAN AGROBIODIVERSITAS UNTUK PERTANIAN BERKELANJUTAN

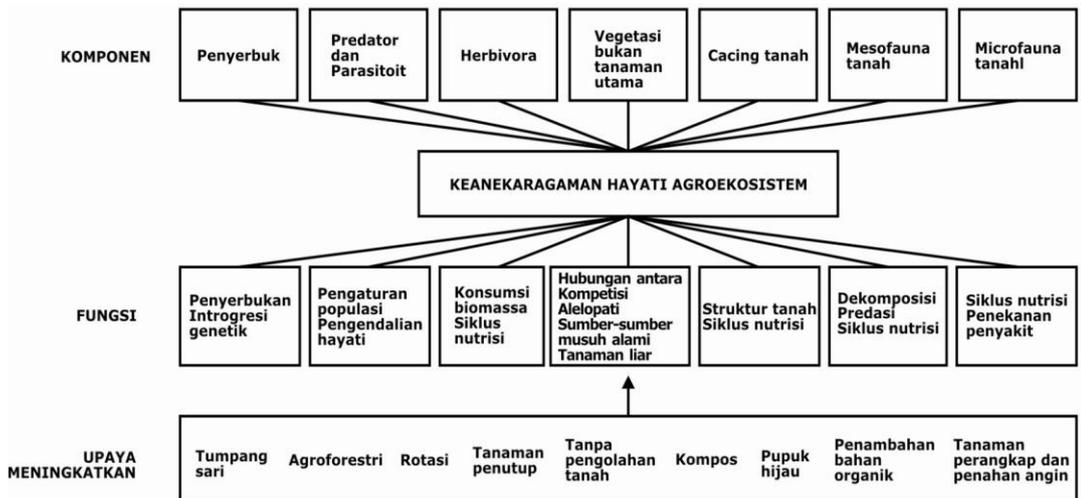
Mengingat dampak negatif pengurangan agrobiodiversitas yang terwujud dalam bentuk sistem monokultur maka telah muncul konsep pertanian “intensifikasi yang berkelanjutan” (*sustainable intensification*) sebagai antitesis dari intensifikasi pertanian. Intensifikasi yang berkelanjutan adalah sistem pertanian yang aktif mengelola lahan pertanian untuk meningkatkan intensitas proses ekologi yang mendukung produksi, seperti pengendalian hama secara hayati, siklus nutrisi dan penyerbukan. Ini berarti memanfaatkan secara cerdas fungsi dan layanan alam, pada skala lapangan dan skala lanskap untuk meningkatkan produktivitas pertanian, dan mengurangi ketergantungan pada bahan kimia pertanian dan kebutuhan untuk konversi

penggunaan lahan lebih lanjut (Tittonell, 2014). Dengan demikian konsep intensifikasi yang berkelanjutan merupakan pengembangan dan sejalan dengan sistem pertanian berkelanjutan. Tujuan pertanian berkelanjutan adalah melestarikan dan melindungi sumber daya alam; memenuhi kebutuhan pangan dan bahan bakar dari populasi yang terus bertambah, dan layak secara finansial untuk petani dan konsumen.

Secara umum, tingkat keanekaragaman hayati pada agroekosistem tergantung pada empat karakter dari agroekosistem, yang meliputi: 1) keanekaragaman vegetasi dalam dan di sekitar agroekosistem (*on farm and landscape diversity*), 2) variasi tanaman secara temporal dan spasial dari berbagai jenis tanaman dalam agroekosistem, 3) intensitas penggunaan lahan, dan 4) tingkat isolasi agroekosistem dari vegetasi alami (Altieri & Nichols 2004). Oleh karena itu optimalisasi peran agrobiodiversitas perlu mempertimbangkan ke empat faktor tersebut untuk mendukung pertanian berkelanjutan. Pengelolaan pilar-pilar agrobiodiversitas diilustrasikan pada Gambar 2. Adapun teknik budidaya untuk meningkatkan fungsi/layanan ekosistem agrobiodiversitas pada lahan pertanian (*on farm diversity*) disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Empat pilar biodiversitas pada lahan pertanian dan lingkungan sekitarnya yang saling berhubungan. Optimalisasi agrobiodiversitas fungsional dengan penerapan sistem polikultur, interkrop, agroforestri,dll. (pilar 1) yang disokong oleh keanekaragaman lanskap (pilar 2) serta koridor dan areal sumber biodiversitas (pilar 4) dan jika diperlukan maka dilengkapi dengan pengelolaan spesies spesifik disuatu wilayah (pilar 3) (Diadaptasi dari Erisman *et al.* 2016).



Gambar 3. Teknik budidaya untuk meningkatkan fungsi agrobiodiversitas (Altieri & Nichols 2004).

**CONTOH IMPLEMENTASI INTENSIFIKASI YANG BERKELANJUTAN**

Contoh penerapan intensifikasi yang berkelanjutan adalah penggunaan tanaman refugia. Tanaman ini mempunyai potensi menyokong mekanisme sistem yang meliputi perbaikan ketersediaan makanan alternatif seperti nektar, serbuk sari, dan embun madu; menyediakan *shelter*, tempat berlindung atau iklim mikro yang digunakan serangga musuh alami (predator dan parasitoid) untuk bertahan melalui pergantian musim atau berlindung dari faktor-faktor ekstrimitas lingkungan atau pestisida; serta menyediakan habitat untuk inang atau mangsa alternatif (Landis *et al.*, 2000). Penggunaan tanaman perangkap, tanaman penolak, tanaman pagar/penghalang, tanaman insektari, tanaman penutup dan sejenisnya dapat dikategorikan sebagai tanaman refugia.

### 1. Penggunaan strategi push and pull di Afrika Timur

Petani di Afrika Timur sudah menggunakan tanaman penarik (push) dan penolak (pull) sekaligus untuk pengendalian hama jagung. Tanaman yang sangat menarik untuk bertelur oleh hama penggerek batang (rumput Napier, *Pennisetum purpureum*) digunakan sebagai tanaman perangkap (pull), untuk menarik hama menjauh dari tanaman utama (jagung). Sebaliknya rumput molase, *Melinis minutiflora*, digunakan sebagai tanaman sela untuk mengusir (push) hama penggerek batang. Selain itu digunakan juga *Desmodium* untuk menekan gulma, *Striga hermonthica* melalui mekanisme alelopati. Rumput molase, ketika ditumpangsarikan dengan jagung, tidak hanya mengurangi investasi jagung oleh penggerek batang, tetapi juga meningkatkan parasitisme penggerek batang oleh musuh alami, *Cotesia sesamiae*. Rekayasa lingkungan pertanian ini telah diadopsi oleh lebih dari 30.000 petani kecil di Afrika Timur dan berhasil menekan serangan hama penggerek batang dan meningkatkan hasil jagung dari 1 ton/ha menjadi 3,5 ton/ha (Khan *et al.* 2010).

### 2. Penerapan sistem interkrop di China

Studi di China (2001-2015) menunjukkan bahwa peningkatan keanekaragaman tanaman disekitar tanaman padi berhasil meningkatkan kelimpahan arthropoda predator, mengurangi kelimpahan hama dan ketergantungan pada insektisida, serta peningkatan hasil gabah. Tanaman yang ditanam dipinggiran tanaman padi adalah kedelai sebagai tanaman pinggir dan diselingi dengan jagung, terong dan kubis China serta tanpa pengendalian gulma (Wan *et al.* 2018). Studi lapangan pada berbagai lokasi di Thailand, China dan Vietnam selama empat tahun, menunjukkan bahwa menanam tanaman penghasil nektar sebagai tanaman pinggir di sekitar sawah berhasil mengurangi populasi dua hama utama, mengurangi aplikasi insektisida hingga 70%, meningkatkan hasil gabah sebesar 5% dan memberikan keuntungan ekonomi sebesar 7,5% (Gurr *et al.* 2016). Praktik-praktik ini meningkatkan keanekaragaman hayati di ekosistem, secara signifikan meningkatkan pengendalian biologis hama padi dan memberikan stabilitas biologis dalam ekosistem.

Penanaman beberapa varietas padi lokal dan padi hibrida pada satu lahan seluas 5350 ha di China. Varietas padi yang rentan terhadap penyakit blast yang di intercropping dengan padi varietas tahan mampu menurunkan sekitar 94% keparahan penyakit dan meningkatkan hasil 89% lebih besar dibandingkan dengan menanam satu varietas padi saja (sistem monokultur). Eksperimen ini sangat berhasil sehingga penggunaan fungisida tidak lagi diterapkan pada akhir tahun ke dua penelitian (Zhu *et al.* 2003).

### 3. Studi peran agrobiodiversitas di Indonesia

Studi di wilayah pinggiran Taman Nasional Lore Lindu menunjukkan bahwa ketidakadiran kelelawar dan burung insektivora mengakibatkan peningkatan populasi serangga hama pada tanaman kakao, menurunkan jumlah buah yang berkembang. Hal ini menyebabkan penurunan produksi kakao sebesar 31% setara 326 kg per ha/tahun atau terjadi kehilangan hasil sekitar 730 USD per ha/tahun. Dampak kehilangan hasil ini cenderung lebih tinggi pada kebun kakao yang jauh dari hutan. Hasil ini menunjukkan pentingnya kehadiran kelelawar dan burung pada kebun kakao. Kelimpahan dan laju predasi avifauna tersebut sangat terkait dengan keberadaan vegetasi hutan dan jarak hutan tersebut dari kebun kakao (Maas *et al.* 2013).

Tisnawati dan Aziz (2014) melaporkan bahwa penerapan *perimeter trap crop* pada kebun tembakau dengan menggunakan *Crotalaria juncea* mampu melestarikan dan meningkatkan keanekaragaman musuh alami (predator dan parasitoid) secara nyata pada seluruh fase pertumbuhan tanaman tembakau dibandingkan dengan kebun tembakau monokultur. Sementara itu

(Shahabuddin *et al.* 2015) menemukan efektivitas tanaman perangkap (mentimun, kacang panjang atau tomat) dalam menekan serangan hama pengorok daun bawang merah di Lembah Palu. Selanjutnya ditemukan juga bahwa kombinasi tanaman perangkap dengan mikoriza efektif mengendalikan hama pengorok daun bawang merah dan secara nyata mampu menekan penggunaan insektida sintetik (Shahabuddin *et al.* 2018).

## SIMPULAN

Hasil telaah dari berbagai literatur menunjukkan bahwa keanekaragaman fungsional pada lahan pertanian (agrobiodiversitas) berperan penting dalam meningkatkan layanan ekosistem dan layanan ini dapat ditingkatkan melalui penganekaragaman tanaman pada lahan pertanian (*diversified farming system*) sebagai bagian dari sistem intensifikasi yang berkelanjutan (*sustainable intensification*). Berbagai jenis tanaman refugia berupa tanaman berbunga yang berperan sebagai sumber nutrisi atau mikrohabitat bagi musuh alami demikian juga tanaman perangkap dan tanaman penolak sebagai inang alternatif serangga herbivor dapat diintegrasikan dalam lahan pertanian dengan sistem polikultur, intercropping atau agroforestri untuk mencapai tujuan tersebut. Pengelolaan agrobiodiversitas tidak hanya perlu dilakukan pada skala lahan pertanian (*on farm*) tetapi juga dalam skala lanskap dengan mempertimbangkan keanekaragaman lanskap, keberadaan vegetasi alami dan hutan serta jarak atau koneksi vegetasi non budidaya tersebut dengan lahan pertanian. Pada gilirannya sistem ini tidak hanya dapat menurunkan penggunaan senyawa kimia tetapi juga mampu meningkatkan produktivitas sehingga mendukung sistem pertanian berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F and Manikmas M,O,A. 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*
- Altieri, 2009. The Ecological Impacts of Large-Scale Agrofuel Monoculture Production Systems in the Americas. *Bulletin of Science, Technology & Society* 29 (3): 236–244
- Altieri, M. E. and Nicholls, C. I. 2004. Biodiversity and Pest Management in Agroecosystem. *Food Products Press, Birmingham, NY*, 236 P
- Erismann, J.W., Eekeren, N.V., Wit, J.D. *et al.* 2016. Agriculture and biodiversity: a better balance benefits both. *AIMS Agriculture and Food*, 1(2): 157-174
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tengah (BPTP). 2008. *Analisis Kebijakan Pembangunan Pertanian di Sulawesi Tengah (APBN)*. <http://sulteng.deptan.go.id>.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1999. *Agricultural Biodiversity, Multifunctional Character of Agriculture and Land Conference, Background Paper 1*. Maastricht, Netherlands. September 1999.
- Garbach, K., Milder, J.C., Montenegro, M., Karp, D.S., DeClerck, F.A.J. 2014. *Biodiversity and Ecosystem Services in Agroecosystems. Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*: 21-40 doi:10.1016/B978-0-444-52512-3.00013-9
- 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
- Maas,B., Clough, Y and Tscharrntke, T. 2013. Bats and birds increase crop yield in tropical agroforestry Landscapes. *Ecol Lett.* 16(12):1480-1487.
- National Geographic Indonesia (NGI) 2016. Kehilangan Varietas. *Majalah National Geographic Indonesia*. Edisi Maret.
- Khan, Z.R., Midega C.A.O., Bruce, T.J.A., *et al.* 2010. Exploiting phytochemicals for developing a ‘push–pull’ crop protection strategy for cereal farmers in Africa. *Journal of Experimental Botany* 61 (15): 4185–4196

- Shahabuddin, Yunus, M., Hasriyanty and Tambing, Y. 2015. The role of trap crops for conserving of natural enemies of leaf miner on onion in Central Sulawesi, *Indonesia. Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*, 2(5):366-370
- Shahabuddin. 2016. *Manajemen agroekosistem dan serangga hama secara berkelanjutan untuk mendukung ketahanan pangan nasional*. Orasi ilmiah dalam rangka pengukuhan Guru Besar Tetap Bidang Entomologi Pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Tadulako.
- Shahabuddin S., Anshary, A., Made, U. 2018. Integrated management of leaf miners *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) on shallot crops by trap cropping system and arbuscular mycorrhizae. *JBiopest* 11(2): 114-120
- Thrupp, L.A. 1997. *Linking biodiversity and agriculture: Challenges and opportunities for sustainable food security*. World Resources Institute, USA
- Tittonell, P. 2014. Ecological intensification of agriculture—sustainable by nature. *Curr. Opinion Environ. Sustain.* 8: 53–61.
- Wan, N.F., Cai, Y.M. and Shen, Y.J. *et al.* 2018. Increasing plant diversity with borde crops reduces insecticide use and increases crop yield in urban agriculture. *eLife* 7:e35103. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.35103>
- Wilson C, Tisdell C. 2001. Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. *Ecological Economics* 39 (3): 449–462
- Zhu, Y. Y., Chen, H. R., Fan, J. H., *et al.* 2003. The use of rice varietal diversity for rice blast control. *Agricultural Sciences in China*, 2, 400–408.