JURNAL BIOLOGICA SAMUDRA 6 (2): 139 – 149 (2024)
DOI: https://doi.org/10.33059/jbs.v2i1.10846

Keanekaragaman serangga pengunjung bunga pisang pada beberapa ketinggian tempat di Sulawesi Tengah

Diversity of insects visiting banana flowers at several altitudes in Central Sulawesi

Fitrallisan[1*], Fahri Fahri[1]

[1] *Prodi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako*

Received: 05 September 2024; **Accepted**: 20 Desember 2024; **Published:** 30 Desember 2024

KATA KUNCI *Blood disease bacterium, Serangga pengunjung bunga pisang, Sulawesi*

KEYWORDS *Blood disease bacterium, Banana flower visiting insects, Sulawesi*

ABSTRAK

Serangga pengunjung bunga pisang adalah salah satu agen penyebar penyakit *Blood Disease Bacterium* (BDB). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan keanekaragaman serangga pengunjung bunga pada bunga tanaman pisang di Sulawesi. Koleksi dilakukan di enam desa yang dipilih berdasarkan perbedaan ketinggian yaitu Desa Tulo yang berada di ketinggian 52 meter di atas pemukaan laut (m.dpl), Ds. Bobo (767 m.dpl), Ds. Bunga (623 m.dpl), Tongoa (957 m.dpl) dan Ds. Dongi-dongi (1.203 m.dpl). Sampling serangga pengunjung bunga menggunakan alat jaring serangga dengan durasi pengambilan sampel dua kali seminggu selama sebulan, dan dilakukan pada pagi, siang dan sore hari. Serangga yang diperoleh, dicatat dan diidentifikasi di laboratorium. Hasil yang diperoleh yaitu sebanyak 13 jenis serangga pengunjung bunga pisang yang termasuk dalam 4 ordo, 10 famili. Keanekaragaman serangga dari lima lokasi penelitin masih termasuk dalam kategori sedang, dengan nilai tertinggi (H'= 2,11) ditemukan pada desa Bobo dan terendah (H'= 1,39) pada desa Tulo. Penelitian menyimpulkan ketinggian lokasi penelitian memberikan pengaruh terhadap kelimpahan jenis serangga dengan jumlah individu dari jenis yang ada masih cukup besar memberikan potensi bagi serangga sebagai agen dalam penyebaran penyakit BDB.

ABSTRACT

Banana flower-visiting insects are one of the agents responsible for the spread of Blood Disease Bacterium (BDB). This study aimed to identify the types and diversity of banana flower-visiting insects in Sulawesi. Sampling was conducted in six villages selected based on differences in elevation: Tulo Village (52 meters above sea level [masl]), Bobo Village (767 masl), Bunga Village (623 masl), Tongoa Village (957 masl), and Dongi-dongi Village (1,203 masl). Insect sampling was carried out using insect nets, with collection conducted twice a week for one month during the morning, afternoon, and evening. The collected insects were recorded and identified in the laboratory. A total of 13 species of banana flower-visiting insects were identified, belonging to 10 families and 4 orders. The diversity analysis showed that the diversity values across the five study locations were categorized as moderate. The highest diversity value was found in Bobo Village, categorized as moderate (H' = 2.11), while the lowest diversity value was recorded in Tulo Village (H' = 1.39), also categorized as moderate. The study concluded that elevation influences the abundance of insect species, with a relatively high number of individuals indicating the potential role of these insects as agents in the spread of BDB.

Correspondence:
Email: fitrallisan201008@gmail.com

1. Pendahuluan

Pisang adalah tanaman buah dengan dengan nilai produksi bruto (secara global) sekitar 44,1 miliar USD dan menduduki peringkat ke-14 dalam hal produksi buah (FAO 2018). Tanaman pisang (*Musa spp.*) memiliki produksi yang tinggi di lebih dari 120 negara, dengan sepertiganya diproduksi di kawasan Afrika, Amerika Latin, Karibia dan Asia-Pasifik, (FAO, 2007; Tripathi et al. 2010). Di Asia, Indonesia sebagai produsen pisang dan memenuhi kebutuhan 50% pisang di Asia. Indonesia sebagai salah satu negara di Kawasan Asia-Pasifik merupakan negara yang memiliki spesies pisang yang banyak. Namun, dalam hal pengolahan, Indonesia masih berada di peringkat ketujuh di dunia sebagai negara penghasil pisang (Darsono and Riptanti, 2015). Beberapa masalah terkait rendahnya produksi pisang di Indonesia adalah serangga hama pada tanaman pisang yang telah dilaporkan sejak lebih dari 50 tahun lalu (Zimmerman, 1968).

Secara umum, produksi pisang menurun karena berbagai faktor dan salah satu faktor adalah gangguan penyakit, serangga, dan vertebrata (Blomme *et al*. 2020; Blomme *et al*. 2017; Blomme dan Ocimati 2018) yang bersama-sama mengurangi produksi keseluruhan dalam hal kualitas buah maupun kuantitas. Hama serangga telah menjadi masalah besar dan utama (Lokeshwari *et al*. 2015; Krishnan *et al.* 2016) dan merupakan gangguan besar bagi petani pisang (Gold *et al*., 2004; Krishnan *et al.* 2017). Hama serangga utama yang berkontribusi terhadap kerugian terbesarnya adalah kumbang pisang (Aguilar *et al*. 2014) yang menyebabkan kerugian finansial pada petani komersial dan rumah tangga dengan menyebabkan kehilangan hasil hingga 80% (Swennen and Vuylsteke 2001).

Serangga yang mengivestasi hama pada pisang adalah pada tahap larva (Mau and Kessing (1993). Larva menyerang umbi, merusak sistem pembuluh darah dan melemahkan stabilitas tanaman. Serangan kumbang pisang menyebabkan hasil panen berkurang dan memperpendek umur perkebunan (Gold *et al*., 2004; Rukazambuga *et al*., 1998). Dalam kondisi wabah, kehilangan hasil panen dapat mencapai 100% (Sengooba, 1986). Beberapa genus yang telah dilaporkan sebagai hama pada pisang adalah, *Rhabdoscelus obscurus*, *Cosmopolites sordidus*, *Diocalandra taitense* dan termasuk kumbang hama pisang yang berasal dari Indonesia seperti *Stenommatus musae* dan *Polytus mellerborgii* (Zimmerman, 1968). Kumbang pisang *Cosmopolites sordidus* merupakan masalah utama yang sangat merusak pada kultivar dataran tinggi (Staver 1989; Shankar *et al*. 2016).

Sejauh ini, penelitian mengenai hama pisang sudah dilakukan di beberapa pulau di Indonesia, seperti Jawa dan Sumatra (Abera-Kalibata, *et al.* 2006; Sahetapy *et al*., 2020), namun belum dilaporkan untuk pulau lain termasuk Sulawesi. Pada penelitian ini, kami melaporkan jenis-jenis, keanekaragaman dan kemerataan serangga bunga pisang di Sulawesi yang terdistribusi mulai dari dataran rendah hingga dataran tinggi. Pentingnya data mengenai diversitas serangga pengunjung

bunga pisang untuk menjadi landasan dalam penanganan penyebaran penyakit pisang dan pengelolaan berkelanjutan tanaman pangan Indonesia.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di kebun pisang masyarakat mulai dari dataran rendah 52 meter di atas permukaan laut (m.dpl) di Desa Tulo hingga dataran tinggi yaitu Desa Bobo (767 m.dpl), Ds Bunga (623 m.dpl), Ds Tongoa (957 m.dpl) dan Ds Dongi-dongi (1203 m.dpl) Sulawesi Tengah (gambar 1). Desa Bobo, Ds Bunga, Ds Tongoa dan Ds Dongi-dongi berada di sebelah utara Taman Nasional Lore Lindu dan berbatasan langsung dengan zona penyangga. Penelitian dilakukan pada bMei 2022 dan Juli 2024 (total 20 hari koleksi). Identifikasi serangga dilakukan di Laboratorium Biosistematika Hewan dan Evolusi Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Tadulako.

2.2. Koleksi Serangga Pengunjung Bunga

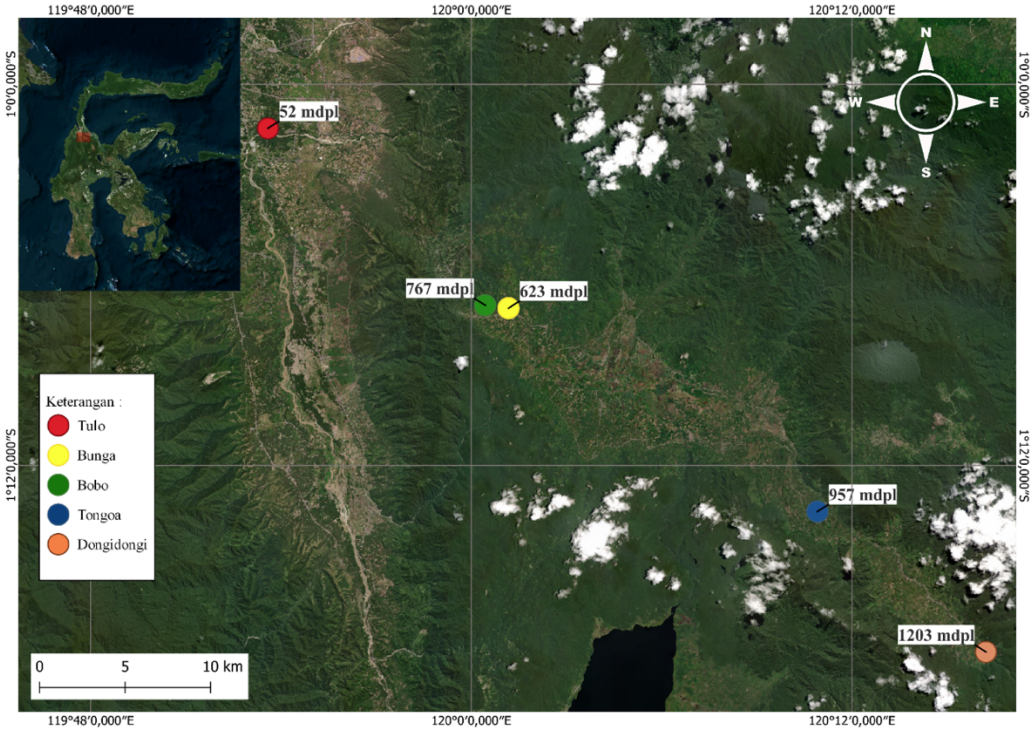
Pengamatan dan koleksi serangga dilakukan pada tanaman pisang yang sedang berbunga (gambar 2ab). Pengambilan sampel serangga pengunjung bunga menggunakan metode langsung, yakni menangkap serangga dengan jaring serangga (Gambar 2a). Pengamatan dan koleksi dilakukan sebanyak 10 kali (hari) dalam satu bulan, dimulai sejak bunga pisang mekar sampai dengan terbentuk buah secara keseluruhan. Serangga yang dikoleksi dimasukan kedalam tabung sampel 2 ml untuk serangga yang berukuran kecil dan 5 ml untuk serangga yang besar (gambar 2c).

2.3. Pengawetan dan Identifikasi Serangga

Serangga yang berukuran relatif besar akan dibuat dalam bentuk awetan kering dan yang berukuran lebih kecil dengan awetan basah dalam alkohol 70%. Identifikasi serangga pengunjung bunga berdasarkan buku determinasi serangga Borror *et al*. (1992), Britton *et al*. (1979), Zimmerman, (1968), Cherian, (2002) dengan menggunakan mikroskop stereo tipe SMZ745T.

2.4. Analisis Data

Data jumlah individu dan spesies dihitung disetiap lokasi penelitian. Digunakan fungsi Logaritma 10 (log_{10}) untuk menghitung jumlah individu dan spesies dengan rentang variasi nilai yang sangat besar. Penentuan keanekaragaman serangga pengunjung bunga berdasarkan indeks Shannon-Wiener: $H' = -\Sigma\ pi\ ln\ pi$, dengan $pi = ni/N$ (ni= jumlah individu setiap spesies dan N adalah jumlah total individu di setiap lokasi), dan kemerataan $E = H'/ln(S)$ dengan S= jumlah spesies (Magurran, 2013). Data hasil perhitungan dan analisis ditampilkan dalam tabel dan grafik.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian serangga bunga pisang di Sulawesi Tengah. Masing-masing lokasi diberi warna yang berbeda: warna merah untuk Desa Tulo, kuning untuk Ds. Bunga, hijau untuk Ds. Bobo, biru untuk Ds. Tongoa dan orange untuk Ds. Dong-dongi.

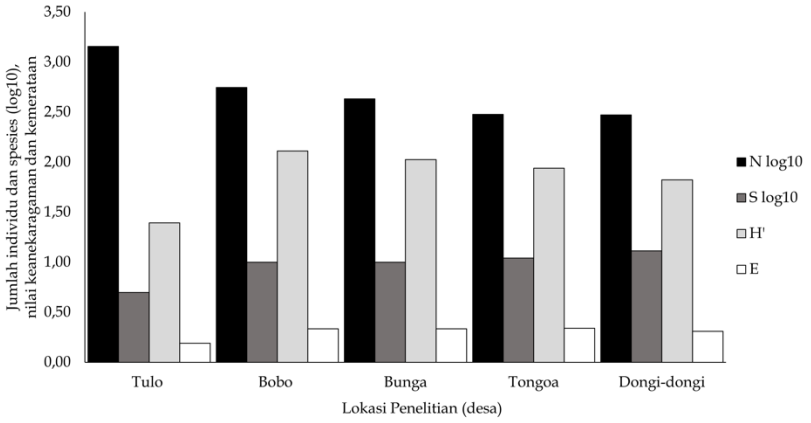


Gambar 2. Koleksi serangga pada bunga pisang. Koleksi dilakukan menggunakan jaring serangga (a), bunga pisang (b) dan pengawetan serangga dalam tabung sampel (c).

3. Hasil Penelitian

Serangga pengunjung bunga pisang yang dikoleksi dari lima lokasi kebun pisang dengan ketinggian yang berbeda yaitu sebanyak 4 ordo, 10 famili, 13 spesies/morfospesies dan jumlah total individu adalah 3024. Empat ordo tersebut

adalah Ordo Hymenoptera (6 spesies/morfospesies), Ordo Dermaptera (3 spesies/morfospesies), Ordo Diptera (3 spesies) dan Hemiptera dengan jumlah paling sedikit yaitu 1 spesies/morfospesies (Tabel 1).



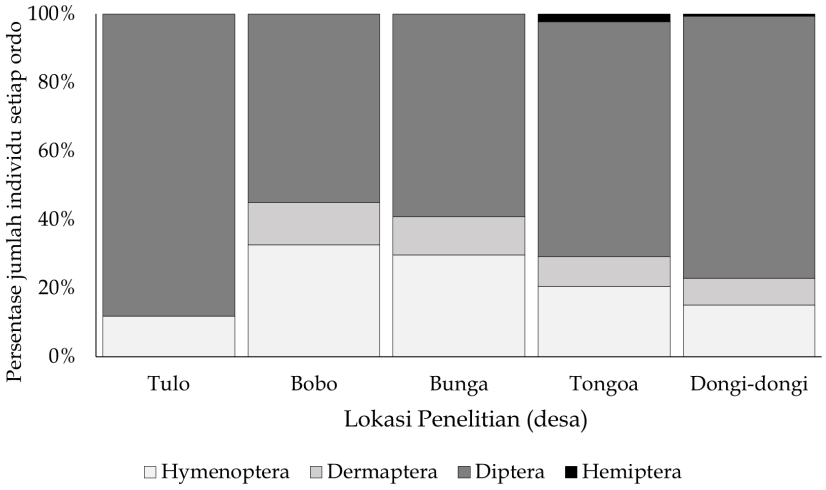
Gambar 3. Diversitas serangga pengunjung bunga pisang pada beberapa ketinggian tempat. Jumlah individu (log_{10}) di setiap desa (a), Jumlah spesies (log_{10}) (b), nilai keanekaragaman (c) dan nilai kemerataan (d).

Jumlah individu terbanyak ditemukan pada lokasi kebun pisang Desa Tulo yang berada di ketinggian 52 m.dpl yaitu sebesar 1.436 inividu. Jumlah total individu paling sedikit dikoleksi di Desa Tongoa yang berada di ketinggian 957 m.dpl dengan jumlah 307 individu. Berbeda dengan jumlah individu, jumlah spesies serangga terbanyak ditemukan pada Lokasi kebun pisang di Desa Dongi-dongi pada ketinggian 1.203 m.dpl sebanyak 13 spesies, dan jumlah spesies yang paling sedikit ada pada lokasi kebun pisang Desa Tulo dengan ketinggian 52 m.dpl yaitu 5 spesies. Keanekaragaman serangga pengunjung bunga pisang dengan nilai tertinggi ditemukan di Desa Bobo dengan nilai H'= 2,11 dan nilai terendah di Desa Tulo H'= 1,39). Nilai kemerataan tertinggi terdapat di Desa Tongoa E= 0,34 dan nilai terendah di Desa Tongoa E= 0,19 (Tabel 1, Gambar 2).

Tabel 1. Jenis dan jumlah individu serangga pengunjung bunga pisang pada lima lokasi sampling di Sulawesi Tengah

Ordo **Famili** **Genus/spesies**	**Total individu di setiap desa dan ketinggian (m.dpl)**				
	Tulo (52)	**Bobo** (767)	**Bunga** (623)	**Tongoa** (957)	**Dongi-dongi** (1.203)
Hymenoptera (n= 602)	**170**	**183**	**133**	**63**	**53**
Apidae					
Apis cerana	43	51	21	25	2
Apis dorsata binghami	0	0	7	0	5
Tetragonula sp.	0	37	42	7	9
Formicidae					
Tapinoma cf. *melanocephalum*	127	69	39	21	24
Anoplolepis gracilipes	0	26	24	6	11
Ichneumonidae					

Phygadeuontinae	0	0	0	4	2
Dermaptera (n= 174)	**0**	**69**	**50**	**27**	**28**
Forficulidae					
Doru sp.	0	34	27	11	7
Chelisocedae					
Chelisoches sp.	0	21	16	7	8
Anisolabididae					
Euborelia sp.	0	14	7	9	13
Diptera (n= 2.318)	**1.266**	**308**	**264**	**210**	**270**
Chloropidae					
Rhodesiella cf. *bhutanensis*	462	102	94	78	88
Rhodesiella cf. *manii*	443	117	98	77	105
Drosophilidae					
Drosophila melanogaster	361	89	72	55	77
Hemiptera (n= 9)	0	0	0	**7**	**2**
Belostomatidae					
Lethocerus sp.	0	0	0	7	2
Jumlah individu (log_{10})	1436 (3,16)	560 (2,75)	447 (2,63)	307 (2,48)	353 (2,47)
Jumlah spesies (log_{10})	5 (0,70)	10 (1,00)	10 (1.00)	11 (1,04)	13 (1,11)
Keanekaragaman (H')	1,39	2,11	2,03	1,94	1,82
Kemerataan (E)	0,19	0,33	0,33	0,34	0,31



Gambar 4. Persentase serangga pengunjung bunga pisang pada beberapa ketinggian tempat. Jumlah individu (log_{10}) di setiap desa (a), Jumlah spesies (log_{10}) (b), nilai keanekaragaman (c) dan nilai kemerataan (d).

4. Pembahasan

Ordo Diptera merupakan ordo dengan jumlah individu tertinggi, diikuti ordo, Hymenoptera, Dermaptera dan Hemiptera dengan jumlah individu terendah (Gambar 4). Serangga dari ordo Diptera, Hymenoptera, dan Dermaptera banyak ditemukan di bunga pisang karena bunga pisang menyediakan sumber makanan yang melimpah seperti nektar, serbuk sari, dan sisa-sisa cairan tanaman, yang menarik berbagai jenis serangga. Bunga pisang dapat menghasilkan nektar yang banyak dan karena ukurannya yang besar dan mencolok

secara visual, dan sering kali diserbuki terutama oleh burung atau kelelawar (Itino *et al*., 1991; Liu *et al*., 2002; Buregyeya *et al*., 2014), termasuk serangga Famili Apidae Ordo Hymenoptera (Free, 1993; Rutikanga *et al*., 2016). Kelompok Dermaptera diketahui sebagai serangga predator yang mencari serangga sebagai mangsa di beberapa tanaman, termasuk bunga pisang. Mereka menjadi predator penting terhadap hama seperti spesies *Forficula auricularia* sebagai musuh alami kutu daun (*aphids*) (Suckling *et al*. 2006) dan *A. maritima* sebagai predator untuk kumbang penggerek kelapa merah pada (*Rhynchophorus ferrugineus*) di Arab Saudi (Al-Dosary 2009).

Jumlah spesies serangga mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya ketinggian (Gambar 3). Kekayaan spesies yang tinggi terjadi karena di Desa Bobo, Bunga, Tongoa dan Dongi-dongi merupakan areal pertanian dengan system agroforestry ekstensif yang berada di zona penyangga (*buffer zone*) yang berbatasan langsung dengan hutan alami Taman Nasional Lore Lindu (Schulze *et al*. 2004; Wardah *et al*. 2011). Sistem pertanian di zona penyangga yang terdapat di sekitar Taman Nasional Lore Lindu dikelola secara ekstensif (sistem agroforestri) oleh Masyarakat (Bos *et al*., 2007). Sistem agroforestry diketahui mendukung keanekaragaman hayati, termasuk entomofauna (Schulze *et al*.,. 2004). Beberapa laporan menyebutkan bahwa sistem pertanian yang beragam seperti agroforestri (gabungan antara praktik pertanian dan kehutanan) dianggap dapat berfungsi sebagai habitat yang mendukung konservasi alam (Donald, 2004; Jose, 2012; Steffan-Dewenter *et al*., 2005; Torralba *et al*., 2016). Hal tersebut terjadi karena system agroforestry merupakan kombinasi tanaman, pohon, dan vegetasi alami yang menyediakan habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna. Selain itu, sistem ini dapat membantu menjaga siklus air, tanah, dan karbon, sehingga berkontribusi pada stabilitas ekosistem serta dapat meningkatkan pendapatan petani dengan diversifikasi hasil pertanian, sehingga menciptakan keseimbangan antara pengelolaan lahan dan konservasi alam (Schulze *et al*., 2004; Torralba *et al*., 2016; Udawatta *et al*., 2019).

Sama dengan kekayaan spesies, keanekaragaman dan kemerataan spesies yang tinggi ditemukan di desa Bobo, Bunga, Tongoa dan Dongi-dongi (Tabel 1). Laporan mengenai entomofauna yang beragam di sistem agroforestri juga ditemukan di Ghana (Campbell, 1984). Kekayaan dan keanekaragaman spesies pada sistem agroforestri diduga bergantung pada struktur komunitas lain, termasuk keanekaragaman tumbuhan dan tajuk pohon serta intensitas pengelolaan (Jones *et al*. 2018, Schulze *et al.* 2004). Heterogenitas lanskap dapat memiliki efek penting pada keanekaragaman hayati dan berkontribusi terhadap 25% spesies kumbang dan kupu-kupu (Gering *et al.* 2002, Summerville *et al*. 2003). Hasil penelitian ini membuktikan bahwa sistem agroforestri di sekitar zona penyangga Taman Nasional Lore Lindu (Desa Bobo, Bunga, Tongoa dan Dongi-dongi) tetap mendukung kekayaan dan keanekaragaman spesies serangga, termasuk serangga pengunjung bunga pisang. Sistem pertanian yang beragam seperti agroforestri disarankan untuk dijadikan sebagai habitat untuk konservasi alam (Donald 2004; Schroth *et al*. 2004).

5. Kesimpulan

Jumlah serangga pengunjung bunga pisang sebanyak 13 jenis dan 10 famili yang termasuk dalam 5 ordo. Keanekaragaman serangga pengunjung bunga pisang pada lima lokasi dengan ketinggian berbeda masih termasuk kategori sedang, dengan nilai tertinggi (H'= 2,11) pada Desa Bobo (767 mdpl) dan terendah (H'= 1,39) di Desa Tulo (52 mdpl). Jumlah individu terbanyak di Desa Tulo (1436 inividu) dan terendah di Desa Tongoa (297 inividu).

6. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) dan Fakultas MIPA Universitas Tadulako, atas bantuan dana penelitian, serta seluruh Staf Laboratorium Biosistematika Hewan dan Evolusi Program Studi Biologi FMIPA UNTAD.

Daftar Pustaka

Aguilar CH, Lasalita-Zapico F, Namocatcat J, Fortich A, Bojadores RM. 2014. Farmers' perceptions about banana insect pests and integrated pest management (IPM) systems in Soc Sar Gen. Di dalam: *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering*. Mindanao, Philippines, 63(5): pp. 22–27.

Abera-Kalibata AM, Hasyim A, Gold C S., & Van Driesche R. 2006. Field surveys in Indonesia for natural enemies of the banana weevil, Cosmopolites sordidus (Germar). *Biological Control*, *37*(1), 16-24.

Al-Dosary MM. 2009. Morphological characterization of the antennal sensilla of the earwig *Anisolabis maritima* (Dermaptera: Carcinophoridae) with reference to their probable functions. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 16: 17–22.

Borror DJ, Triplehorn CA, & Johnson NJ. 1992. Pengenalan pelajaran serangga. Gadjah Mada University Press.Yogyakarta.

Blomme G, Dita M, Jacobsen KS, Pérez Vicente L, Molina A, Ocimati W, Poussier S, Prior P. 2017). Bacterial Diseases of Bananas and Enset: Current State of Knowledge and Integrated Approaches toward Sustainable Management. *Frontiers in Plant Science*, 8:1290.

Blomme G, Ocimati W .2018. Xanthomonas bacterial wilt. Chapter 5: Diseases caused by bacteria and phytoplasmas. Handbook of diseases of banana, abacá and enset. (Ed. Jones, D.R.). CAB International. pp. 296-313.

Blomme G, Ocimati W, Amato S, Felde AZ, Kamira M, Bumba M, Bahatil L, Amini D, & Ntamwira JB. 2020. Banana pest risk assessment along banana trade axes running from low to high altitude sites, in the Eastern DR Congo and in Burundi. *African Journal of Agricultural Research*, 16(9) :1253-1269.

Bos MM. Höhn P, Saleh S, Büche B, Buchori D, Steffan-Dewenter I, & Tscharntke T. 2007. Insect diversity responses to forest conversion and agroforestry

management. *Stability of tropical rainforest margins, linking ecological, economic and social constraints of land use and conservation*: 277–294.

Britton E, Brown WL, Calaby JH, Colless DH. 1979. Common IFB: The Insect of Australia. Melbourne University Press, Canberra.

Buregyeya H, Kubiriba J, Tusiime G, Kityo R, Ssekiwoko F, Tushemerierwe WK (2014). Role of birds and bats in long distance transmission of banana bacterial wilt in Uganda. *Int. J. Agric. Innov. Res.*, 2:636-640.

Campbell CAM. 1984. The influence of overhead shade and fertilizers on the Homoptera of mature Upper-Amazon cocoa trees in Ghana. *Bulletin of Entomological Research*, 74: 163-174.

Cherian, PT., 2002. Fauna of India and the adjacent countries-Diptera Vol. IX. Chloropidae (Part 1), i-xvi, 1-368, Kolkata).

Darsono E, Riptanti. 2015. The analysis of export commodity competitiveness. In: *IOP Conference Series Earth and Environmental Science.* Central Java Province, 2011-2015. pp 1–7.

Donald PF .2004. Biodiversity impacts of some agricultural commodity pro duction systems. *Conservation Biology*, 18: 17-37.

FAOSTAT. 2007. Food and Agricultural Organazation of the United Nations. http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx2. Rome, Italy. [September 2022].

FAOSTAT. 2018. Food and Agricultural Organization (FAO). http://www.fao.org/faostat/en/#data. [Juli 2022].

Free, J. F. 1993. Insect Pollination of Crops. Academic Press, San Diego.

Gering JC, Crist TO. 2002. The alpha-beta-regional relationship: providing new insights into local-regional patterns of species richness and scale dependance of diversity components. *Ecology Letters*, 5: 433-444.

Gold, CS., Kagezi, GH, Night G, Ragama, PE. 2004. The evect of banana weevil, *Cosmopolites sordidus*, damage on highland banana growth, yield and stand duration in Uganda. *Ann. Appl. Biol*., 145: 263–269.

Itino T, Kato M, and Hotta M. 1991. Pollination ecology of the two wild bananas, Musa acuminata subsp. halabanensis and M. salaccens: Chiropterophily & ornithophdy. *Biotropica*, 23: 151–158.

Jones JPG, Mandimbiniaina R, Kelly R, Ranjatson P, Rakotojoelina B, Schreckenberg, K, & Poudyal M. 2018. Human migration to the forest frontier: Implications for land use change and conservation management. *Geo: Geography and Environment*. 5(1). https://doi.org/10.1002/geo2.50.

Jose S. 2012. Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity. *Agroforestry Systems*, 85(1), 1–8. https://doi.org/10.1007/s10457-012-9517-5.

Krishnan JU, & Jayaprakas CA. 2016. Biology and host preference of Odoiporus longicollis Oliver,(Banana pseudostem weevil). *Int J Sci Res*, *5*(6): 2460-2465.

Krishnan JU, Jayaprakas CA, Ajesh G, Lekshmi NR, Sree Sankar D. 2017. Life-table of Odoiporus longicollis Oliver (Coleoptera: Dryophthoridae) under varying temperature ranges, an in-vitro study. *Entomon* 42(4): 269–274.

Liu AZ, Li DZ, Wang H, & Kress WJ. 2002. Ornithophilous and Chiropterophilous pollination in Musa itinerans (Musaceae), a pioneer species in tropical rain forests of Yunnan, southwestern China. *Biotropica*, 34: 254–260.

Lokeshwari D, Krishna Kumar NK, Manjunatha H. 2015. Record of ants (Hymenoptera: Formicidae) tending aphids with special reference to the melon aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Pest Management in Horticultural Ecosystems*, 21(1): 31–37.

Magurran AE. 2013. *Ecological diversity and its measurement*. Springer Science & Business Media.

Mau RFL, Kessing JLM. 1993. *Cosmopolites sordidus* (Germar). Crop Knowledge Master. http://www.extento. hawaii.edu/Kbase/crop/type/cosmopol.htm.

Rukazambuga NDTM, Gold CS, Gowen SR. 1998. Yield loss in East African highland banana (*Musa* spp., AAA-EA group) caused by the banana weevil, Cosmopolites sordidus Germar. *Crop Prot*, 7, 581–589.

Rutikanga, A., Tusiime, G., Night, G., Ocimati, W., & Blomme, G. (2016). Variation in nectar volume and sugar content in male flowers of Musa cultivars grown in Rwanda and their non-effect on the numbers of visiting key diurnal insect vectors of banana Xanthomonas wilt. *African Journal of Agricultural Research*, 11(8): 607-623.

Shankar U, Singh AK, Mondal A. 2016. Integrated pest management in banana; integrated pest management in the tropics. In: Abrol. India: New India Publishers. Chapter 12; pp. 329–349.

Schroth G, da Fonseca GAB, Harvey CA, Gascon C, Vasconcelos HL, Izac A-MN. 2004. Agroforestry and biodiversity conservation in tropical land scapes, Island Press, Washington DC.

Schulze CH, Waltert M, Kessler PJ, Pitopang R, Veddeler D, Mühlenberg MS, Robbert G, Christoph L, Ingolf Steffan-Dewenter & Tscharntke T. 2004. Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: comparing plants, birds, and insects. *Ecological applications*, 14(5), 1321-1333.

Sahetapy B, Maryana N, Manuwoto S, & Mutaqin KH. 2020. Serangga pengunjung bunga yang berpotensi sebagai vektor penyakit darah pada tanaman pisang di Kabupaten Sigli, Banda Aceh. *Jurnal Agrikultura*, *31*(1), 1-8.

Sengooba T. 1986. Survey of banana pest problem complex in Rakai and Masaka districts, August 1986: Preliminary trip report. Namulonge Research Station, Namulonge, Uganda. *Unpubl. Mss.* 10 pp.

Staver C. 1989. Why farmers rotate fields in maize-cassava-plantain bush fallow agriculture in the wet Peruvian Amazon? *Human Ecology*, 17(4): 401–426.

Steffan-Dewenter I, Potts SG, Packer L, & Ghazoul J. 2005. Pollinator diversity and crop pollination services are at risk [3] (multiple letters). *In Trends in Ecology and Evolution* 20:12 pp. 651–652).

Suckling DM, Burnip GM, Hackett J, Daly and JC. 2006. Frass sampling and baiting indicate European earwig (*Forficula auricularia*) foraging in orchards. *Journal of Applied Entomology*, 130: 263–267.

Summerville KS, Boulware MJ, Veech JA. 2003. Spatial variation in species diversity and composition of forest Lepidoptera in Eastern deciduous forests of North America. *Conservation Biology*, 17: 1045-1057.

Swennen R, Vuylsteke D. 2001. Banana. In: Raemaekers RH, editor. Crop production in tropical Africa. Brussels (Belgium): Directorate General for International Cooperation. pp. 530–552.

Torralba M, Fagerholm N, Burgess PJ, Moreno G, & Plieninger T. 2016. Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *230*, 150–161.

Tripathi L, Tripathi JN, Tushemereirwe WK. 2010. Control of banana *Xanthomona wilt* Disease Using Genetic Engineering. In: Proceeding of. International Conference on Banana & Plantain in Africa, (ed. T. Dubois *et al.*,) International Society for, Horticultural Science Acta Horticulturae , (879): 649-657.

Udawatta RP, Rankoth LM, & Jose S. 2019. Agroforestry and biodiversity. *Sustainability*, 11(10): 1–22.

Wardah, Toknok B, Zulkhaidah. 2013. Carbon stock of agroforestry systems at adjacent buffer zone of Lore Lindu National Park, Central Sulawesi. *Journal of Tropical Soils*, 16(2) 123-128.

Zimmerman, EC. 1968. Rhynchophorinae of Southeastern Polynesia 12 (Coleoptera: Curculionidae). *Pacific Insects*, 10 (1): 47-77.