

**KEANEKARAGAMAN MAKROFAUNA TANAH DI KAWASAN
PERKEBUNAN COKLAT (*Theobroma cacao* L.) SEBAGAI BIOINDIKATOR
KESUBURAN TANAH DAN SUMBER BELAJAR BIOLOGI**

Endrik Nurrohman¹, Abdulkadir Rahardjanto¹, Sri Wahyuni¹

¹Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang
e-mail: rahardjanto@gmail.com

ABSTRAK

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 20-28 Maret 2015 dengan metode jebakan (*Pit fall Trap*). Penelitian dilakukan bertujuan untuk mengetahui jenis makrofauna tanah, parameter ekologi, indeks keanekaragaman jenis, dan indeks kemerataan jenis yang terdapat di kawasan perkebunan coklat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa makrofauna tanah yang ditemukan terdiri dari jenis *Tachita angulata*, *Cryptocercus garciai*, *Lymnaea rubiginosa*, *Odontoponera denticulata*, *Sigmoria trimaculata*, *Pirata piraticus*, *Sitona* sp., *Grillus* sp., *Scolopendra gigantea*, *Forficula auricularia*, *Hydrochara soror*, *Leptocarisa acuta*, *Trigoniulus corallinus*, *Odontomachus* sp., *Lumbricus rubellus*, *Phyllopora* sp., *Componatus arogans*, *Geophilus* sp., *Gryllotalpa gryllotalpa*, *Ploiaria* sp.. Parameter ekologi makrofauna tanah adalah: (1) Kepadatan berkisar antara 0,25 ind/m² – 4,75 ind/m², kepadatan relatif berkisar antara 0,002 - 0,052. Kepadatan terendah jenis *Gryllotalpa gryllotalpa* dan tertinggi jenis *Pirata piraticus* (2) Frekuensi berkisar antara 0,16 – 1,00, frekuensi relatif berkisar antara 0,018 – 0,115 dengan nilai frekuensi terendah jenis *Gryllotalpa gryllotalpa* dan tertinggi jenis *Scolopendra gigantea*. (3) Indeks nilai penting tertinggi jenis *Pirata piraticus* 5,28, terendah *Gryllotalpa gryllotalpa* 0,027. Indeks keanekaragaman jenis Shannon wiener (*H'*) kategori keanekaragaman jenis rendah. Nilai evennes (*E*) populasi cenderung merata. Hasil Uji *C-Organik* tanah sangat tinggi berarti tanah tergolong tanah yang subur. Rendahnya keanekaragaman karena adanya penggunaan pestisida jenis Carbokfuran yang mendominasi. Hasil penelitian ini digunakan sebagai sumber belajar biologi berupa buku petunjuk praktikum.

Kata kunci: Makrofauna Tanah, Bioindikator dan Keanekaragaman

Indonesia adalah Negara yang mendapat sebutan sebagai *Mega Biodiversity* terbesar setelah Brazil dan Madagaskar. Diperkirakan 25% spesies dunia berada di Indonesia, dengan kombinasi yang cukup unik. Secara total keanekaragaman hayati di Indonesia sebesar kurang lebih 325.350 jenis flora dan fauna (Rahmawaty, dalam Imawan, 2013). Keanekaragaman hayati merupakan totalitas dari kehidupan organisme di suatu kawasan tertentu (Sugiyarto dkk., 2007).

Biodiversitas suatu kawasan merupakan fungsi dari diversitas lokal atau habitat tertentu dan struktur yang ada di dalamnya pada daerah terestial, biodiversitas tanah merupakan salah satu bentuk diversitas alfa yang sangat berperan dalam mempertahankan sekaligus meningkatkan fungsi tanah untuk menopang kehidupan di dalamnya. Pemahaman tentang biodiversitas tanah masih sangat terbatas, baik dari segi

taksonomi maupun fungsi ekologi. Untuk itu diperlukan upaya untuk mengkaji dan sekaligus melestarikannya (Hagvar dalam Sugiyarto, 2000).

Biodiversitas fauna tanah adalah hewan-hewan yang hidup di atas maupun di bawah permukaan tanah. Berdasarkan ukuran tubuhnya, fauna tanah dapat dibedakan menjadi empat kelompok yaitu Mikrofauna dengan diameter tubuh 0,02-0,2 mm, Mesofauna dengan diameter tubuh 0,2-2 mm contoh nematoda, collembola dan acarina. Makrofauna dengan diameter tubuh 2-20 mm contoh cacing, semut, dan rayap Megafauna dengan diameter tubuh lebih besar dari 2 cm contoh bekicot (Nusroh, 2007).

Peran aktif makrofauna tanah dalam menguraikan bahan organik tanah dapat mempertahankan dan mengembalikan produktivitas tanah dengan didukung faktor lingkungan disekitarnya (Thamrin dan Hanafi dalam Wulandari dkk., 2005).

Brussaard *dalam* Wulandari dkk (2005), menjelaskan bahwa keberadaan dan aktivitas mesofauna dan makrofauna tanah dapat meningkatkan aerasi, infiltrasi air, agregasi tanah, serta mendistribusikan bahan organik tanah sehingga diperlukan suatu upaya untuk meningkatkan keanekaragaman mesofauna dan makrofauna tanah.

Keberadaan fauna tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, salah satunya adalah adanya bahan organik dalam tanah (Putra, 2012). Keberadaan fauna dapat dijadikan parameter dari kualitas tanah, fauna tanah yang digunakan sebagai bioindikator kesuburan tanah tentunya memiliki jumlah yang relatif melimpah (Ibrahim, 2014). Salah satu fauna tanah yang dapat dijadikan bioindikator adalah makrofauna tanah. Hal tersebut dijelaskan oleh (Tim Sintesis Kebijakan *dalam* Paritika, 2010) menjelaskan bahwa masing-masing biota tanah mempunyai fungsi yang khusus dan mempunyai fungsi ekologis yang khusus. Keanekaragaman biota dalam tanah dapat digunakan sebagai indikator biologis kualitas tanah. Setiap grup fauna tanah dapat dijadikan bioindikator karena keberadaan fauna tanah sangat bergantung dengan faktor biotik dan abiotik tanah (Sugiyarto, 2010). Makrofauna tanah mempunyai peranan besar untuk memperbaiki sifat-sifat fungsional tanah (Nusroh, 2000).

Penelitian makrofauna tanah terutama yang terdapat pada lahan perkebunan coklat masih sedikit dilakukan. Tanaman coklat yang berada di Banyuwangi merupakan kawasan perkebunan coklat yang paling luas di Jawa Timur, perkebunan ini dikelola oleh PT.Perkebunan Nusantara XII (Persero) yang berlokasi di Desa Jatirono Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi. Hasil observasi dan wawancara yang dilakukan, kendala dalam berkebun coklat adalah banyaknya hama yang menyerang, karena itu banyak pestisida yang digunakan untuk menjaga tanaman coklat dari serangan

fauna pengganggu, karena aktifitas tersebut maka akan mengancam keberadaan dari makrofauna. Rahmawati (2012) menjelaskan penggunaan pupuk kimia sintetis dan insektisida sintetis secara berlebihan dapat menimbulkan berbagai permasalahan minimnya kajian dan penelitian tentang makrofauna tanah menyebabkan kurangnya informasi dan pengetahuan tentang makrofauna tanah.

Terbatasnya penelitian makrofauna ini dikuatkan oleh Lavelle et al., *dalam* Sugiyarto (2000) meskipun telah banyak yang melaporkan tentang peran makrofauna tanah dalam sistem reproduksi tanaman pertanian, tetapi perhatian pada perlunya melakukan konservasi terhadap biodiversitas makrofauna tanah masih sangat terbatas. Banyak tema penelitian yang masih perlu dilakukan guna meningkatkan kelestarian dan daya manfaat makrofauna tanah (Sugiyarto, 2000).

Pembelajaran merupakan suatu proses yang terdiri dari kombinasi dua aspek, yaitu belajar tertuju kepada apa yang harus dilakukan oleh siswa, mengajar berorientasi pada apa yang harus dilakukan oleh guru sebagai pengajar (Haris dkk, 2008). Belajar merupakan proses interaksi antara peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar (Liandini, 2006). Pengembangan sumber belajar tersebut perlu dilakukan pada mata pelajaran biologi materi keanekaragaman hayati di SMA.

Biologi sebagai bagian dari sains, menuntut kompetensi belajar pada ranah pemahaman tingkat tinggi yang komprehensif. Namun dalam kenyataannya siswa saat ini cenderung menghafal daripada memahami, padahal pemahaman merupakan modal dasar bagi penguasaan selanjutnya (Wena at al., *dalam* Mastiroh, 2012). Biologi merupakan mata pelajaran yang wajib ditempuh bagi siswa SMA di kelas X, materi keanekaragaman hayati sangat berkaitan dengan ekosistem lingkungan. Oleh karena itu, peneliti menganggap sangat penting untuk

dilakukan penelitian tentang “Keanekaragaman Makrofauna Tanah di Kawasan Perkebunan Coklat (*Theobroma cacao* L.) sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah dan Sumber Belajar Biologi”.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif-kuantitatif. Menurut Sukmadinata (2011) penelitian deskriptif merupakan penelitian yang mendeskripsikan atau menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, baik fenomena yang bersifat alamiah atau rekayasa manusia. Penelitian kuantitatif bertujuan untuk menjelaskan angka-angka data analisis menggunakan statistik (Sugiyono, 2010). Penelitian ini akan mendeskripsikan tentang keanekaragaman makrofauna tanah dan faktor biotik tanah, kemudian data yang diperoleh akan dianalisis untuk dilanjutkan sebagai sumber belajar Biologi berupa buku petunjuk praktikum pada materi Keanekaragaman Hayati jenjang pendidikan SMA kelas X. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh fakta atau data tentang keanekaragaman jenis, pemerataan, Indeks nilai penting makrofauna tanah di kawasan perkebunan coklat (*Theobroma cacao* L.). Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi. Penelitian ini dilaksanakan pada 18 Maret sampai dengan 28 April 2015 di kawasan perkebunan coklat (*Theobroma cacao* L.). Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi.

Populasi dalam penelitian ini adalah semua hewan makrofauna tanah yang ditemukan pada lokasi penelitian di kawasan perkebunan coklat (*Theobroma cacao* L.). PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) yang berlokasi di Dusun Jatirono Desa Kajarharjo kecamatan kalibaru kabupaten banyuwangi. Sampel dalam penelitian ini adalah makrofauna tanah yang ditemukan pada setiap stasiun penelitian di daerah perkebunan coklat (*Theobroma cacao* L.). PT. Perkebunan

Nusantara XII (Persero) yang berlokasi di Dusun Jatirono Desa Kajarharjo Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi.

Teknik sampling menggunakan *simple random sampling*, penelitian ini dilakukan pada 6 stasiun yang berbeda. Alat dan bahan yang digunakan meliputi; Cangkul, pH meter, Soil tester, roll meter, termometer, beaker glass, formalin, aquades, cawan petri, kamera, dan alat tulis.

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu penentuan lokasi penelitian dan dilanjutkan dengan pemetaan untuk menentukan stasiun dan ulangat/ pemasangan jebakan *pit fall trap*. Makrofauna tanah yang terkoleksi di bersihkan dan diidentifikasi dengan mengacu pada buku pengenalan serangga Borror *et al.*, (1992), Ekologi Hewan Tanah Suin (2012), dan Buku *Classification of Insects* Brues *et al.*, (1954) dan diidentifikasi di Laboratorium Diversitas FMIPA Universitas Brawijaya Malang.

Instrumen pengambilan data meliputi; kepadatan dan kepadatan relatif, frekuensi dan frekuensi relatif, indeks nilai penting, keanekaragaman, pemerataan,. Teknis analisis data menggunakan korelasi *pearson* untuk mengetahui hubungan antara makrofauna tanah dengan faktor abiotik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis-Jenis Mesofauna Tanah yang Ditemukan

Jenis-jenis makrofauna tanah yang ditemukan di lokasi penelitian di kawasan perkebunan coklat kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi yang terkoleksi terdiri dari 7 kelas dengan 14 Bangsa dan tergolong dalam 17 Suku 20 Marga dan 20 jenis. Jenis yang ditemukan adalah *Tachita angulata*, *Cryptocercus garciai*, *Lymnaea rubiginosa*, *Odontoponera denticulata*, *Sigmoria trimaculata*, *Pirata piraticus*,

Sitena sp., *Grillus* sp., *Scolopendra gigantea*, *Forficula auricularia*, *Hydrochara soror*, *Leptocarisa acuta*, *Trigoniulus corallinus*, *Odontomachus* sp.,

Lumbricus rubellus, *Phyllophaga* sp., *Componatus arogans*, *Geophilus* sp., *Gryllotalpa gryllotalpa*, *Ploiaria* sp. Seperti yang tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Makrofauna yang Terkoleksi

No	Kelas	Ordo	Suku	Marga	Jenis	Jumlah Individu Stasiun Penelitian					
						1	2	3	4	5	6
1	Insecta	Orthoptera	Gryllotalpidae	Gryllotalpa	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	0	1	0	0	0	0
			Gryllinae	Gryllus	<i>Gryllus</i> sp	1	0	0	0	1	2
				Odontopone ra	<i>Odontopone ra</i>	3	0	0	2	1	0
		Hymenoptera	Formicidae	Odontoman chus	<i>Odontoman chus</i> sp	0	0	1	0	0	0
				Componotus	<i>Componotus arogans</i>	0	1	1	2	1	2
		Dermaptera	Forficulidae	Forficula	<i>Forficula auricularia</i>	1	1	0	0	0	1
			Scarabaeidae	Phyllophaga	<i>Phyllophaga</i> sp	0	0	0	1	0	1
		Coleoptera	Hydrophilidae	Hydrochara	<i>Hydrochara soror</i>	0	2	0	1	1	1
			Meloidae	Tachyta	<i>Tachyta angulata</i>	1	0	1	0	1	1
			Pyrrhocoridae	Ploiaria	<i>Ploiaria</i> sp	0	0	1	0	0	0
Hemiptera	coreidae	Leptocarisa	<i>Leptocarisa acuta</i>	0	1	0	0	0	0		
Blattaria	Cryptocercidae	Cryptocercus	<i>Cryptocercus garciai</i>	1	0	0	0	0	0		
2	Hexapoda	Coleoptera	Chrysomelidae	Systema	<i>Systema</i> sp	1	0	0	1	1	1
3	Diplopoda	Polydesmida	Xystodesmidae	Sigmoria	<i>Sigmoria trimaculata</i>	1	0	0	1	1	0
		Spirobolida	Trigoniulidae	Trigoneulus	<i>Trigoneulus corallinus</i>	0	1	1	1	1	1
4	Arachnida	Araneae	Lycosidae	Pirata	<i>Pirata piraticus</i>	4	6	7	0	2	0
5	Citellata	Haplotaxida	Lumbricidae	Lumbricus	<i>Lumbricus rubellus</i>	0	0	0	0	0	1
6	Chilopoda	Scolopendro morpha	Scolopendridae	Scolopendra	<i>Scolopendra gigantea</i>	4	2	3	3	3	0
		Geophilomo rpha	Geophilidae	Geophilus	<i>Geophilus</i> sp	2	1	1	2	0	1
7	Gastropoda	Stylommato phora	Lymnaeidae	Lymnaea	<i>Lymnaea rubiginosa</i>	1	1	1	0	0	0
Jumlah						19	17	17	13	13	12

Berdasarkan Tabel 1. diperoleh 2 kelas mesofauna tanah yang terdiri dari 20 marga dan 20 jenis berbeda yang

ditemukan di lokasi penelitian. Jenis makrofauna tanah yang ditemukan di stasiun yang berbeda dapat disebabkan

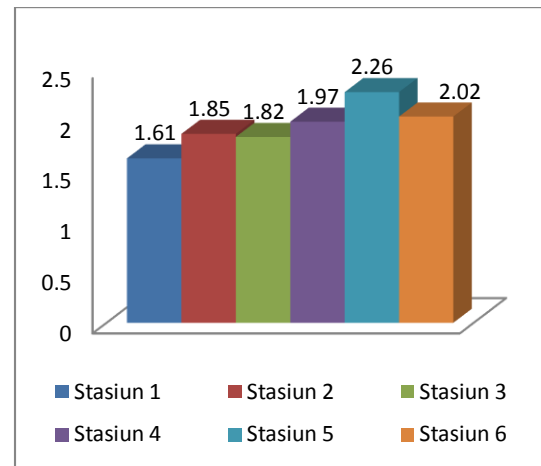
karena mesofauna tanah tersebut bersifat *mobil* (bergerak), sehingga bila kondisi lingkungan tidak baik maka makrofauna tanah tersebut akan berpindah tempat. Keberadaan fauna tanah sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu faktor biotik dan faktor abiotik. Faktor lingkungan abiotik yang mempengaruhi adalah faktor fisika antara lain tekstur tanah, struktur tanah, dan faktor kimia antara lain pH, salinitas, kadar bahan organik dan unsur mineral tanah. Sedangkan faktor biotik yang mempengaruhi antara lain mikroflora dan tanaman. Tanaman dapat meningkatkan kelembapan tanah dan sebagai penghasil seresah yang disukai fauna tanah (Nusroh, 2007).

Indeks Nilai Penting (INP) Mesofauna Tanah

Indeks Nilai Penting (INP) atau *Important Value Index* merupakan Indeks kepentingan yang menggambarkan pentingnya peranan suatu jenis vegetasi dalam ekosistem (Fachrul, 2012). Berdasarkan hasil Perhitungan Indeks Nilai Penting makrofauna tanah di kawasan perkebunan coklat dapat diketahui bahwa nilai Indeks Nilai Penting pada lokasi penelitian stasiun 1 tertinggi adalah jenis *Pirata piratichus* yaitu 5,28% kemudian jenis makrofauna yang memiliki indeks nilai penting tertinggi pada stasiun 2 yaitu jenis *Scolopendra gigantea* yaitu 4,50% kemudian jenis makrofauna yang memiliki indeks nilai penting tertinggi pada stasiun 3 yaitu jenis *Pirata piratichus* yaitu 5,28% kemudian jenis makrofauna yang memiliki indeks nilai penting tertinggi pada stasiun 4 yaitu jenis *Scolopendra gigantea* yaitu 4,50% kemudian jenis makrofauna yang memiliki indeks nilai penting tertinggi pada stasiun 5 yaitu jenis *Pirata piratichus* yaitu 5,28% kemudian jenis makrofauna yang memiliki indeks nilai penting tertinggi pada stasiun 6 yaitu jenis *Hydrochara soror* yaitu 1,42%.

Indeks Keanekaragaman (*Diversity*) Mesofauna Tanah

Adapun hasil keanekaragaman makrofauna tanah pada stasiun I, II, III, IV, V dan VI tersajikan pada Gambar 1. berikut.



Gambar 1. Indeks keanekaragaman mesofauna tanah pada 3 stasiun penelitian

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa 4 stasiun dari 6 stasiun berada dalam kategori dengan nilai indeks keanekaragaman yang rendah, hal tersebut karena memang lokasi penelitian merupakan lokasi dengan keadaan yang homogen. Menurut Fatawi (2002) semakin heterogen dan kompleks suatu daerah atau lingkungan secara fisik maka semakin tinggi tingkat keanekaragaman jenisnya. Selain itu faktor biotik dan abiotik dari lingkungan juga mempengaruhinya. Sugiyarto (2000) menambahkan keanekaragaman makrofauna tanah menunjukkan korelasi tinggi dengan kandungan bahan organik tanah. Suin (2012) mengungkapkan rendahnya nilai indeks keanekaragaman (*Diversity*) kemungkinan besar dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan abiotik.

Kelembapan tanah juga memiliki peranan penting di dalam menentukan tingkat keanekaragaman jenis dalam suatu komunitas. Pada lokasi penelitian didapatkan rata-rata kelembapan 35-38,5% dimana hasil tersebut masih dalam kelembapan normal. Sukarsono (2009) menjelaskan temperatur dan kelembapan memiliki peran penting dalam lingkungan

daratan dan sebagai bagian paling penting dari iklim. Temperatur memberikan efek membatasi pertumbuhan organisme apabila keadaan kelembaban ekstrim tinggi atau rendah, akan tetapi kelembaban memberikan efek lebih kritis terhadap organisme pada suhu yang ekstrim tinggi atau ekstrim rendah, selain itu kelembaban tanah juga sangat mempengaruhi nitrifikasi, kelembaban tinggi lebih baik bagi hewan tanah dari pada kelembaban rendah. Berkurangnya suatu jenis fauna tanah akan mengakibatkan adanya suatu jenis yang mendominasi di suatu daerah tersebut.

pH tanah sangat penting dalam ekologi fauna tanah karena keberadaan dan kepadatan fauna tanah sangat tergantung pada pH tanah. Pada lokasi penelitian didapatkan rata pH 5-6 dimana pH tersebut kurang sesuai dengan kehidupan makrofauna tanah. Pengukuran pH tanah sangat penting dalam ekologi hewan tanah karena keberadaan dan kepadatan hewan tanah sangat bergantung pada Ph tanah (Suin, 2012). Handayanto & Hairiah (2009) menjelaskan bahwa sebagian besar fauna tanah menyukai pH berkisar 6-7 karena ketersediaan unsur hara yang cukup tinggi. Kondisi pH tanah yang terlalu asam dan basa dapat mengganggu kehidupan fauna tanah, tetapi Suin (2012) menjelaskan bahwa terdapat fauna tanah yang dapat hidup di kondisi pH asam dan dapat dijumpai pula pada kondisi pH basah.

Suin (2012) menjelaskan bahan organik tanah sangat menentukan kepadatan populasi organisme tanah salah satunya adalah fauna tanah dimana semakin tinggi kandungan organik tanah maka akan semakin beranekaragaman fauna tanah yang terdapat pada suatu ekosistem. Komposisi dan jenis serasah daun menentukan jenis fauna tanah yang terdapat di daerah tersebut dan banyaknya tersedia serasah menentukan kepadatan fauna tanah. Material bahan organik merupakan sisa tumbuhan dan hewan organisme tanah, baik yang telah

terdekomposisi maupun yang sedang terdekomposisi. Menurut Supriyadi (2008) kandungan bahan organik (C-organik) dalam tanah mencerminkan kualitas tanah, dimana kandungan bahan organik dikatakan sangat rendah apabila $< 2\%$, dan rendah apabila $> 2\%$, kandungan bahan organik yang berkisar 2-10% memiliki peranan yang sangat penting.

Suhu tanah adalah merupakan faktor fisika tanah yang sangat menentukan tingkat keanekaragaman jenis fauna tanah, suhu tanah sangat menentukan proses terjadinya dekomposisi bahan organik tanah (Suin, 2012). Pada lokasi penelitian didapatkan suhu rata-rata 22°C dimana suhu tersebut sesuai dengan kehidupan makrofauna tanah. Menurut Handayanto & Hairiah (2009) menjelaskan bahwa suhu tanah sangat terkait erat dengan kelembaban tanah. Jenis-jenis fauna tanah memiliki variasi suhu yang berbeda dalam mempertahankan tubuhnya. Seperti dijelaskan Sukarsono (2009) bahwa fruktusasi $10-20^{\circ}\text{C}$ dengan rata-rata 15°C tidak sama pengaruhnya terhadap hewan tanah bila di bandingkan dengan lingkungan bersuhu konstan 15°C , laju tersebut menghasilkan pertumbuhan yang lebih cepat pada sebagian fauna tanah. Tingginya laju pertumbuhan maka semakin tinggi tingkat keanekaragaman jenisnya dan begitu juga dengan sebaliknya.

Tingkat residu pestisida di lingkungan dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti suhu lingkungan, kelarutannya dalam air, serta penyerapannya oleh koloid bahan organik tanah. Hasil penelitian menunjukkan organofosfat yang ada pada kawasan perkebunan coklat adalah jenis *Dichlorvos*, *Diamidafos*, *Carbofuran*, *Mevinphos*, *Buprofezin*, *Glyphosat*, dan *Benthlavalicarb*. Organofosfat yang mendominasi atau nilai paling tinggi berdasarkan uji laboratorium pada stasiun 1,3,4,5, dan 6 adalah *Carbufuran* sedangkan stasiun 6 adalah *Diamidafos*. Pestisida dalam tanah memiliki persisten atau sukarnya pestisida terurai dalam tanah yang berbeda jangka

waktunya. Menurut Shu Gui Dai (1998) pestisida dikatakan tidak persisten apabila waktu paruhnya antara 3-12 bulan. Berikut ini disajikan waktu paruh Organofosfat yang ada pada tanah lokasi penelitian.

Kemerataan merupakan pembagian individu yang merata diantara jenis (Suheriyanto, 2008). Berdasarkan perhitungan tentang indeks kemerataan, didapatkan hasil bahwa indeks kemerataan untuk stasiun I sebesar 0,62, stasiun II 0,84, stasiun III 0,83, stasiun IV 0,95, stasiun V sebesar 0,98, dan stasiun VI 1,88. Diketahui bahwa Indeks kemerataan tertinggi pada stasiun VI. Mengacu pada kriteria menurut Goegianto (2012) pada penelitian didapatkan Nilai Indeks kemerataan pada stasiun I yaitu 0,64, dan stasiun II yaitu 0,84, pada stasiun III yaitu 0,83. pada stasiun IV yaitu 0,95. pada stasiun V yaitu 0,98, tiga stasiun tersebut mendekati angka 1 yang berarti kemerataan antar jenis merata. Pada stasiun VI yaitu 1,88. Indeks kemerataan tertinggi pada stasiun VI yaitu sebesar 1,88,. hal tersebut dimungkinkan bahwa pada lokasi stasiun tersebut banyak adanya seresah-seresah yang dapat diubah oleh makrofauna tanah menjadi bahan organik dalam tanah sehingga memungkinkan seresah tersebut menjadi sumber makanan atau nutrisi yang melimpah bagi makrofauna tanah.

Berdasarkan hasil penelitian pada perhitungan tentang hasil uji C-Organik tanah dapat diketahui bahwa tanah pada lokasi penelitian menunjukkan kriteria tanah yang tergolong subur karena nilai C-Organik tanah yang tinggi. Menurut Hanafiah (2013) kesuburan tanah juga dipengaruhi oleh ketersediaan hara atau C-Organik tanah, rendahnya ketersediaan hara mencerminkan rendahnya kesuburan tanah sehingga keberadaan makrofauna tanah sebagai perombak bahan organik sangat menentukan ketersediaan hara dalam menyuburkan tanah. Semakin tinggi kandungan bahan Organik dalam tanah maka tanah tersebut akan semakin subur begitu juga sebaliknya.

Menurut Supriyadi (2008) kandungan bahan organik (C-organik) dalam tanah mencerminkan kualitas tanah, dimana kandungan bahan organik dikatakan sangat rendah apabila $< 2\%$, dan rendah apabila $> 2\%$, kandungan bahan organik yang berkisar 2-10% memiliki peranan yang sangat penting. Bahan organik tanah merupakan indikator dari kualitas tanah, karena merupakan sumber dari unsur hara. Bahan organik tanah erat kaitannya dengan kondisi tanah baik secara fisik, kimia dan biologis yang selanjutnya turut menentukan produktivitas suatu lahan (Waluyaningsih, 2008). Menurut Hanafiah (2013) kesuburan tanah juga dipengaruhi oleh ketersediaan hara, rendahnya ketersediaan hara mencerminkan rendahnya kesuburan tanah sehingga keberadaan makrofauna tanah sebagai perombak bahan organik sangat menentukan ketersediaan hara dalam menyuburkan tanah.

Meningkatnya keanekaragaman makrofauna di dalam tanah dengan meningkatnya kandungan bahan organik tanah dan dominansi vegetasi bawah disebabkan oleh karena bahan organik tanah maupun sisa-sisa tanaman dari vegetasi bawah dapat dimanfaatkan oleh makrofauna di dalam tanah sebagai sumber makanannya (Sugiyarto, 2000). Suin (2012) menjelaskan bahan organik tanah sangat menentukan kepadatan populasi organisme tanah salah satunya adalah fauna tanah dimana semakin tinggi kandungan organik tanah maka akan semakin beranekaragaman fauna tanah yang terdapat pada suatu ekosistem.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tabel 4.3 tentang indeks keanekaragaman makrofauna tanah didapatkan hasil bahwa pada lokasi penelitian keanekaragaman jenisnya rendah. Rendahnya keanekaragaman pada lokasi penelitian disebabkan oleh beberapa faktor, salah satu faktor tersebut adalah penggunaan pestisida sintetik. Hasil uji tanah tentang Organofotphat menunjukkan organofosfat yang ada pada kawasan

perkebunan coklat adalah jenis *Dichlorvos*, *Diamidafos*, *Carbofuran*, *Mevinphos*, *Buprofezin*, *Glyphosat*, dan *Benthlavalicarb*. Organofosfat yang mendominasi atau nilai paling tinggi berdasarkan uji laboratorium pada stasiun 1,3,4,5, dan 6 adalah *Carbufuran* sedangkan stasiun 6 adalah *Diamidafos*.

Rahmawati (2012) menjelaskan penggunaan pupuk kimia sintetis dan insektisida sintetis secara berlebihan dapat menimbulkan berbagai permasalahan. Permasalahan yang ditimbulkan yaitu bisa pencemaran pupuk kimia dan pestisida, penurunan kualitas lahan, penurunan kesehatan manusia akibat mengkonsumsi hasil pertanian yang banyak mengandung residu dari bahan-bahan kimia, serta bisa menyebabkan kepunahan pada jenis-jenis makrofauna tanah tertentu yang berdampak pada kurangnya keanekaragaman jenis makrofauna tanah yang ada di ekosistem tersebut.

Berdasarkan hasil perhitungan korelasi antara faktor abiotik (Kelembaban, Ph, suhu dan C-Organik) dengan jumlah jenis makrofauna tanah di kawasan perkebunan coklat kecamatan Kalibaru kabupaten Banyuwangi dapat diketahui nilai korelasinya. Berdasarkan hasil analisis korelasi antara faktor abiotik (pH tanah, kelembaban tanah dan kandungan C-organik tanah) dengan jumlah jenis serangga tanah adalah sebagai berikut: pH tanah memiliki nilai korelasi pearson (r), yaitu $0,375 < 0,5$, artinya pH tanah memiliki hubungan lemah terhadap jumlah jenis makrofauna tanah. Kelembaban tanah memiliki nilai korelasi pearson (r), yaitu $-0,345 < 0,5$, sehingga memiliki arti bahwa kelembaban tanah memiliki hubungan lemah terhadap jumlah jenis serangga tanah, sedangkan faktor abiotik yang terakhir yaitu kandungan C-organik tanah. Hasil analisis korelasi pearson (r) memiliki nilai yaitu $-0,21 > 0,5$ sehingga memiliki arti bahwa C-organik tanah memiliki hubungan kuat terhadap jumlah jenis makrofauna tanah.

Hasil Penelitian sebagai Sumber belajar

Merurut Jasmiko dkk (2010), Sumber belajar adalah semua sumber (yang meliputi data, orang dan barang) yang mungkin dapat digunakan oleh pebelajar baik secara sendiri-sendiri maupun dalam bentuk kelompok, biasanya dalam bentuk informal untuk memberikan kemudahan belajar. Sediman (2006) mendefinisikan sumber belajar sebagai segala sesuatu yang dapat digunakan untuk belajar, yakni dapat berupa orang, benda, pesan, bahan.

AECT (1977) mengartikan sumber belajar sebagai semua sumber (data, manusia, dan barang) yang dapat dipakai oleh pelajar sebagai suatu sumber tersendiri atau dalam kombinasi untuk memperlancar belajar dan meliputi pesan, orang, material, alat, teknik, dan lingkungan.

Berdasarkan penelitian tentang makrofauna tanah ini peneliti mengembangkan dan diharapkan dapat digunakan sebagai sumber belajar biologi SMA kelas X semester 1 pada materi berbagai tingkat keanekaragaman hayati berdasarkan kurikulum yang berlaku saat ini dengan kompetensi dasar yaitu 3.2 menganalisis data hasil observasi tentang tingkat keanekaragaman hayati (gen, jenis, dan ekosistem). Dan 3.7 mendeskripsikan keanekaragaman gen, jenis, dan ekosistem melalui kegiatan pengamatan.

Hasil penelitian yang akan dimanfaatkan sebagai sumber belajar menurut Djohar dalam Ningsih (2014) harus memperhatikan syarat pemanfaatan sumber belajar yaitu kejelasan potensi, kesesuaian dengan tujuan belajar, ketepatan sasaran, kejelasan informasi yang diungkapkan, kejelasan pedoman eksplorasi, dan kejelasan perolehan yang diharapkan. Pada penelitian ini akan diuraikan syarat pemanfaatan sebagai sumber belajar yaitu sebagai berikut.

Kejelasan Potensi

Mempelajari hal ini berarti peserta didik akan mendapatkan informasi, keterampilan, serta pengetahuan mengenai bagaimana cara mengidentifikasi jenis Makrofana yang berada di lingkungan sekitar berdasarkan ciri-ciri morfologi dengan mengacu pada literatur mengenai kunci identifikasi fauna tanah. Jika setiap subjek dan objek apapun dan dimanapun dapat memberikan pengalaman belajar siswa maka makrofauna sebagai objek penelitian dapat dikatakan sebagai sumber belajar.

Ketepatan Sasaran

Fokus utama dalam kegiatan pembelajaran ini adalah kajian mengenai struktur komunitas makrofauna tanah yang meliputi jenis-jenis makrofauna yang ditemukan, keanekaragaman jenis, pemerataan dan Indeks Nilai Penting. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi struktur komunitas makrofauna tanah.

4.6.1 Kesesuaian dengan tujuan belajar

Kegiatan pembelajaran ini berarti harus melibatkan berbagai macam aspek kemampuan seperti kognitif dan afektif maupun psikomotorik karena kegiatan ini tidak lepas dari aktivitas observasi, merumuskan masalah, melakukan pengamatan, melakukan pengukuran lingkungan abiotik, menemukan jenis-jenis makrofauna tanah, menyatakan hasil pengamatan dan membuat kesimpulan dengan demikian tujuan dari belajar adalah dapat meningkatkan aspek kognitif, afektif dan psikomotorik bagi peserta didik.

Kejelasan informasi yang diungkapkan

Informasi yang diungkapkan dari penelitian ini adalah berupa fakta yang dapat dikembangkan menjadi konsep dan prinsip. Informasi tersebut berkisar pada keanekaragaman makrofauna tanah, peranan makrofauna tanah di dalam Konsep yang diperoleh dapat digunakan untuk mengisi struktur konsep pada materi

Berbagai Keanekaragaman Hayati Indonesia

Kejelasan pedoman eksplorasi

Hasil penelitian ini dapat dilakukan oleh siswa SMA sebagai petunjuk untuk melakukan pengamatan secara berkelompok mengenai struktur komunitas makrofauna tanah di lingkungan sekitar rumah.

Berdasarkan uraian diatas hasil penelitian tentang keanekaragaman makrofauna tanah di kawasan perkebunan coklat sebagai bioindikator kesuburan tanah dan sumber belajar Biologi maka di susunlah sumber belajar berupa buku petunjuk praktikum yang isinya meliputi :

1. Sampul atau cover
2. Kata pengantar
3. Kompetensi inti
4. Kompetensi dasar
5. Daftar isi
6. Dasar teori
7. Tujuan
8. Langkah pengamatan
9. Langkah pengawetan
10. Bahan diskusi
11. Tugas
12. Lembar kerja
13. Daftar pustaka.

KESIMPULAN

1. Jenis Makrofauna Tanah yang ditemukan di kawasan perkebunan coklat kecamatan Kalibaru kabupaten Banyuwangi diantaranya adalah *Tachyta angulata*, *Cryptocercus garciei*, *Lymnea rubigenosa*, *Odontoponera denticulata*, *Sigmoria trimaculata*, *Pirata piratichus*, *Sitena sp.*, *Grillus sp.*, *Scolopendra gigantea*, *Forficula auricularia*, *Hydrochara soror*, *Leptocarisa aculata*, *Trigoniulus corallinus*, *Odontomachus sp.*, *Lumbricus rubellus*, *Phyllopa sp.*, *Componatus arogans*, *Geophilus sp.*, *Gryllotalpa gryllotalpa*, *Ploiaria sp.*
2. Indeks keanekaragaman Makrofauna Tanah yang ditemukan di kawasan perkebunan coklat kecamatan Kalibaru kabupaten Banyuwangi berkisar antara 1,61 sampai 2,26. Indeks keanekaragaman Makrofauna tanah tertinggi terdapat pada stasiun penelitian 5 yaitu 2,26. Berdasarkan

- nilai Indeks keanekaragaman Semut pada stasiun penelitian I, II, dan III berada dalam kategori rendah dan stasiun IV,V dan VI dalam kategori sedang.
3. Indeks pemerataan Makrofauna Tanah yang ditemukan di kawasan perkebunan coklat kecamatan Kalibaru kabupaten Banyuwangi berkisar antara 0,64 sampai 1,88. Indeks pemerataan makrofauna tertinggi terdapat pada stasiun penelitian VI yaitu 1,88. Berdasarkan nilai Indeks pemerataan Makrofauna tanah pada stasiun penelitian I, II, III, IV, V, dan VI menunjukkan bahwa pemerataan antar jenis relatif merata atau jumlah individu masing-masing relatif sama.
 4. Indeks Nilai Penting (INP) Makrofauna Tanah yang mendominasi yang ditemukan di kawasan perkebunan coklat kecamatan Kalibaru kabupaten Banyuwangi yaitu pada jenis *Pirata piraticus* yaitu sebesar 5,28 % dan pada jenis *Scolopendra gigantea* sebesar 4,50%.
 5. Hasil penelitian keanekaragaman Makrofauna Tanah yang ditemukan di kawasan perkebunan coklat kecamatan Kalibaru kabupaten Banyuwangi dapat digunakan sebagai sumber belajar Biologi SMA Kelas X pada materi Keanekaragaman Hayati Indonesia berdasarkan Kurikulum 2013 pada KD 3.2. dan 3.7

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Lyli dkk. 2007. *Preferensi Berbagai Jenis Makrofauna Tanah Terhadap Sisa Bahan Organik Tanaman pada Intensitas Cahaya Berbeda*. Jurnal Penelitian UNS : Surakarta.
- Ariani, Desi. 2009. *Komposisi Komunitas Makrofauna Tanah Untuk Memantau Kualitas Tanah Secara Biologis Pada Areal Perkebunan Ptpn Sampali Kecamatan Percut Sei Tuan*. Jurnal Penelitian USU :Sumatera Utara.
- Atmojo, S. W. 2003. *Peranan bahan organik terhadap kesuburan tanah dan upaya pengelolaannya*. Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Boror, D. J., C. A. Triplehorn & N.F. Johnson. 1997. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. Yogyakarta: GAdjah Mada University Press: 1083 hal.
- Bruyn et al. 1997. *The status of soil macrofauna as indicators of soil health to monitor the sustainability of Australian agricultural soil.*: Australian.
- Fitrahtunnisa dkk. 2002. *Perbandingan Keanekaragaman Dan Predominansif Auna T Anah Dalam Proses Pengomposan Sampah Organik*. Jurnal Penelitian UNS : Surakarta.
- Fachrul, M. F. 2012. *Metode Sampling Bioekologi*. Edisi I Cetakan III. Jakarta : Bumi Aksara.
- Hanafiah, K.A. 2013. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
- Heddy. 2001. *Budidaya Tanaman Cacao*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
- Imawan,hardi. 2013. *Keanekaragaman Makrofauna Tanah Pada Vegetasi Pohon Pinus (Pinus merkusii) Di Kesatuan Pemangkuhan Hutan (KPH) Wisata Alam Coban Rondo Kecamatan Pujon Kabupaten Malang*. Skripsi Pendidikan Biologi UMM. Tidak diterbitkan. Malang
- Ibrahim, Hasan. 2014. *Keanekaragaman Mesofauana Tanah Daerah Pertanian Apel Desa Tulungrejo Kecamatan Bumiaji Kota Batu Sebagai Bioindikator Kesuburan Tanah Dan Bahan Ajar Biologi SMA*. Skripsi Pendidikan Biologi UMM. Tidak diterbitkan. Malang

- Jasin, Maskoeri. 1984. *Sistematika Hewan (Invertebrata dan vertebrata) untuk universitas*. Sinar Wijaya : Bandung.
- Kastawi, Yusuf dkk. 2002. *Zoologi Avertebrata*. Erlangga : Jakarta
- Leksono, A.S 2011. *Keanekaragaman Hayati*. Malang: UB Press
- Maharadatunkamsi. 2011. *Profil Mamalia Kecil Gunung Slamet Jawa Tengah*. Jurnal Biologi Indonesia, 7(1): 171-185
- Miguran, A.E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Australia: Black Well Publishing
- Ningsih, Dwi Septi. 2014. *Analisis Keanekaragaman Semut Di Daerah Pemukiman Daerah Aliran Sungai (Das) Brantas Hulu Dusun Wukir Sebagai Sumber Belajar Biologi Sma Kelas X* . Skripsi. Tidak diterbitkan. Pendidikan Biologi UMM. Malang
- Putra, Muhammad dkk. 2012. *Makrofauna Tanah Pada Ultisol Di Bawah Tegakan Berbagai Umur Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.)* Jurnal Penelitian UNRI: Riau.
- Nusroh, Zaidatun.2007. *Studi Diversitas Makrofauna Tanah Di Bawah Beberapa Tanamanpalawija Yang Berbeda Di Lahan Kering Pada Saat Musim Penghujan*. Jurnal Penelitian UNS: Surakarta.
- Odum, E. P. 1998. *Dasar – Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Terjemahan Tjahjono Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 967 hal
- Peritaka, M. Z. 2010. *Keanekaragaman Makrofauna Tanah Pada Berbagai Pola Agoforesi Lahan Miring Di Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Surakarta: Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan ilmu pengetahuan alam. Universitas sebelas maret
- Radioputro. 1991. *Zoologi*. Erlangga: Jakarta
- Rahayuningsih dkk. 2012. *Persebaran Dan Keanekaragaman Herpetofauna Dalam Mendukung Konservasi Keanekaragaman Hayati Di Kampus Sekaran Universitas Negeri Semarang*. Jurnal penelitian Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Rahmawati, D. A. 2012. *Upaya Peningkatan Pendapatan Petani Melalui Penggunaan Pupuk Organik (Studi Kasus Pada Petani Jagung Di Desa Surabaya, Kecamatan Sukodadi, Kabupaten Lamongan)*. Malang: Program Studi Agribisnis. Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya
- Samudra, Budi dkk. 2013. *Kelimpahan dan Keanekaragaman Arthropoda Tanah di Lahan Sayuran Organik “Urban Farming”*. Jurnal Penelitian UNDIP: Semarang.
- Setyawati, Rima Try dkk. 2013. *Keanekaragaman Cacing Tanah (Oligochaeta) pada Tiga Tipe Habitat di Kecamatan Pontianak Kota*. Jurnal Penelitian: Tanjung Pura.
- Soegianto, A. 1994. *Ekologi Kuantitatif*. Surabaya:Usaha Nasional
- Sugiyarto dkk. 2002. *Biodiversitas Hewan Permukaan Tanah Pada Berbagai Tegakan Hutan diSekitar Goa Jepang, BKPH Nglerak, Lawu Utara, Kabupaten Karanganyar*. Jurnal Penelitian UNS : Surakarta.
- Sugiyarto., Efendi. M.,Mahajoeno. E., Sugito. Y., Handayanto. E., Agustina. L. 2007. *Preferensi Berbagai Jenis Makrofauna Tanah Terhadap Sisa Bahan Tanaman Pada Intensitas Cahaya Berbeda*. Biodiversitas, 7 (4): 96-100
- Sugiyarto.,Uteni Wulandari., Wiryanto. 2005. *Pengaruh Keanekaragaman Mesofauna dan Makrofauna Tanah terhadap Dekomposisi Bahan Organik Tanaman di Bawah Tegakan Sengon (Paraserianthes falcataria)*. Jurnal Penelitian UNS: Surakarta.
- Sugiyarto. 2000. *Keanekaragaman Makrofauna Tanah pada*

- Berbagai Umur Tegakan Sengondi RPH Jatirejo, Kabupaten Kediri.* Jurnal Penelitian UNS : Surakarta.
- Sugiyono. 2013. *Metode Pendekatan Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D.* Alfabeta: Bandung.
- Suheriyanto, D. 2013. *Keanekaragaman Makrofauna Tanah Di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru Sebagai Bioindikator Tanah Bersulfur Tinggi.* Jurnal Lingkungan. 34-40.
- Suhardjono, Y. R. 1997. *Arthropoda Tanah*, Artinya Bagi tanah, Makalah pada Kongres dan Simposium Entomologi V, Bandung 24-26 Juni 1997. Hal:10.
- Suin, Muhammad Nurdin. 2012. *Ekologi Hewan Tanah*: Bandung. Bumi Aksara
- Sukarsono. 2009. *Pengantar Ekologi Hewan: Konsep, Perilaku, Psikologi, dan Komunikasi.* Malang: UMM Press.
- Sukmadinata, Nana Syaodih. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan.* Jakarta: PT. Remaja Rosdakarya
- Suwondo. 2007. *Dinamika Kepadatan dan Distribusi Vertikal Arthropoda Tanah Pada Kawasan Hutan Tanaman Industri.* Jurnal Pilar Sains,6(2) 41-50 : RIAU.
- Suwondo, 2002. *Komposisi dan Keanekaragaman Makroarthropoda Tanah Sebagai Bioindikator Karakteristik Biologi Pada Tanah Gambut.* Program Studi Biologi PMIPA, FKIP, Universitas Pendidikan Indonesia
- Suwondo. 2007. *Dinamika Kepadatan dan Distribusi Vertikal Arthropoda Tanah pada Kawasan Hutan Tanaman Industri.* Jurnal Pilar Sains, 6 (2);41-45
- Umami. Z. R. 2007. *Studi Keanekaragaman Serangga Tanah di UPT Balai Konservasi Timbunan Kebun Raya Purwodadi-LIPI (Desa Purwodadi Kecamatan Purwodi Kabupaten Pasuruan).* Skripsi. Tidak Diterbitkan. Jurusan Biologi Malang, Universitas Islam Negeri.
- Untung, K. 2006. *Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu.* Gadjagmada University Press: Yogyakarta
- Wahyudi dkk. 2008. *Panduan lengkap KAKAO Managenen Agribisnis Dari Hulu Hinga Hilir.* Kemetrian Pertanian RI: Jakarta.
- Widyati, Enny. 2013. *Pentingnya Keragaman Fungsional Organisme Tanah Terhadap produktivitas Lahan* . Jurnal Penelitian: Bogor.
- Wulandari, Uteni dkk. 2005. *Pengaruh Keanekaragaman Mesofauna dan Makrofauna Tanah terhadap Dekomposisi Bahan Organik Tanaman di Bawah Tegakan Sengon (Paraserianthes falcataria).* Jurnal Penelitian UNS: Surakarta.