

PENGEMBANGAN BUKU PENGAYAAN EKOLOGI HEWAN BERBASIS HASIL PENELITIAN TENTANG STRUKTUR KOMUNITAS COLLEMBOLA SEPANJANG DAS BRANTAS HULU KOTA BATU

Development of Enrichment Book of Animal Ecology Based on Collembola Community Structure Research Throughout Watershed Brantas Upstream of Batu City

Husamah¹, Fatchur Rohman², Hedi Sutomo²

Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang¹

Prodi Pendidikan Biologi-Pascasarjana Universitas Negeri Malang²

Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144

Email: usya_bio@yahoo.com. No. HP. 081216183817

Abstrak

Collembola merupakan salah satu kelompok hewan yang umumnya hidup di permukaan dan di dalam tanah. Collembola memiliki peran penting dalam ekosistem karena fungsinya sebagai subsistem konsumen dan subsistem dekomposisi sehingga dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas tanah. Perubahan penggunaan lahan dari hutan menjadi areal pertanian dan pemukiman, salah satunya di DAS Brantas Hulu Kota batu menyebabkan terganggunya komunitas Collembola tanah. Konsep tersebut harus dibelajarkan dan dikuasai oleh mahasiswa sehingga mereka memiliki kompetensi, kesadaran, dan kepekaan untuk melestarikan keanekaragaman hayati sebagai anugerah Tuhan. Selain penggunaan buku ajar, keberadaan buku pengayaan sebagai bacaan mahasiswa maupun dosen sangat penting dan menentukan keberhasilan pembelajaran. Namun, kenyataannya ketersediaan buku pengayaan yang layak untuk digunakan mahasiswa khususnya di Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang masih sangat kurang. Oleh karena itu, hasil penelitian struktur komunitas Collembola perlu dikembangkan sebagai materi buku pengayaan. Penelitian pengembangan bertujuan mengembangkan buku pengayaan Ekologi Hewan: Pengayaan Ekologi Collembola Tanah di DAS Brantas Hulu Kota Batu. Buku pengayaan dikembangkan secara sistematis dari hasil penelitian dengan menggunakan model 4D Thiagarajan. Hasil penilaian semua validator dan mahasiswa menunjukkan buku pengayaan memiliki kualifikasi sangat baik dan sangat layak digunakan.

Kata Kunci: Brantas, buku, Collembola, pengayaan, pengembangan, tanah

Abstract

Collembola is one of a group of animals that generally live on the surface and in the soil. Collembola have an important role in the ecosystem due to its function as a consumer subsystem and subsystem decomposition that can be used as bio-indicators of soil quality. Changes in habitat use from forest to agriculture and residential areas in the upstream of Brantas River Basin of Batu City cause disruption for soil Collembola community. The concept should be taught and mastered by the students so that they have the competence, awareness, and sensitivity to conserve biodiversity as a gift from God. In addition to the use

of textbooks, enrichment as reading a book where students and faculty are very important and determine the success of learning. However, in reality the availability of adequate enrichment books for student use, especially in the Department of Biology Education, Faculty of Teacher Training and Education, University of Muhammadiyah Malang is still lacking. Therefore, the results of the study Collembola community structure needs to be developed as a matter of enrichment books. The development of research aimed at developing enrichment book Animal Ecology: Ecology Enrichment of Soil Collembola in the upstream of Brantas River Basin of Batu City. Books enrichment systematically developed from the results of studies using 4D models Thiagarajan. The results of all the validators and student assessment showed enrichment book very well qualified and very fit for use.

Key Words: *Brantas, book, Collembola, enrichment, developing, soil*

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai merupakan kesatuan ekosistem alami yang utuh dari hulu hingga hilir beserta kekayaan sumberdaya alam dan sumberdaya buatan merupakan karunia Tuhan Yang Maha Esa kepada bangsa Indonesia. Karunia tersebut perlu disyukuri, dilindungi, dan diurus dengan sebaik-baiknya. Collembola pun harus dipandang sebagai anugerah berupa keanekaragaman hayati yang harus dijaga (Supriatna, 2013). Sejalan dengan perkembangan dunia pendidikan dan tuntutan Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK) Perguruan Tinggi, maka perlu pengembangan bahan ajar kontekstual dan erat kaitannya dengan pemahaman mengenai aspek lingkungan secara alami (DIKTI, 2008). Pengembangan sumber belajar tersebut perlu pula dilakukan pada mata kuliah Ekologi Hewan.

Ekologi Hewan merupakan mata kuliah wajib bagi mahasiswa semester V Program Studi (Prodi) Pendidikan Biologi FKIP UMM (UMM, 2013). Prodi Pendidikan Biologi FKIP UMM merupakan *homebase* peneliti dan peneliti merupakan salah satu dosen muda yang terlibat dalam pembelajaran Ekologi Hewan (peneliti menjadi dosen yang dilatih atau “dicangkokkan” dalam pembelajaran Ekologi Hewan). Kompetensi inti Ekologi Hewan menurut Sukarsono (2013) adalah mahasiswa memahami dan menerapkan kaidah-kaidah Ekologi Hewan dalam penelitian dan memecahkan masalah berbasis Ekologi Hewan dalam kehidupan sehari-hari. Ada 3 kompetensi dasar (KD) dari 9 kompetensi dasar yang perlu dikuasai mahasiswa, yaitu KD ketiga (menganalisis habitat, relung, dan struktur komunitas hewan), KD 4 (menganalisis konsep respon dan konsep adaptasi hewan terhadap perubahan lingkungan), dan KD 5 (menganalisis makanan dan strategi makan hewan).

Ada 2 bahan ajar yang digunakan oleh mahasiswa dan dosen dalam proses pembelajaran, yaitu Buku Pengantar Ekologi Hewan (Sukarsono, 2012a) dan Petunjuk Praktikum Ekologi Hewan (Sukarsono, 2012b). Buku Pengantar Ekologi Hewan yang disusun oleh Sukarsono (2012a), terdiri dari 8 Bab. Bab I tentang perkembangan konsep-konsep ekologi, Bab II tentang Sumberdaya Alam bagi Hewan, Bab III tentang strategi dan makanan hewan, Bab IV tentang habitat dan relung, Bab V tentang respon dan adaptasi hewan. Bab VI tentang ekologi perilaku hewan, Bab VII tentang psikologi dan fisiologi perilaku hewan, dan Bab VIII tentang kecerdasan dan komunikasi pada hewan. Sementara itu, Buku Petunjuk Praktikum Ekologi Hewan di Laboratorium Biologi UMM yang disusun oleh Sukarsono (2013) memiliki 3 tema praktikum. Tema praktikum I tentang kinerja hewan

di lingkungannya, yaitu menentukan pola aktivitas dan jarak edar serta luas daerah edar harian hewan. Tema praktikum II tentang percobaan menentukan kisaran preferensi terhadap kondisi suhu lingkungan. Tema praktikum III tentang menyediakan makanan yang dimakan hewan dengan metode analisis isi lambung.

Berdasarkan 2 bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran di kelas dan praktikum tersebut, dapat dikatakan bahwa materi tentang ekologi hewan tanah sama sekali tidak disinggung atau dibahas. Hal ini tentu bertentangan dengan pendapat Sukarsono (2008) sendiri dalam kata pengantar buku ajar, dimana ditegaskan bahwa mata kuliah Ekologi Hewan merupakan ilmu yang memaparkan tentang penerapan dan pengembangan prinsip-prinsip ekologi hewan secara utuh, holistik, dan komprehensif dalam kebermaknaan hidup dan penelitian. Permasalahan selanjutnya yang ditemukan adalah mahasiswa hanya diberikan paparan konsep tentang ekologi hewan dengan contoh tidak kontekstual dan aplikasi atau praktik langsung yang sangat terbatas. Pembelajaran sama sekali tidak mengkaji tentang ekologi hewan tanah termasuk Collembola.

Tentu saja hal ini bertentangan dengan Soemarno (2010) yang secara jelas mendeskripsikan mata kuliah Ekologi Hewan sebagai mata kuliah yang mengkaji perkembangan bidang kajian ekologi hewan, konsep, prinsip dan hukum, respons dan adaptasi hewan populasi, struktur komunitas, dan aliran energi dalam ekosistem. Soemarno juga mengatakan bahwa pembahasan ekologi (termasuk dalam hal ini Ekologi Hewan) tidak lepas dari pembahasan ekosistem dengan berbagai komponen penyusunnya, yaitu faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik, yaitu suhu, air, kelembapan, cahaya, dan topografi, sedangkan faktor biotik, yaitu manusia, hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme. Ekologi juga berhubungan erat dengan tingkatan organisasi makhluk hidup, yaitu populasi, komunitas, dan ekosistem yang saling mempengaruhi dan satu kesatuan sistem.

Silabus Ekologi Hewan yang dikembangkan oleh tim dosen pengampu Ekologi Hewan Prodi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Surakarta (2012) secara jelas menegaskan pula bahwa ekologi hewan tanah merupakan bagian integral yang harus dikuasai oleh mahasiswa. Hewan sebagai salah satu organisme hidup yang menempati suatu habitat atau wilayah untuk hidup tumbuh, berkembang dalam mempertahankan generasinya. Dua habitat utama yang biasa kita kenal sebagai tempat hidup hewan-hewan, yaitu air (aquatik) dan darat (terrestrial). Hewan yang hidup di darat harus memiliki kepekaan tanggapan terhadap apa yang terjadi di lingkungan tempat hidupnya. Keanekaragaman hewan memunculkan kelompok-kelompok dalam kehidupan, mereka membentuk populasi, komunitas, dan sampai pada hubungan timbal balik antara yang hidup dan tidak hidup dalam lingkungan (ekosistem).

Sehubungan dengan kegiatan praktikum, menurut Tim Pengajar MK Ekologi Hewan UNHALU (2010) praktikum ekologi hewan bertujuan untuk mempraktekkan konsep-konsep yang diperoleh dalam materi kuliah Ekologi Hewan olehnya itu materi praktikum disusun selaras dengan materi bahasan mata kuliah ekologi hewan yang disampaikan dalam ruangan perkuliahan. Penulis menelaah atau mengkaji berbagai literatur, baik literatur dalam Bahasa Indonesia maupun Bahasa Inggris, tentu yang penulis anggap relevan, terkini, mumpuni dan relatif masih baru atau masih *up to date*.

Berdasarkan analisis kebutuhan yang diuraikan di atas, maka pembelajaran Ekologi Hewan di Prodi Pendidikan Biologi FKIP UMM belum sejalan dengan KBK dan tuntutan pendidikan saat ini bahwa salah satu prinsip pembelajaran yang dilaksanakan harus bersifat mendalam dan komprehensif melalui kemampuan berpikir kritis, induktif, dan deduktif untuk menyelesaikan masalah (Pary, 2010; Afandi dkk, 2012). Tidak adanya materi tentang ekologi hewan tanah secara umum dan struktur komunitas ekologi hewan tanah secara khusus dalam perkuliahan Ekologi Hewan dan kegiatan praktikum Ekologi Hewan di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UMM, maka dituntut perlunya pengembangan buku pengayaan ekologi hewan tanah. Pengembangan buku pengayaan dan penggunaannya dalam pembelajaran Ekologi Hewan tentu akan mendukung penyesuaian perkuliahan dan pembelajaran sejalan dengan KBK dan tuntutan pendidikan saat ini.

Permasalahan selanjutnya adalah bahwa materi yang dikemas dalam bahan ajar selama ini hanya berisi konsep-konsep, sifatnya abstrak, dihimpun dari berbagai sumber, dan bukan pengalaman atau temuan nyata dosen dari hasil penelitiannya. Bahan ajar yang dikembangkan berdasarkan hasil penelitian sifatnya akan lebih kontekstual, lebih dalam, dan lebih menarik karena tidak hanya teori atau konsep saja, tetapi berdasarkan fakta yang terbukti secara ilmiah (Primiani, 2009). Oleh karena itu, buku pengayaan Ekologi Hewan Tanah dikembangkan dari hasil penelitian yang dilakukan. Adanya buku pengayaan Ekologi Hewan Tanah diharapkan dapat meningkatkan motivasi, kompetensi, dan prestasi belajar mahasiswa. Adanya penuntun pengamatan struktur komunitas yang merupakan satu bagian dari buku pengayaan akan menuntun pembaca melakukan praktikum.

Hal yang tidak kalah pentingnya adalah peningkatan kesadaran lingkungan hidup sejak dini melalui Pendidikan Lingkungan Hidup di sekolah. Buku pengayaan Ekologi Hewan ini dapat menjadi bahan ajar atau materi pengayaan Pendidikan Lingkungan Hidup di sekolah sehingga meningkatkan kesadaran lingkungan hidup. Thornber (2005) mendefinisikan kesadaran lingkungan hidup sebagai suatu kemampuan penting untuk dapat merasakan dan menafsirkan tingkat kesehatan sistem lingkungan dan mengambil tindakan yang cocok untuk mempertahankan, membangun kembali, atau meningkatkan kesehatan sistem lingkungan tersebut. Hal ini perlu menjadi perhatian semua pihak termasuk dunia pendidikan dalam upaya menanggulangi masalah lingkungan melalui pendidikan di sekolah. Menurut Arty (2005) kesadaran lingkungan hidup mencakup banyak segi, yaitu segi kognitif (pengetahuan), segi afektif (sikap dan perilaku), dan segi psikomotorik (keterampilan) seseorang ketika terlibat dalam aksi lingkungan secara perorangan atau kelompok. Kesadaran tersebut dapat dicapai melalui pendidikan formal di jenjang SD, SMP, dan SMA.

Buku pengayaan dikembangkan secara sistematis dari hasil penelitian dengan menggunakan model 4D Thiagarajan dkk (1974) yang terdiri dari 4 tahap, yaitu tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan pendiseminasian (*disseminate*). Model 4D banyak dipilih oleh peneliti atau pengembang karena sistematis dan cocok untuk mengembangkan perangkat pembelajaran dan bahan ajar, serta memungkinkan peneliti melakukan modifikasi model. Murdiyani (2012) dan Mayangsari dkk (2013) melakukan modifikasi model 4D menjadi 3 tahap, yaitu pendefinisian, perancangan, dan pengembangan. Tahap penyebaran tidak dilakukan karena keterbatasan waktu, tenaga, dan biaya sehingga hanya melakukan uji coba terbatas.

Buku pengayaan yang dihasilkan diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam mempelajari atau mengkaji struktur komunitas Collembola tanah di DAS Brantas Hulu secara khusus atau lebih spesifik. Oleh karena itu, sangat penting untuk dilakukan penelitian pengembangan ini. Penelitian ini bertujuan mengembangkan buku pengayaan Ekologi Hewan di perguruan tinggi berbasis hasil penelitian tentang struktur komunitas Collembola pada tipe habitat hutan, pertanian, dan pemukiman sepanjang Daerah Aliran Sungai Brantas Hulu Kota Batu.

METODE PENELITIAN

Hasil penelitian mengenai struktur komunitas Collembola tanah pada tipe habitat hutan, pertanian, dan pemukiman sepanjang Daerah Aliran Sungai Brantas Hulu Kota Batu yang diperoleh dari penelitian deskriptif komparatif dijadikan materi untuk melakukan penelitian pengembangan. Penelitian pengembangan bertujuan untuk mengembangkan buku pengayaan Ekologi Hewan (Pengayaan Ekologi Collembola Tanah di Daerah Aliran Sungai Brantas Hulu Kota Batu) di Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Malang.

Model Pengembangan

Pengembangan buku pengayaan secara sistematis dilakukan dengan menggunakan model 4D yang dikembangkan oleh Thiagarajan dkk (1974) yang terdiri dari 4 tahap, yaitu *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran).

Uji Coba Produk

Uji coba pengembangan buku pengayaan ini dilakukan melalui 3 tahap. 1) Validasi ahli isi atau materi. Validasi ahli isi atau materi dilakukan untuk mendapatkan data berupa penilaian, pendapat, dan saran terhadap kesesuaian materi yang ada dalam buku pengayaan yang telah dikembangkan sebelum digunakan oleh mahasiswa. 2) Validasi ahli bahan ajar atau buku pengayaan. Validasi ahli isi atau materi dilakukan untuk mendapatkan data berupa penilaian, pendapat, dan saran terhadap penyusunan buku pengayaan sekaligus mengetahui keunggulan, kelemahan, dan kelayakan buku pengayaan untuk digunakan oleh mahasiswa. 3) Uji coba kelompok kecil atau uji coba terbatas. Peneliti tidak mengajar dan para mahasiswa berperan sebagai responden yang diminta untuk membaca buku pengayaan kemudian diminta memberikan penilaian terhadap buku pengayaan tersebut. Hasil evaluasi pada uji ahli dipergunakan untuk merevisi draft buku pengayaan. Buku pengayaan tersebut kemudian diujicobakan secara terbatas pada mahasiswa (kelompok kecil).

Subjek coba dalam penelitian pengembangan buku pengayaan ini terdiri dari validator materi atau isi, validator bahan ajar atau buku pengayaan, dan mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah Ekologi Hewan. 1) Validator materi atau isi terdiri dari 2 orang dosen yang berasal dari Program Studi Pendidikan Biologi. Validator berkualifikasi S3 atau sedang menyelesaikan S3, pernah mengajar mata kuliah Ekologi Hewan, berpangkat lektor kepala, dan telah tersertifikasi. 2) Validator bahan ajar atau buku pengayaan terdiri dari 2 orang dosen. Validator berkualifikasi S3 (Pendidikan, Pendidikan Biologi, atau rumpun Biologi),

pernah mengajar mata kuliah media dan sumber belajar atau sejenisnya, berpengalaman mengembangkan bahan ajar, berpengalaman membimbing mahasiswa terkait pengembangan bahan ajar, berpengalaman menilai bahan ajar, dan telah tersertifikasi. 3) Buku pengayaan diujicobakan pada 12 orang mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah Ekologi Hewan di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang (6 orang mahasiswa berkemampuan tinggi dan 6 orang mahasiswa berkemampuan rendah).

Jenis Data

Jenis data dalam penelitian pengembangan buku pengayaan ini berupa data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari komentar validator materi, validator bahan ajar, dan komentar mahasiswa pada bagian akhir angket atau pada naskah buku pengayaan. Data kuantitatif diperoleh dari hasil angket atau instrumen yang diberikan pada saat uji coba.

Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa 3 jenis angket, yaitu 1) angket penilaian ahli materi atau isi, 2) angket penilaian ahli bahan ajar atau buku pengayaan, dan 3) angket penilaian mahasiswa pengguna secara terbatas. Peneliti menggunakan instrumen angket tertutup karena memiliki keuntungan, baik bagi peneliti maupun bagi responden. Keuntungan angket tertutup bagi responden adalah mereka dapat mengisi dengan cepat dan praktis karena jawaban telah tersedia. Keuntungan angket tertutup bagi peneliti adalah memudahkan menganalisis dan memberikan penilaian. Angket menggunakan skala Likert yang menyediakan 5 pilihan jawaban, yaitu sangat baik (skor 5), baik (skor 4), cukup (skor 3), kurang (skor 2), dan sangat kurang (skor 1).

Teknik Analisis Data

Hasil penilaian validator materi atau isi, validator bahan ajar atau buku pengayaan, dan mahasiswa dihitung dengan menggunakan rumus Sugiyono (2010) sebagai berikut.

$$p = \frac{\sum(\text{keseluruhan jawaban angket})}{n \times \text{bobot tertinggi} \times \text{jumlah responden}}$$

Keterangan: p = persentase penilaian dan n = jumlah item angket

Hasil perhitungan persentase keseluruhan komponen akan disesuaikan dengan kriteria pengambilan keputusan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengambilan Keputusan Penyusunan Buku

Tingkat Pencapaian	Kualifikasi	Keterangan
81-100	Sangat baik	Tidak perlu revisi
61-80	Baik	Tidak perlu revisi
41-60	Cukup	Revisi
21-40	Kurang baik	Revisi
0-20	Sangat kurang	Revisi

(Sumber: Diadaptasi dari Suwastono, 2011).

HASIL

Penyajian Data Uji Coba

a. Deskripsi Produk

Buku pengayaan Ekologi Hewan Tanah dikembangkan secara sistematis dari hasil penelitian dengan menggunakan model 4D Thiagarajan dkk (1974) yang terdiri dari 4 tahap, yaitu *Define*, *Design*, *Development*, dan *Disseminate*. Hasil tahap *Define* (Pendefinisian) adalah bahwa Ekologi Hewan merupakan mata kuliah wajib bagi mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang yang ditempuh pada semester V. Pembelajaran ekologi hewan tidak mengkaji ekologi hewan tanah termasuk Collembola. Hal ini dapat dilihat dari buku ajar Pengantar Ekologi Hewan dan Petunjuk Praktikum Ekologi Hewan.

Buku Petunjuk Praktikum Ekologi Hewan di Laboratorium Biologi Universitas Muhammadiyah Malang yang disusun oleh Sukarsono (2013) memiliki 3 tema yang dipraktikkan. Tema praktikum I tentang kinerja hewan di lingkungannya: menentukan pola aktivitas dan jarak edar serta luas daerah edar harian hewan. Tema praktikum II tentang percobaan menentukan kisaran preferensi terhadap kondisi suhu lingkungan. Tema praktikum III tentang menyediakan makanan yang dimakan hewan dengan metode analisis isi lambung. Buku Pengantar Ekologi Hewan yang selama ini digunakan oleh mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang dan disusun oleh Sukarsono (2012) terdiri dari 8 Bab. Bab I tentang perkembangan konsep-konsep ekologi. Bab II tentang Sumberdaya Alam bagi Hewan. Bab III tentang strategi dan makanan hewan. Bab IV tentang habitat dan relung. Bab V tentang respon dan adaptasi hewan. Bab VI tentang ekologi perilaku hewan. Bab VII tentang psikologi dan fisiologi perilaku hewan. Bab VIII tentang kecerdasan dan komunikasi pada hewan.

Tidak adanya materi tentang ekologi hewan tanah dalam perkuliahan Ekologi Hewan dan kegiatan praktikum Ekologi Hewan di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UMM menuntut perlunya pengembangan buku pengayaan ekologi hewan tanah berbasis penelitian. Buku pengayaan ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu a) cover, b) halaman identitas penerbitan dan hak cipta, c) kata pengantar, d) daftar isi, e) materi (isi), f) daftar rujukan, g) lampiran, h) glosarium, i) indeks, dan j) biografi singkat.

Buku pengayaan yang berjudul Ekologi Hewan (Pengayaan Ekologi Collembola Tanah di DAS Brantas Hulu Kota Batu) dicetak berdasarkan standar buku internasional yang dikeluarkan oleh UNESCO, yaitu berukuran 23x15,5-16 cm, kertas HVS putih, dan tebal lebih dari 40 halaman. Hasil cetak buku pengayaan berbentuk *dummy* (cetak sebelum ber-ISBN). Materi yang ada dalam buku dikelompokkan dalam 6 Bab. Bab I tentang Pendahuluan (A. Latar Belakang Pengembangan Buku Pengayaan, B. Batasan Kajian Ekologi Hewan Tanah dalam Buku, C. Pengertian Ekologi dan Ekologi Hewan Tanah, dan D. Sejarah Perkembangan Ekologi). Bab 2 tentang Tanah Sebagai Habitat (A. Konsep Habitat, B. Sifat dan Karakteristik Tanah, C. Tanah Sebagai Habitat Hewan, dan D. Faktor Abiotik Tanah). Bab 3 tentang Hewan Tanah (A. Klasifikasi Hewan Tanah, B. Uraian Contoh Hewan Tanah Penting, dan C. Peranan Hewan Tanah). Bab 4 tentang Struktur Komunitas Hewan Tanah (A. Konsep Struktur Komunitas dan B. Parameter Struktur Komunitas). Bab 5 Pengamatan Hewan Tanah: Pengayaan Contoh Hasil Penelitian (A. DAS Brantas Hulu Kota

Batu, B. Pengamatan Struktur Komunitas Hewan Tanah, dan C. Struktur Komunitas Collembola di DAS Brantas). Bab 6 tentang Konservasi Hewan Tanah melalui Konservasi Tanah (A. Pengertian dan Tujuan Konservasi Tanah, B. Manipulasi Vegetasi untuk Konservasi Tanah, dan C. Pertanian Organik untuk Konservasi Tanah).

b. Hasil Validasi Ahli

Hasil cetak buku pengayaan divalidasi oleh para validator, yaitu 2 orang validator materi (Dr. Fatchur Rohman, M.Si dan Drs. Abdulkadir Rahardjanto, M.Si.) dan 2 orang validator buku pengayaan (Dr. Hedi Sutomo, SU dan Dr. Yuni Pantwati, MM., M.Pd.). Validator materi berkualifikasi pendidikan S3 dan S2 (validator materi kedua sedang menyelesaikan pendidikan S3 Ilmu Lingkungan), pernah mengajar mata kuliah ekologi, pernah mengembangkan bahan ajar ekologi, berpangkat lektor kepala, dan telah tersertifikasi sebagai dosen profesional. Validator bahan ajar atau buku pengayaan semuanya berkualifikasi S3, berpengalaman mengembangkan bahan ajar, berpengalaman menilai bahan ajar, memiliki pangkat lektor kepala, dan telah tersertifikasi sebagai dosen profesional.

Ringkasan penilaian validator materi ditunjukkan Tabel 2, sedangkan ringkasan hasil penilaian oleh validator bahan ajar atau buku pengayaan ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Penilaian Validator Materi atau Isi

Indikator	Validator 1	Validator 2	Rerata
A. Kesesuaian materi pada buku pengayaan dengan prinsip pengembangan bahan ajar	5	4,7	4,8
B. Format (Komponen) Buku Pengayaan	4,8	4,7	4,8
C. Cakupan Materi	5	4	4,5
D. Akurasi dan Kebenaran Materi	4,3	5	4,7
E. Kemutakhiran	5	4,5	4,8
F. Penyajian Materi dalam Buku	4,3	4,8	4,5
G. Kemenarikan Tampilan Buku	5	5	5
Rerata Skor Per Indikator	4,8	4,7	4,75
Total Skor	104	104	104
Nilai Skor Maksimal	110	110	110
Tingkat Pencapaian (%)	95	95	95

Tabel 3. Ringkasan Hasil Penilaian Validator Bahan Ajar atau Buku Pengayaan

Indikator	Validator 1	Validator 2	Rerata
A. Kesesuaian materi pada buku pengayaan dengan prinsip pengembangan bahan ajar	4,7	5	4,9
B. Format (Komponen) Buku Pengayaan	4,3	5	4,7
C. Kelayakan Isi	5	5	5
D. Sajian	4,5	4,8	4,7
E. Bahasa	4,1	4,9	4,5
F. Kegrafisan	4,6	4	4,3
G. Manfaat	5	5	5
Rerata Skor Per Indikator	4,6	4,8	4,7
Total Skor	144	151	147,5
Nilai Skor Maksimal	160	160	160
Tingkat Pencapaian (%)	90	94,4	92,2

Buku pengayaan kemudian diujicobakan secara terbatas pada 12 orang mahasiswa (6 orang berkemampuan tinggi dan 6 orang berkemampuan rendah). Mahasiswa yang berjumlah total 12 orang tersebut diminta untuk membaca secara mendalam dan teliti kemudian menilai buku pengayaan. Adapun ringkasan hasil penilaian mahasiswa saat ujicoba terbatas ditunjukkan Tabel 4.

Tabel 4. Ringkasan Hasil Penilaian Mahasiswa terhadap Buku Pengayaan

Mahasiswa ke-	Rerata Per Indikator	Jumlah Skor	Skor Maksimal	% Pencapaian	Kualifikasi	Keterangan
1	4,1	91	110	82,7	Sangat baik	Tidak revisi
2	4,1	90	110	81,8	Sangat baik	Tidak revisi
3	4,4	97	110	88,2	Sangat baik	Tidak revisi
4	4,5	98	110	89,1	Sangat baik	Tidak revisi
5	4,4	97	110	88,2	Sangat baik	Tidak revisi
6	4,3	95	110	86,4	Sangat baik	Tidak revisi
7	4,1	91	110	82,7	Sangat baik	Tidak revisi
8	4,6	101	110	91,8	Sangat baik	Tidak revisi
9	4,6	102	110	92,7	Sangat baik	Tidak revisi
10	4,3	94	110	85,5	Sangat baik	Tidak revisi
11	4,5	100	110	90,9	Sangat baik	Tidak revisi
12	4,4	97	110	88,2	Sangat baik	Tidak revisi
Rerata	4,4	96,1	110	87,3	Sangat baik	Tidak revisi

Analisis Data

Tabel 2 tentang ringkasan hasil penilaian oleh validator materi atau isi menunjukkan bahwa rerata skor per indikator dalam penilaian oleh validator 1 dan validator 2 adalah 4,75 atau mendekati kategori “sangat baik”. Persentase tingkat pencapaian penilaian oleh validator materi atau isi adalah 95%. Apabila merujuk pada Tabel 3.3 tentang pengambilan keputusan penyusunan buku (Suwastono, 2011) maka dari aspek materi atau isi buku pengayaan Ekologi Hewan Tanah termasuk dalam kualifikasi “Sangat baik” dan tidak perlu revisi.

Tabel 3 tentang ringkasan hasil penilaian oleh validator bahan ajar atau buku pengayaan menunjukkan bahwa rerata skor per indikator dalam penilaian buku pengayaan oleh validator 1 adalah 4,6 atau mendekati kategori “sangat baik”. Persentase tingkat pencapaian penilaian buku pengayaan oleh validator 1 adalah 90%. Rerata skor per indikator dalam penilaian buku pengayaan oleh validator 2 adalah 4,8 atau mendekati kategori “sangat baik”. Persentase tingkat pencapaian penilaian buku pengayaan oleh validator 2 materi atau isi adalah 95%. Rerata skor per indikator dalam penilaian buku pengayaan oleh kedua validator adalah 4,7 atau mendekati kategori “sangat baik”. Persentase tingkat pencapaian penilaian buku pengayaan oleh kedua validator adalah 92,2%. Apabila merujuk pada Tabel 1 tentang pengambilan keputusan penyusunan buku (Suwastono, 2011) maka dari aspek bahan ajar buku pengayaan Ekologi Hewan Tanah termasuk dalam kualifikasi “Sangat baik” dan tidak perlu revisi.

Tabel 4 tentang ringkasan hasil penilaian mahasiswa saat ujicoba terbatas menunjukkan bahwa bahwa rerata skor per indikator dalam penilaian oleh seluruh mahasiswa adalah 4,4 atau mendekati kategori “sangat baik”. Rerata persentase pencapaian penilaian oleh

mahasiswa adalah 87,3%. Apabila merujuk pada Tabel 3.3 tentang pengambilan keputusan penyusunan buku (Suwastono, 2011) maka menurut para mahasiswa, buku pengayaan Ekologi Hewan Tanah termasuk dalam kualifikasi “sangat baik” dan tidak perlu revisi.

Beberapa catatan positif diberikan oleh para validator buku, baik validator materi atau isi maupun validator bahan ajar serta para mahasiswa. Komentar positif tersebut, yaitu 1) sebagai buku yang digunakan untuk memperkaya pemahaman dan wawasan mahasiswa, buku ini sangat menarik dan dapat diaplikasikan oleh mahasiswa pada ekosistem-ekosistem yang berbeda, 2) Isi buku cukup bagus, 3) ilustrasi yang dibuat sudah bagus dan dapat memicu keterampilan mahasiswa untuk mencari tahu lebih jauh lagi, dan 4) kesan secara umum atas buku ini sudah bagus, kreatif, inovatif, dan baik untuk digunakan dalam pembelajaran.

Revisi Produk

Hasil validasi oleh para validator dan mahasiswa dipergunakan untuk merevisi beberapa kekurangan buku pengayaan. Secara kuantitatif, para validator dan mahasiswa telah menyatakan bahwa buku pengayaan yang dikembangkan telah memenuhi kualifikasi “sangat baik” dan tidak perlu revisi. Namun, beberapa catatan atau masukan diberikan oleh para validator dan mahasiswa pada kolom komentar angket dan pada naskah buku. Adapun hasil revisi buku pengayaan berdasarkan masukan yang telah diberikan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Revisi Produk Berdasarkan Masukan Validator dan Mahasiswa

No	Masukan	Revisi
1	Cover disesuaikan dengan lokasi penelitian, sebaiknya untuk cover ‘nama penulis’ diletakkan pada bagian bawah, dan cover kurang hidup	Cover telah direvisi total dengan desain baru, sehingga dapat mencerminkan lokasi penelitian, nama penulis diletakkan pada bagian bawah, dan cover menjadi lebih menarik atau hidup
2	Gambar contoh hewan gelap	Gambar contoh hewan telah direvisi
3	Gambar yang mendukung konsep perlu diperbanyak sehingga lebih menarik.	Gambar yang mendukung konsep telah ditambahkan
4	Perlu direvisi istilah metode vegetasi dengan manipulasi vegetasi atau teknologi	Istilah metode vegetasi telah diganti dengan manipulasi vegetasi
5	Buku akan lebih bagus lagi apabila diperdalam juga fungsi-fungsi organisme dalam ekosistem, di samping strukturnya.	Buku pengayaan ini telah diperkaya dengan bahasan fungsi-fungsi organisme dalam ekosistem
6	Penataan tabel perlu ditata kembali	Tabel telah ditata atau di- <i>layout</i> ulang
7	Glosarium ada yang belumurut	Glosarium telah diurutkan
8	Judul lampiran ada yang belum benar	Judul lampiran telah ditata ulang

Berdasarkan masukan dari para validator dan mahasiswa, penulis telah merevisi buku pengayaan. Hal ini dilakukan untuk semakin meningkatkan kualitas buku pengayaan yang dikembangkan sebelum digunakan dalam pembelajaran.

PEMBAHASAN

Ekologi Hewan merupakan matakuliah wajib bagi mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang. Matakuliah Ekologi Hewan ditempuh pada semester V. Matakuliah Ekologi hewan dideskripsikan sebagai ilmu yang memaparkan tentang penerapan dan pengembangan prinsip-prinsip ekologi hewan dalam kebermaknaan hidup dan penelitian (Sukarsono, 2008). Ekologi Hewan mengkaji hewan sebagai salah satu organisme hidup yang menempati suatu habitat atau wilayah untuk hidup tumbuh, berkembang dalam mempertahankan generasinya.

Menurut Susanto (2000) ekologi hewan menyangkut 3 aspek pokok, yaitu: 1) deskriptif, 2) kuantitatif, dan 3) analitik-sintetik. Ekologi deskriptif menyangkut pengetahuan tentang cara hidup hewan, yaitu meliputi tingkah laku, habitat, kondisi lingkungan hidup, hubungan dengan jenis lain, karakteristik kelompok sosialnya, dominansinya, asal mula dan suksesi pembentukan komunitasnya. Ekologi kuantitatif memberikan informasi yang menyangkut tentang ukuran-ukuran kondisi lingkungan dan batas-batas toleransi hewan terhadap fluktuasi faktor lingkungan, jumlah, dan macam jenis hewan yang bertahan hidup dalam habitat tertentu. Ekologi analitik-sintetik berusaha menganalisis lingkungan beserta pengaruhnya dengan cara memvariasikan kondisi faktor tertentu di bawah kondisi faktor lain yang terkontrol, menganalisis mengapa hewan-hewan mempunyai habitat spesifik, mengapa hewan berkembang, mengapa hewan punah, dan mengapa hewan beradaptasi dengan lingkungan baru.

Dua habitat utama yang biasa kita kenal sebagai tempat hidup hewan-hewan adalah air dan daratan. Hewan yang hidup di alam harus memiliki kepekaan tanggapan terhadap apa yang terjadi di lingkungan di mana hewan itu hidup. Keanekaragaman hewan memunculkan kelompok-kelompok dalam kehidupannya, mereka membentuk populasi, komunitas, dan sampai pada hubungan timbal balik antara yang hidup dan tidak hidup dalam lingkungan yang dinamakan ekosistem. Populasi hewan memiliki sifat yang dinamis, selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu. Sifat yang dinamis ini bisa menyebabkan hilangnya jenis tertentu di alam, untuk itu perlu dilakukan konservasi hewan, dengan tujuan untuk mempertahankan keberadaan jenis yang terancam punah atau hilang dari lingkungan.

Buku pengayaan memuat materi yang dapat memperkaya buku teks pada jenjang pendidikan menengah dan perguruan tinggi. Pengayaan yang dimaksud adalah memberikan informasi tentang pokok-pokok bahasan tertentu dalam kurikulum secara lebih luas atau lebih dalam. Buku pengayaan disebut juga buku pelajaran pelengkap yang berisi informasi untuk melengkapi buku pelajaran pokok. Pendapat tersebut sejalan dengan Cintamulya (2011) yang mengungkapkan bahwa buku pengayaan memuat materi yang dapat memperkaya dan meningkatkan penguasaan IPTEK dan keterampilan pembaca. Buku jenis ini tidak semata-mata untuk peserta didik namun dapat digunakan masyarakat umum. Buku pengayaan digunakan pendidik untuk memperkaya proses pembelajaran.

Sejalan dengan pendapat Cintamulya (2011) di atas, maka salah satu hal yang harus dikuasai oleh mahasiswa dalam perkuliahan atau pembelajaran Ekologi Hewan adalah bahwa keanekaragaman hayati dan termasuk juga keanekaragaman jenis Collembola tanah merupakan anugerah Tuhan yang perlu dijaga dan dilestarikan. Sehubungan dengan penelitian ini, upaya menjaga kelestarian atau konservasi Collembola tanah berkaitan dengan

3 tipe habitat, yaitu habitat hutan, pertanian, dan pemukiman. Taman Hutan Raya (TAHURA) R. Soerjo Cagar Kota Batu adalah kawasan hutan yang merupakan kawasan konservasi yang perlu mendapatkan perhatian intensif dari berbagai kalangan berkaitan dengan peningkatan kerusakan kawasan tersebut. Kerusakan lingkungan hutan Taman Hutan Raya (TAHURA) R. Soerjo merupakan dampak berbagai aktivitas masyarakat yang dilakukan di sekitar kawasan tersebut, yaitu pembukaan industri dan perluasan lahan pertanian. Kondisi di sekeliling TAHURA R. Soerjo sudah mulai berubah menjadi lahan hortikultura. Pembukaan areal hutan yang terus menerus ini akan dapat mempercepat erosi air ke dalam tanah sehingga akan memperlemah daya rekat akar ke tanah.

Salah satu anggota ekosistem yang terdapat di TAHURA R. Soerjo yang berperan penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem adalah tumbuhan penutup tanah. Tumbuh-tumbuhan ini yang tumbuh di antara pepohonan yang utama akan memperkuat struktur tanah hutan tersebut. Tumbuhan penutup tanah ini dapat berfungsi dalam peresapan dan membantu menahan jatuhnya air secara langsung. Tumbuhan penutup tanah dapat berperan dalam menghambat atau mencegah erosi yang berlangsung secara cepat. Tumbuhan ini dapat menghalangi jatuhnya air hujan secara langsung, mengurangi kecepatan aliran permukaan, mendorong perkembangan biota tanah termasuk Collembola tanah yang dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah serta berperan dalam menambah bahan organik tanah sehingga menyebabkan resistensi tanah terhadap erosi meningkat.

Tumbuhan merupakan produsen yang menjadi sumber energi dalam suatu daur kehidupan dan sebagai indikator kondisi suatu lingkungan. Ekosistem dan habitat merupakan tempat semua makhluk hidup bergantung. Terkait dengan peranan tersebut, maka pengelolaan kawasan hutan perlu ditingkatkan secara terpadu dan berwawasan lingkungan agar fungsi tanah, air, udara, iklim, dan lingkungan hidup terjamin (Maisyaroh, 2010). Pengelolaan kawasan hutan secara terpadu dan berwawasan lingkungan dilaksanakan dalam kerangka kerja yang memperhatikan pertimbangan ekologi (Barber, 1999).

Irwan (2012) menyatakan bahwa dalam usaha pelestarian alam harus ditekankan pada pelestarian sistem kehidupan secara menyeluruh yaitu ekosistem. Penatagunaan hutan adalah usaha yang perlu ditingkatkan untuk memanfaatkan status kawasan hutan dan untuk melestarikan manfaat ekosistem dan keserasian tatanan lingkungan. Sejalan dengan itu, menurut Zain (1998) pengambilan kebijaksanaan konservasi alam dan lingkungan hidup perlu diarahkan pada proses ekologi yang terjamin sehingga dapat menunjang sistem penyangga kehidupan, keanekaragaman sumber genetik, dan pemanfaatan sumber daya alam hayati yang terkendali.

Keanekaragaman hewan tanah dan fungsi ekosistem menunjukkan hubungan yang sangat kompleks namun belum banyak diketahui. Perhatian untuk melakukan konservasi terhadap keanekaragaman hewan tanah juga masih sangat terbatas (Lavelle dkk, 1994). Sistem pengelolaan tanah atau lahan merupakan faktor kunci dalam konservasi hewan tanah. Alih guna lahan hutan menjadi area pertanian atau peruntukan lainnya termasuk pemukiman cenderung menurunkan biodiversitas hewan tanah (Sugiyarto, 2009). Oleh karena itu, perlu alternatif sistem penggunaan lahan untuk konservasi tanah sekaligus konservasi hewan tanah.

Tanah perlu dikelola secara benar, tepat dan efisien secara berkesinambungan dan berkelanjutan secara ekologis agar dapat dimanfaatkan terus sekaligus mendukung

pelestarian keanekaragaman hayati. Tanah berfungsi sebagai media tumbuh tanaman harus dipersiapkan kondisinya untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman atau tumbuhan dengan tetap memperhatikan kehidupan hewan tanah yang hidupnya tergantung pada tanah. Menurut Mustafa dkk (2012) berkelanjutan secara ekologis mengandung arti bahwa kegiatan harus dapat mempertahankan integritas ekosistem, memelihara daya dukung lingkungan, dan konservasi keanekaragaman hayati (*biodiversity*).

Konservasi berarti penggunaan sumber daya yang optimum (efisien dan teratur) dalam jangka panjang dengan mengurangi pemborosan baik secara ekonomi maupun sosial, dan memaksimalkan pendapatan bersih sepanjang waktu. Dengan demikian, dapat dikatakan pula bahwa konservasi merupakan pemakaian sumber daya dengan bijaksana dan mempertimbangkan unsur waktu. Konservasi tanah dapat kategorikan sebagai perpaduan ilmu pengetahuan yang mengembangkan teknologi pengawetan sumber daya alam khususnya sumber daya tanah sebagai faktor penentu kualitas lingkungan hidup. Konservasi tanah itu sendiri adalah usaha-usaha untuk menjaga dan meningkatkan produktivitas tanah. Konservasi tanah berarti penempatan setiap bidang tanah pada cara penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah dan memperlakukan sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tanah tersebut tidak cepat rusak (Triwanto, 2012).

Konservasi tanah adalah penempatan tiap bidang tanah pada cara penggunaan jangka pendek dan jangka panjang yang sesuai dengan kemampuan tanah dan memperlakukannya sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tidak terjadi kerusakan tanah. Secara umum, tujuan konservasi tanah adalah meningkatkan produktivitas lahan secara maksimal, memperbaiki lahan yang rusak atau kritis, dan melakukan upaya pencegahan kerusakan tanah (Kasim dkk, 2010). Sasaran konservasi tanah meliputi keseluruhan sumber daya lahan, yang mencakup kelestarian produktivitas tanah dan mendukung keseimbangan ekosistem. Menurut Syamsuddin (2012) sifat-sifat fisik, kimia, dan biologi tanah menentukan kemampuan tanah (*soil capability*) untuk suatu penggunaan dan perlakuan yang diperlukan agar tanah tidak rusak dan dapat digunakan berkelanjutan (*sustainable*).

Usaha-usaha konservasi tanah di samping ditujukan untuk mencegah kerusakan tanah akibat erosi dan memperbaiki tanah-tanah yang telah rusak, juga ditujukan untuk menetapkan kelas kemampuan tanah dan tindakan-tindakan atau perlakuan agar tanah tersebut dapat dipergunakan semaksimal mungkin dalam jangka yang tidak terbatas. Dengan demikian, konservasi tanah bukan berarti penundaan penggunaan tanah atau pelarangan penggunaan tanah, namun menyesuaikan macam penggunaannya, sifat-sifat tanah, memberikan perlakuan sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan.

Tujuan umum konservasi tanah saat ini ada 3, yaitu 1) untuk melindungi fungsi tanah dari kerusakan yang diakibatkan oleh faktor alami dan campur tangan manusia, 2) untuk memperbaiki fungsi tanah yang telah mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh faktor alami dan campur tangan manusia, dan 3) untuk memelihara sekaligus meningkatkan kemampuan tanah agar dapat digunakan secara lestari. Berdasarkan ketiga tujuan tersebut, konsep konservasi tanah telah berkembang yang semula hanya bertujuan pencegahan menjadi perbaikan bahkan peningkatan kemampuan tanah dalam fungsinya. Sementara itu, menurut Sailan (2013) maksud dari konservasi tanah dalam sistem pertanian ada 4, yaitu 1) menggunakan tanah sesuai dengan kemampuannya, 2) memperhatikan kesuburan dan

produktivitas tanah dengan memperhatikan syarat yang diperlukan agar tidak menimbulkan kerusakan, 3) memperbaiki, mempertahankan, dan meningkatkan produktivitas dan kesuburan tanah, dan 4) menerapkan kaidah-kaidah konservasi tanah dalam bercocok tanam agar lahan tidak rusak.

Secara umum berdasarkan metode atau teknik yang digunakan, teknik konservasi tanah dapat digolongkan menjadi 3, yaitu vegetatif, mekanik, dan kimiawi. Sehubungan dengan konteks konservasi hewan tanah maka teknik konservasi tanah yang perlu dilakukan adalah teknik manipulasi vegetatif. Menurut Arsyad (2000) metode ini bagi konservasi tanah adalah suatu cara pengolahan tanah dengan menggunakan tanaman yang dapat menunjang upaya konservasi tanah. Tanaman yang dipakai dalam konservasi tanah ini bertujuan untuk mengembalikan struktur tanah yang telah rusak dan mencegah terjadinya bahaya erosi. Penggunaan tanaman tidak hanya sebagai pencegah terjadinya bahaya erosi, tanaman penutup lahan ini berfungsi juga untuk menahan air hujan yang turun agar tidak langsung jatuh ke permukaan tanah, sehingga dapat menambah kesuburan tanaman dan kesuburan tanah.

Teknik konservasi tanah yang hanya bisa diterapkan disuatu area yang mempunyai ciri biofisik dan manajemen pengelolaan lahan tertentu disebut teknik konservasi tanah lokal spesifik. Setiap teknik konservasi tanah lokal spesifik yang diterapkan di suatu area harus memperhatikan aspek ekologi (biofisik), ekonomi, sosial budaya dan potensi yang ada pada area tersebut. Berdasarkan hal tersebut di atas, maka ada beberapa pendekatan dalam konservasi tanah, yaitu 1) memperbaiki dan menjaga keadaan tanah agar tahan terhadap penghancuran dan pengangkutan serta lebih besar daya menyerap airnya, 2) menutup tanah dengan tanaman atau sisa-sisa tumbuhan agar terlindung dan menyuburkan tanah, dan 3) mengatur aliran permukaan agar air mengalir dengan kekuatan yang tidak merusak kondisi tanah. Pengelolaan tanah yang berkelanjutan berarti suatu upaya pemanfaatan tanah melalui pengendalian masukan dalam suatu proses untuk memperoleh produktivitas tinggi secara berkelanjutan, meningkatkan kualitas tanah, serta memperbaiki karakteristik lingkungan, sehingga dapat dipergunakan secara lestari dan dapat diwariskan kepada generasi yang akan datang (Suryani, 2007).

Kenyataan menunjukkan bahwa penggunaan alat-alat berat dapat memberikan efek negatif terhadap tanah, secara fisik terjadi peningkatan bobot isi akibat penggunaan alat berat tersebut. Pematatan ini mempengaruhi permeabilitas, porositas, aerasi tanah, kemampuan tanah dalam mengikat air dan merupakan faktor pembatas pertumbuhan. Salah satu dampak penambangan terbuka, *illegal logging*, pertanian, dan perluasan pemukiman adalah rusaknya lapisan penutup lahan. Aktivitas tersebut menyebabkan hilangnya bahan organik tanah.

Selain itu, hewan yang dimaksud dalam kajian ekologi hewan adalah individu, populasi, dan komunitas dalam suatu lingkungan hidup atau ekosistem tertentu. Ekologi Hewan sering mempelajari hewan yang hidup di lingkungan yang lebih spesifik, termasuk tanah. Tanah menjadi tempat tinggal bagi berbagai jenis hewan (Susanto, 2000). Hasil kajian menunjukkan bahwa pembelajaran ekologi hewan sama sekali tidak mengkaji tentang ekologi hewan tanah termasuk mesofauna dan Collembola. Hal ini dapat dilihat dari buku ajar Pengantar Ekologi Hewan dan Petunjuk Praktikum Ekologi Hewan. Buku Petunjuk Praktikum Ekologi Hewan di Laboratorium Biologi Universitas Muhammadiyah Malang pun hanya memiliki 3 tema yang dipraktikkan.

Buku ajar Pengantar Ekologi Hewan yang digunakan di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang sudah disusun hampir 10 tahun dan diterbitkan sejak 5 tahun yang lalu. Petunjuk praktikum yang ada pun sudah dipakai selama bertahun-tahun bahkan puluhan tahun, dan rasanya belum pernah ditinjau ulang. Mengingat perkembangan zaman dan tren ilmu pengetahuan khususnya di bidang ekologi hewan maka tidak salah rasanya bila perlu penyegaran materi praktikum ini. Menurut Husamah (2013) hal ini juga sudah disetujui oleh penyusun petunjuk praktikum ini yaitu Bapak Drs. Sukarsono, M.Si. pada beberapa diskusi atau percakapan informal. Disepakati bahwa semua pihak perlu terlibat untuk meninjau ulang petunjuk praktikum dan bahkan buku teks yang telah disusun guna mencapai tujuan mulia yaitu mencetak calon guru biologi yang kompeten dan professional.

Secara khusus, literatur yang banyak digunakan di beberapa perguruan tinggi dalam pembelajaran ekologi hewan khususnya terkait dengan kajian ekologi hewan tanah di Indonesia sejak tahun 1980-an adalah karangan Dr. Nurdin Muhammad Suin berjudul Ekologi Hewan Tanah yang diterbitkan oleh Pusat Antar Universitas Bidang Ilmu Hayati ITB bekerjasama dengan Bumi Aksara tahun 1989. Sampai bulan Maret tahun 2012 buku tersebut telah memasuki cetakan keempat, tanpa revisi. Tentu saja buku tersebut telah menjadi literatur utama para peneliti ekologi hewan tanah, sampai saat ini. Namun demikian mengingat buku tersebut sudah berumur lebih dari 30 tahunan maka tentu saja banyak informasi yang perlu di-*update* dan diperkaya.

Sebagaimana umumnya ciri sebuah ilmu, ekologi hewan adalah salah satu disiplin ilmu ekologi yang terus berkembang. Oleh karena itu buku ajar dan panduan atau petunjuk praktikum akan terus mengalami berbagai perkembangan menuju arah perbaikan (Sukarsono, 2013). Tidak adanya materi tentang ekologi hewan tanah dalam perkuliahan Ekologi Hewan dan kegiatan praktikum ekologi hewan di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Malang menuntut perlunya pengembangan buku pengayaan ekologi hewan tanah berbasis penelitian sehingga semakin memperkaya pemahaman mahasiswa. Hal ini sejalan dengan KBK dan tuntutan pendidikan saat ini yang menyatakan bahwa salah satu prinsip pembelajaran harus mendalam dan komprehensif melalui kemampuan berpikir kritis, induktif, dan deduktif untuk menyelesaikan masalah (Pary, 2010; Afandi dkk, 2012).

Buku pengayaan ekologi hewan tanah yang dikembangkan bersifat teori dan aplikasi. Materi yang ada dalam buku dikelompokkan dalam 6 Bab. Buku ini juga memuat kegiatan aplikasi atau penerapan (penelitian dan praktikum) yang diharapkan dapat melengkapi konsep-konsep yang harus dipahami dan yang diberikan dalam perkuliahan teori di kelas. Menurut Tim Pengajar MK Ekologi Hewan UNHALU (2010) praktikum ekologi hewan bertujuan untuk mempraktekkan konsep-konsep yang diperoleh dalam materi kuliah Ekologi Hewan olehnya itu materi praktikum disusun selaras dengan materi bahasan mata kuliah ekologi hewan yang disampaikan dalam ruangan perkuliahan. Penulis menelaah atau mengkaji berbagai literatur, baik literatur dalam Bahasa Indonesia maupun Bahasa Inggris, tentu yang penulis anggap relevan, terkini, mumpuni dan relatif masih baru atau masih *up to date*.

Kesulitan yang dialami mahasiswa dalam memahami ekologi hewan biasanya adalah memahami terminologi dan prinsip-prinsip mengingat tidak cukupnya ilustrasi yang dapat membantu mereka merangkai pikiran secara cepat informasi baru dengan informasi yang belum tersedia dalam pikiran. Oleh karena itu, penulis berusaha menyajikan informasi mengenai ekologi hewan tanah dengan beberapa tampilan gambar sehingga diharapkan materi akan lebih cepat dipahami oleh para mahasiswa. Menurut Suhardjono (2008) paling tidak ada 3 cara yang dapat dipergunakan dosen dalam menyusun bahan ajar, yaitu menulis sendiri, pengemasan kembali informasi, dan penataan kembali. Dosen umumnya menggabungkan 3 cara tersebut. Sesuai dengan tujuan instruksionalnya, dosen mengumpulkan berbagai informasi dari berbagai sumber, baik dari buku teks, artikel ilmiah, jurnal, dan media massa. Informasi kemudian dikemas sesuai dengan kebutuhan mahasiswa, selanjutnya ditata, dikemas, dan ditulis sebagai bahan ajar menggunakan kerangka sistematis.

Buku pengayaan yang dikembangkan ini telah sejalan dengan pendapat Suhardjono (2008) namun memiliki nilai lebih atau tambah karena juga memuat hasil penelitian penulis sendiri. Buku pegayaan ini pun diperkaya dengan panduan pengamatan atau penelitian, sehingga para mahasiswa atau pembaca dapat menerapkannya atau dapat melakukan penelitian dengan merujuk pada buku pengayaan. Buku pengayaan Ekologi Hewan (Pengayaan Ekologi Collembola Tanah di DAS Brantas Hulu Kota Batu) yang dikembangkan dilayout dan kemudian dicetak *dummy* berdasarkan standar buku internasional yang dikeluarkan oleh UNESCO (berukuran kertas 23x16 cm, kertas HVS putih, dan tebal 163 halaman (ditambah vii halaman awal). Hasil cetak *dummy* selanjutnya divalidasi oleh para ahli yaitu 2 orang validator isi atau materi (Dr. Fatchur Rohman, M.Si dan Drs. Abdulkadir Rahardjanto, M.Si.) dan 2 orang validator bahan ajar atau buku pengayaan (Dr. Hedi Sutomo, SU dan Dr. Yuni Pantwati, MM., M.Pd.).

Rerata skor per indikator dalam penilaian oleh validator materi atau isi adalah 4,75 atau mendekati kategori “sangat baik”. Persentase tingkat pencapaian penilaian oleh validator materi atau isi adalah 95%. Apabila merujuk pada (Suwastono, 2011) maka dari aspek materi atau isi buku pengayaan Ekologi Hewan Tanah termasuk dalam kualifikasi “Sangat baik” dan tidak perlu revisi. Rerata skor per indikator dalam penilaian buku pengayaan oleh validator bahan ajar atau buk pengayaan adalah 4,7 atau mendekati kategori “sangat baik”. Persentase tingkat pencapaian penilaian buku pengayaan oleh kedua validator adalah 92,2%. Apabila merujuk pada Suwastono (2011) maka dari aspek bahan ajar buku pengayaan Ekologi Hewan termasuk dalam kualifikasi “Sangat baik” dan tidak perlu revisi. Rerata skor per indikator dalam penilaian oleh seluruh mahasiswa adalah 4,4 atau mendekati kategori “sangat baik”. Rerata persentase pencapaian penilaian oleh mahasiswa adalah 87,3%. Apabila merujuk pada Tabel 3.3 tentang pengambilan keputusan penyusunan buku (Suwastono, 2011) maka menurut para mahasiswa, buku pengayaan Ekologi Hewan Tanah termasuk dalam kualifikasi “sangat baik” dan tidak perlu revisi.

Kriteria dalam membuat buku pengayaan terdiri dari materi, penyajian materi, aspek bahasa dan ilustrasi, dan aspek grafika (Cintamulya, 2011; Puskurbuk, 2012b). Buku pengayaan ini telah dinilai oleh 2 orang validator materi atau isi, validator bahan ajar atau buku pengayaan, dan 12 orang mahasiswa. Lembar penilaian yang digunakan sepenuhnya telah disesuaikan dengan ketentuan Cintamulya (2011) dan Puskurbuk (2012b). Berdasarkan

hasil penilaian semua validator, baik validator materi atau isi maupun validator bahan ajar atau buku pengayaan, buku pengayaan ini memiliki kualifikasi sangat baik dan layak digunakan. Hal ini juga ditegaskan dalam komentar validator materi yaitu “sebagai buku yang digunakan untuk memperkaya pemahaman dan wawasan mahasiswa, buku ini sangat menarik dan dapat diaplikasikan oleh mahasiswa pada ekosistem-ekosistem yang berbeda”. Validator bahan ajar atau buku pengayaan juga memberikan komentar bahwa “kesan secara umum dari buku pengayaan ini sangat baik”. Beberapa catatan dan masukan dari validator dan mahasiswa digunakan oleh penulis untuk meningkatkan kualitas buku dan hasilnya sudah dapat dilihat pada cetakan buku pengayaan ini, misalnya revisi tampilan cover, revisi istilah yang kurang tepat, penataan ulang gambar, dan revisi kesalahan-kesalahan pengetikan.

PENUTUP

Kesimpulan

Buku pengayaan Ekologi Hewan dikembangkan secara sistematis dari hasil penelitian dengan menggunakan model 4D Thiagarajan. Buku pengayaan ekologi hewan bersifat teori dan aplikasi yang diperkaya dengan ekologi Collembola tanah di DAS Brantas Hulu Kota Batu. Materi yang ada dalam buku dikelompokkan dalam 6 Bab. Hasil penilaian validator dan mahasiswa, buku pengayaan memiliki kualifikasi sangat baik dan sangat layak digunakan.

Saran

Dosen yang mampu atau mengajar mata kuliah Ekologi Hewan dapat menggunakan buku pengayaan yang telah dikembangkan, sehingga memperkaya materi yang disampaikan dalam pembelajaran di kelas maupun di laboratorium (praktikum). Para guru SD, SMP, dan SMA sederajat dapat menggunakan buku pengayaan yang telah dikembangkan untuk memperkaya materi IPA, Biologi, dan Pendidikan Lingkungan Hidup di sekolah. Dosen dan guru dapat melakukan kegiatan diseminasi (penyebaran) dan penelitian tindakan kelas untuk melihat efektivitas buku pengayaan, mengingat penelitian pengembangan ini hanya sampai pada pengembangan saja. Para mahasiswa dapat menggunakan buku pengayaan Ekologi Hewan yang dikembangkan dari hasil penelitian ini sebagai literatur atau bahan ajar tambahan sehingga dapat memperkaya pemahaman konsep, keterampilan berpikir, dan keterampilan proses dalam proses belajar mengajar ataupun dalam kegiatan praktikum di laboratorium dan di lapangan.

DAFTAR RUJUKAN

- Afandi, Sugiyarto & Sunarno, W. 2012. Pembelajaran Biologi Menggunakan Pendekatan Metakognitif Melalui Model Reciprocal Learning dan Problem Based Learning ditinjau dari Kemandirian Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Inkuiri*, 1 (2): 86-92.
- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.
- Arty, I. S. 2005. Pendidikan Lingkungan Hidup tentang Bahaya Polutan Udara. *Cakrawala Pendidikan*, 24 (3): 385-404.

- Barber, C. V. 1999. *Menyelamatkan Sisa Hutan di Indonesia dan AS*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Cintamulya, I. 2011. *Analisis Variasi Genetik Varian Jati Arboretum dengan Penanda Mikrosatelit sebagai Bahan untuk Menyusun Buku Pengayaan Kajian Dasar-Dasar Molekuler Tumbuhan*. Disertasi tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana UM.
- DIKTI. 2008. *Buku Panduan Pengembangan Kurikulum Berbasis Kompetensi Pendidikan Tinggi (Sebuah Alternatif Penyusunan Kurikulum)*. Jakarta: Direktorat Akademik, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
- Husamah. 2013. *Materi Tambahan Penguatan Kompetensi Praktikum Ekologi Hewan di Laboratorium Biologi UMM*. Makalah disajikan pada Training Asisten Laboratorium Biologi, Kampus III UMM, Malang, 26 Desember.
- Irwan, Z. D. 2012. *Prinsip-prinsip Ekologi: Ekosistem, Lingkungan, dan Pelestariannya*. Cetakan VII. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kasim, H., Mantau, Z., Tamburion, J. & Turang, A. 2010. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air di Sentra Produksi Hortikultura Rurukan Kota Tomohon*. Makalah disajikan pada Seminar Regional Inovasi Teknologi Pertanian, mendukung Program Pembangunan Pertanian Propinsi Sulawesi Utara.
- Lavelle, P., Dangerfield, M., Fargoso, C., Eschenbremer, V., Lopez-Haernandez, D., Pashanashi, B. & Brussaard, L. 1994. The Relationship Between Soil Macrofauna and Tropical Soil Fertility. *Dalam* Woomer, P. L. and M. Swift (eds.) *The Biological Management of Tropical Soil Fertility*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Maisyaroh, W. 2010. Struktur Komunitas Tumbuhan Penutup Tanah di Taman Hutan Raya R. Soerjo Cangar, Malang. *J. Pembangunan dan Alam Lestari*, 1 (1): 1-9.
- Murdiyani, I. 2012. Pembelajaran Biologi Menggunakan Metode E-Learning Berbasis Multiple Intelligences pada Materi Sistem Gerak Manusia. *Innovative Journal of Curriculum and Educational Technology*, 1 (1): 45-52.
- Mustafa, M., Ahmad, A., Ansar, M. & Syafiuddin, M. 2012. *Dasar-dasar Ilmu Tanah (Buku Ajar)*. Makassar: Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
- Pary, C. 2010. *Keanekaragaman dan Kepadatan Kepiting Bakau (Scylla spp) pada Kawasan Hutan Mangrove Teluk Kotania Kabupaten Seram Bagian Barat Sebagai Bahan Pengembangan Materi Praktikum Ekologi di Perguruan Tinggi*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPs UM.
- Primiani. 2009. Meningkatkan Aktivitas dan Prestasi Belajar Biologi Melalui Pendekatan Kontekstual dengan Media Herbarium dan Insektarium. *Paedagogia*, 13 (1): 71-77.
- Puskurbuk. 2012a. *Panduan Sayembara/Lomba Penulisan Naskah Buku Pengayaan Tahun 2012*. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Puskurbuk. 2012b. *Instrumen dan Rubrik C Penilaian Buku Referensi*. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sailan. 2013. *Metode Vegetatif dalam Konservasi Tanah*. Makalah. Bengkulu Tengah: KJF BP4K Kabupaten Bengkulu Tengah.

- Soemarno. 2010. *Ekologi Tanah: Bahan kajian MK. Manajemen Agroekosistem*. Malang: FP UB.
- Sugiyarto. 2009. *Konservasi Makrofauna Tanah dalam Sistem Agroforestri*. Naskah Publikasi. Surakarta: FMIPA UNS.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif & RND*. Bandung: Alfabeta.
- Suhardjono. 2008. *Menyusun Bahan Ajar Agar Tujuan Perkuliahan Tercapai dengan Lebih Menyenangkan*. Makalah disajikan pada workshop penyusunan bahan ajar Hibah A2 Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 26 Mei.
- Suin, N. M. 2012. *Ekologi Hewan Tanah. Cetakan IV*. Jakarta: Bumi Aksara & Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati ITB.
- Sukarsono. 2012a. *Pengantar Ekologi Hewan: Konsep, Perilaku, Psikologi dan Komunikasi*. Malang: UMM Press.
- Sukarsono. 2012b. *Petunjuk Praktikum Ekologi Hewan*. Malang: Lab. Biologi UMM.
- Sukarsono. 2013. *Petunjuk Praktikum Ekologi Hewan*. Malang: Lab. Biologi UMM.
- Supriatna, J. 2013. *Belajar dari Kegagalan Pemahaman dan Penanaman Konsep Keanekaragaman Hayati*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Pengembangan Budaya Ilmiah Melalui Penyadaran Sains, Kerjasama Komisi Ilmu Pengetahuan Dasar-AIPI dengan UM, Malang, 9 Februari.
- Suryani, A. 2007. *Perbaikan Tanah Media Tanaman Jeruk dengan Berbagai Bahan Organik dalam Bentuk Kompos*. Tesis tidak diterbitkan. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB.
- Susanto, P. 2000. *Pengantar Ekologi Hewan*. Jakarta: Proyek Pengembangan Guru
- Suwastono, A. 2011. *Pengembangan Pembelajaran e-learning Berbasis Moodle pada Matakuliah Penginderaan Jauh S-1 Jurusan Geografi Universitas Negeri Malang*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPs UM.
- Syamsuddin. 2012. *Fisika Tanah*. Makassar: FMIPA UNHAS.
- Thornber, J. M. 2005. *Environmental Education*. (Online). (<http://www.ioe.ucla.edu/publications/report99/education.html>, Diakses 15 Juni 2014).
- Tim Pengajar MK Ekologi Hewan UNHALU. 2010. *Penuntun Praktikum Ekologi Hewan*. Kendari: Laboratorium Unit Pendidikan Biologi, Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Haluoleo.
- Triwanto, J. 2012. *Konservasi Lahan Hutan dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Malang: UMM Press.
- Zain, A.S. 1998. *Aspek Pembinaan Kawasan Hutan dan Stratifikasi Hutan Rakyat*. Jakarta: Rineka Cipta.